

DIGITALE INNOVATIONEN. AUSFLÜGE IN DIE ZUKUNFT.
DAS INTERNET DER DINGE, INDUSTRIE 4.0 UND DIE
WIRTSCHAFT VON MORGEN

DIGITALE

0010100110101010110001101010101010100100101001101010

INNOVATIONEN.

001010011010101011000110101010101

AUSFLÜGE

0010100110101010110001101010101010100100101001101010101010

IN DIE ZUKUNFT.

0010100110101010110001101010101010100100101001101010





Digitale Technologien haben heute die weltweite Vernetzung von Menschen und Unternehmen möglich gemacht. Nun erleben wir eine neue Welle großer Veränderungen: Die Digitalisierung durchzieht alle Bereiche des Lebens und Arbeitens und ist zentraler Bestandteil von Produkten und Services.

Diese Verschmelzung von physischer und digitaler Welt wird in den kommenden Jahren und Jahrzehnten immer tiefer in Wirtschaft und Gesellschaft vordringen. Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis unsere Autos selbstständig fahren werden – und weniger Unfälle verursachen, als wir Menschen. Oder bis wir problemlos unseren Stromverbrauch nach den aktuellen Strompreisen ausrichten und steuern können.

Nordrhein-Westfalen ist ein Industrieland mit langer Tradition. Längst aber hat es sich auch zu einem dynamischen und vielfältigen IKT-Standort entwickelt. Auf dem Weg zur so genannten „Industrie 4.0“, in der Herstellungsprozesse sich dank intelligenter Technologien selbst steuern, entwickeln Unternehmen und Forschungseinrichtungen in NRW innovative Lösungen. Mit der Broschüre „Digitale Innovationen. Ausflüge in die Zukunft.“ wird ein Eindruck davon vermittelt, welche spannenden Entwicklungen die Welt von morgen bereit hält und wo die Chancen für Unternehmen und die Forschung in Nordrhein-Westfalen liegen.

So vorteilhaft diese Entwicklung ist, so existentiell sind die Fragen der Sicherheit in der digitalen Welt. Insbesondere die Frage, wie Unternehmen im Zeitalter der Industrie 4.0 damit umgehen, dass nicht nur ihre IT-Geschäftsprozesse, sondern auch ganze Produktionssysteme Angriffsfläche für Spionage und Manipulation bieten, sucht nach Antworten.

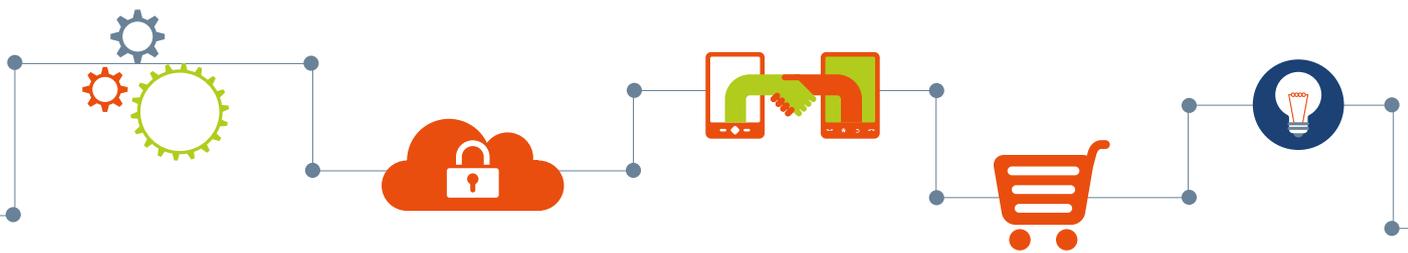
Für die Zukunft unseres Standortes ist es von enormer Bedeutung, über die Möglichkeiten und Herausforderungen der neuen Technologien zu diskutieren und dabei die Chancen und Risiken für die Gesellschaft zu berücksichtigen. Dazu dient auch unser mit anderen Häusern der Landesregierung vereinbarter Dialogprozess „Fortschritt NRW“.

Ich würde mich freuen, wenn die hier beschriebenen Ausflüge in die Zukunft einen Beitrag dazu leisten, die wegweisenden digitalen Innovationen näher zu bringen und die Stärken, die wir in NRW haben, weiter auszubauen.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

Garrelt Duin
Minister für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand
und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen

INHALTSVERZEICHNIS



Die intelligente Fabrik der Zukunft..... 6

Industrie 4.0 – die Zukunft der deutschen Wirtschaft	8
Die perfekte Autofabrik	9
Bauteile suchen sich ihren Weg.....	9

Die Vernetzung birgt viele Sicherheitsrisiken 10

Maschinen und Fabriken im Internet: Neue Risiken	14
Angriff aus der Forschung	15
Verschlüsselung im Kleinformat	15

Wenn Maschinen miteinander kommunizieren..... 16

Das Internet der Dinge.....	18
Der smarte Koffer geht nicht verloren	19

Die Ware bittet um schnelle Fahrt20

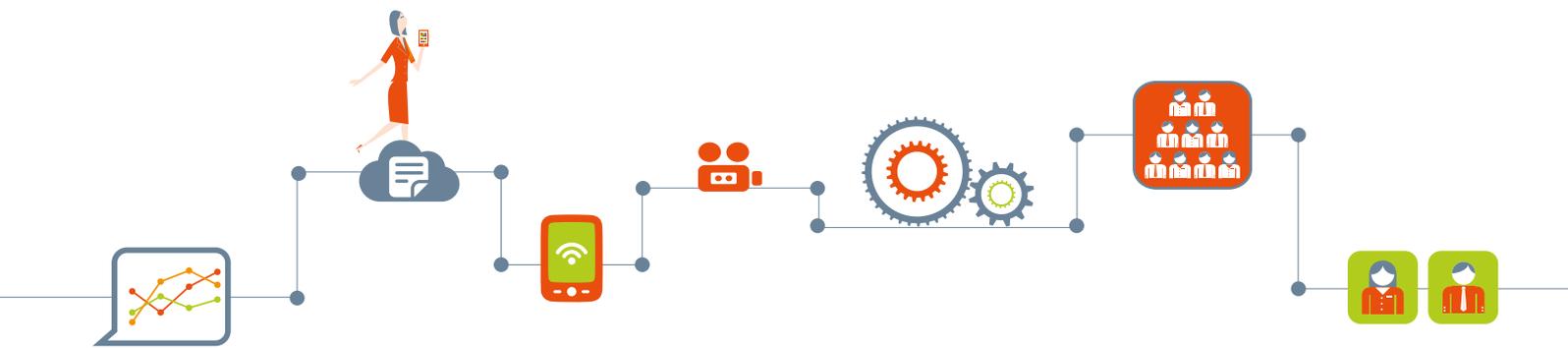
Ohne Fahrer zum Ziel.....	22
Nie wieder im Stau stecken.....	22

Das Stromnetz smart und dezentral steuern23

Gemeinsam megawattstark	26
Europaweite Kommunikation gegen den Blackout.....	26

Das Krankenhaus als vernetztes System..... 27

Gesundheitsüberwachung älterer Menschen.....	29
Schmerzen per App dokumentieren.....	29



Smarter wohnen30

Wenn die Wohnung mitdenkt.....	32
Innovationswerkstatt für Häuser	32

Steuerung und Unterstützung aus der Ferne dank Telematik33

Verkehrstelematik.....	35
Schutz vor Geisterfahrern	35
Erntezeit mit der Cloud	36

Praktische Informationen dank erweiterter Realität 37

Spaziergang durch ein noch nicht gebautes Haus	39
--	----

Roboter und Menschen: Sie werden eng zusammenarbeiten 40

Roboter im Rettungseinsatz.....	45
Unterstützung im OP.....	45

IKT.NRW46

Impressum 47



DIE INTELLIGENTE FABRIK DER ZUKUNFT

KONSUMENTEN SIND ANSPRUCHSVOLL, DOCH BALD KÖNNEN UNTERNEHMEN ALLE WÜNSCHE ERFÜLLEN – MIT INTELLIGENTEN WERKSTÜCKEN UND MASCHINEN, DIE SICH GEGENSEITIG SAGEN, WIE SIE DER KUNDE GERNE HÄTTE.



Eingelegte Paprika in Halbliter-Gläsern sind ein Alltagsprodukt und werden in großen Mengen hergestellt. Doch das Marketing hätte gerne mehr Abwechslung. Zum Beispiel bauchige Gläser in Paprika-Form, in Grün, Gelb und Rot, mit passendem Deckel und bunten Paprika darin. Und das alles abgepackt in 12er Kartons mit vier Gläsern jeder Variante.

In einer heutigen Fabrik geht das nicht so einfach, denn sie ist eine Spezialistin fürs immer Gleiche. Sie befüllt hunderttausende der gewünschten Gläser, aber nacheinander. Drei Mal Tonnen von Paprika abfüllen, zwischengelagern und am Schluss verpacken? Viel zu teuer, die Kunden wollen ihre gewohnten Preise. Also gibt es wie immer die Einheitsgläser aus der Massenproduktion. In Lemgo steht eine Fabrik, die weg will von der Massenfertigung, hin zu einer flotteren Anpassung an Kundenwünsche, Marketingideen und Trends. So etwas heißt „Smart Factory“: Intelligente Maschinen, die bedarfsgerecht produzieren.

Sie ist im Übrigen auch nicht die Fabrik eines Unternehmens, sondern ein Experimentierfeld für Forscher, die sich mit der Zukunft der Industrie beschäftigen. Betrieben wird sie vom Institut für industrielle Informationstechnik (inIT) der Hochschule Ostwestfalen-Lippe (OWL) und dem Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA). „Wir arbeiten an Technologien, um die intelligente und vernetzte Fabrik zu verwirklichen“, sagt Prof. Dr. Jürgen Jasperneite von der Hochschule OWL. Er leitet beide Institute und ist somit auch der Chef der Forschungsfabrik, in der an Computern und Industriemaschinen die moderne Güterherstellung erprobt wird.

Die Fabrik ist also kein Modell aus einer Miniaturwelt, aber auch keine Riesenanlage. Sie belegt einen verglasten Raum im neuen Centrum Industrial IT (CIIT) auf dem Campus der Hochschule OWL und füllt in einer nur wenige Meter langen Produktionsstraße Mais in Gläser. „Bald erweitern wir auf das Abfüllen von Wasser“, erklärt

Labor-Ingenieur Benedikt Lücke. „Dann können wir das Mischen von Produktlinien erproben.“ Es gehe in der Modellfabrik nicht darum, wirklich etwas herzustellen. „Aber hier können wir alles simulieren, was in einer echten Fabrik passiert – vom Sensor bis zum Leitstand.“ Hintergrund ist ein Trend, der am Beispiel mit den bunten Gläsern in Paprikaform deutlich wird: In Zukunft müssen sich Firmen durch individuellere Produkte von der Konkurrenz abheben. „Die Anforderungen an die Unternehmen steigen“, fasst Prof. Jasperneite zusammen. „Die Kundenwünsche wechseln heute sehr schnell. Für viele Unternehmen ist das inzwischen einer der wichtigsten Faktoren im Geschäft.“

Für die herstellende Industrie bedeutet das, dass die Anlagen sich selbst steuern und beispielsweise Werkstücke, die über ein Fließband laufen, selbst sagen wohin sie transportiert und wie sie weiterverarbeitet werden wollen. Die Forscher vom Fraunhofer-Anwendungszentrum reden dabei von der Verschmelzung von Produktionstechnik mit Informationstechnologie. Das Lemgoer Institut trägt die Bezeichnung dafür im Namen: „Industrial IT“. Für Prof. Jasperneite ist das der Kern von „Industrie 4.0“, wie die so genannte vierte industrielle Revolution nicht nur in der Hightech-Strategie der Bundesregierung genannt wird.

Kern von Industrie 4.0 ist die Herstellung von Produkten aller Art mit intelligenten Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln, die Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich gegenseitig steuern können. Es gibt bereits heute Lösungen für eine intelligente Fabrik, die viele Prinzipien von Industrie 4.0 demonstrieren. Auf der Hannover Messe stellten Prof. Jasperneite und sein Team ein wandlungsfähiges Montagesystem vor – zur Produktion von individuellen Figuren aus Lego-Bausteinen. Die Besucher der Messe durften der Mini-fabrik sagen, was sie haben wollen: Eisbär, Löwe, Eule oder das Hermannsdenkmal. Und dann ging es los: Das Montagesystem setzte vor den Augen der Besucher aus



INDUSTRIE 4.0

DIE ZUKUNFT DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT

Die Wirtschaft steht an der Schwelle zur vierten industriellen Revolution. Durch das Internet getrieben, wachsen reale und virtuelle Welt immer weiter zu einem Internet der Dinge zusammen. Die Kennzeichen der zukünftigen Industrieproduktion sind die starke Individualisierung der Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten (Großserien-) Produktion, die weitgehende Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse und die Verkopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen, die in so genannten hybriden Produkten mündet. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 ist mit wichtigen technologie-, wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Standortperspektiven verbunden. Die deutsche Industrie hat jetzt die Chance, die vierte industrielle Revolution aktiv mitzugestalten.

Erste industrielle Revolution | Ab Ende des 18. Jahrhunderts

.....▶ Einführung mechanischer Produktionsanlagen

Zweite industrielle Revolution | Ab Beginn des 20. Jahrhunderts

.....▶ Arbeitsteilige Massenproduktion von Gütern mit Hilfe elektrischer Energie

Dritte industrielle Revolution | Ab Mitte der 70er Jahre

.....▶ Automatisierung von Produktionsprozessen durch den Einsatz von Elektronik und IT

Vierte industrielle Revolution | Ab 2020

.....▶ Autonome Produkte und Entscheidungsprozesse steuern Wertschöpfungsnetzwerke in nahezu Echtzeit

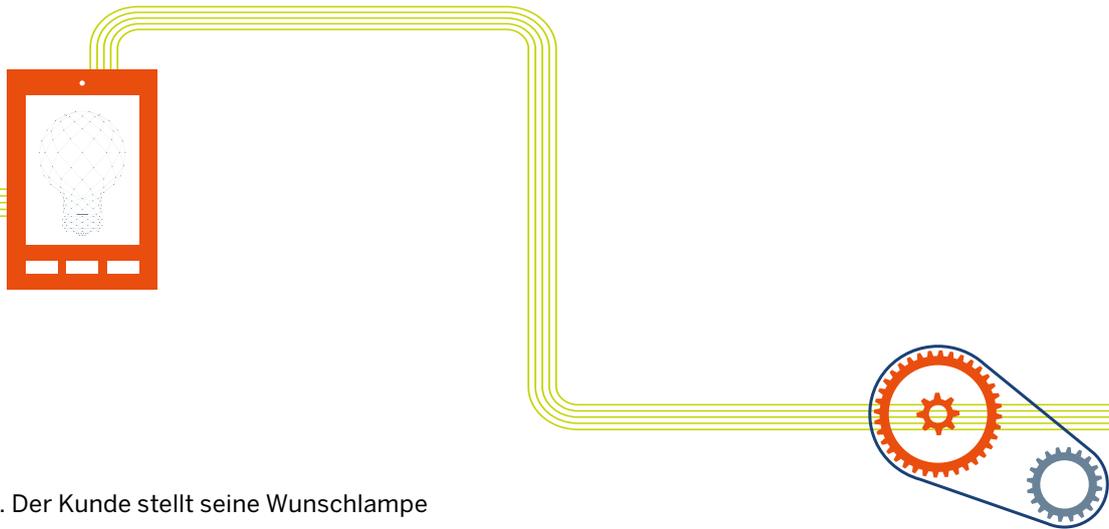
Quelle: Hightech-Strategie.de

vielen kleinen Steinen die Figur zusammen. Auf Wunsch gravierte die Maschine auch den Namen des Besuchers per Laser auf die Oberfläche.

Diese kleine Demonstration zeigt recht gut, was in Zukunft in einer Fabrik möglich ist. Die Kunden wünschen sich etwas und die Fabrik liefert – genauso schnell wie früher die uniformen Massenprodukte. Die Modellfabrik in Lemgo kann allerdings deutlich mehr als der kleine Demonstrator auf dem Messegelände, beispielsweise weitere Sonderwünsche erfüllen. Einen Sockel unter die Figur kleben, rund oder eckig? Kein Problem. Die smarte Fabrik arbeitet dafür mit Produkträgern, die mit Hilfe von Funkchips allen Anlagen mitteilen, was für ein Produkt hergestellt werden soll. Am Anfang der Produktionsstraße wird der Träger mit allen notwendigen Daten versorgt. Anschließend geht er seinen Weg über das Förderband. Er informiert die Fabrik darüber, zu welchen Maschinen er muss. Dann sagt er den Maschinen, welches Rohmaterial sie nutzen sollen und was mit ihm hergestellt werden soll. Und zum Schluss sendet der Produkträger Informationen, wie das Produkt verpackt werden soll.

„Die Anlagen steuern sich selbst und die Werkstücke bringen alle Daten für die Bearbeitung mit sich“, erklärt Prof. Jasperneite. „Dadurch wird die Produktion flexibel und Produkte mit kürzeren Lebenszyklen sowie Einzel-fertigungen sind möglich.“ Wenn solche Technologien für jedes Unternehmen verfügbar sind, könnte das einen großen Innovationsschub bringen. Zum Beispiel könnte eine Firma auf die Idee kommen, eine gestaltbare Stehleuchte auf den Markt zu bringen. Bisher sind die Kunden auf nicht besonders variantenreiche Standardmodelle angewiesen.

Eine intelligente Fabrik könnte ein solches Produkt aus den Zwängen der Massenproduktion befreien: Mit Deckenfluter oder ohne, mit Lamellenmechanik oder Seilzug, mit LED-Glühlampe oder Halogen-Lämpchen, mit rundem oder eckigem Standfuß, in verschiedenen



Größen und Farben. Der Kunde stellt seine Wunschlampe zum Beispiel via Internet zusammen und die Fabrik stellt sie her.

In Zukunft werden viele Produkte auf diese Weise entstehen. Die Konsumenten sind individueller geworden und komplizierter, sie wechseln ihre Vorlieben schneller und wollen keine Einheitsware. Das stellt Unternehmen vor neue Anforderungen – ein großer Ansporn für die Verwirklichung von Industrie 4.0 und Smart Factory.

BEST PRACTICE

DIE PERFEKTE AUTOFABRIK Die Autoindustrie ist Vorreiter in der Industrie 4.0. Sie setzt schon viele Lösungen ein, die in naher Zukunft auch in anderen Branchen zum Alltag gehören werden. So produzieren die Fabriken häufig nicht mehr Massen gleichartiger Fahrzeuge, sondern individuell vom Kunden bestellte „persönliche“ Autos. In einem Forschungsprojekt hat das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT (St. Augustin) Techniken erprobt, mit Konzepten aus der Industrie 4.0 die Arbeitsprozesse in der Autoindustrie zu verbessern. Im Kern geht es darum, Materialeinsatz, Maschinenlaufzeit und Energie möglichst gut aufeinander abzustimmen. Dafür wird jeder einzelne Arbeitsschritt genau untersucht und ausgewertet. Dies geschieht mit einem Computersystem, das die Fabrik mithilfe von zahlreichen Sensoren überwacht. Die Rückmeldung der Sensoren sind die Daten, mit denen die Forscher alle Abläufe verbessern können und Maschinen entdecken, die nicht gut genutzt werden.

BAUTEILE SUCHEN SICH IHREN WEG Bei Phoenix Contact in Blomberg bei Detmold ist Industrie 4.0 bereits Wirklichkeit geworden. Der Hersteller von Verbindungs- und Automatisierungstechnik nutzt moderne, selbst steuernde Maschinen in zwei Bereichen: Bei der Beschriftung und der Prüfung von Bauteilen. Wenn diese Bauteile an der Laserstation angekommen sind, wird das Gerät automatisch aktiv. Es liest die Informationen von einem Funkchip ab und beginnt sofort mit dem Druck. Im weiteren Verlauf der Herstellung erkennt das System automatisch einen freien Prüfstand. Es schickt das Bauteil dorthin und beginnt mit der Prüfung. Sogar Fehler sind kein Problem für die intelligente Fabrik: Bei einer Störung fordert das System automatisch per SMS einen Service-Techniker an und nennt den Grund für die Panne. Die Produktion geht währenddessen ungebremst weiter.



**DIE VERNETZUNG BIRGT
VIELE SICHERHEITSRISIKEN**

DIE HERSTELLER VON INTELLIGENTEN PRODUKTEN FÜR DIE INDUSTRIE 4.0 UND DAS INTERNET DER DINGE SOLLTEN AUF INTEGRIERTE SICHERHEIT UND VERSCHLÜSSELUNG SETZEN, MEINT PROF. DR. THORSTEN HOLZ, DIREKTOR DES HORST GÖRTZ INSTITUTS FÜR IT-SICHERHEIT AN DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM.

IKT.NRW: Herr Prof. Holz, Industrie 4.0 bedeutet ja unter anderem die Vernetzung von intelligenten Maschinen und Produktionsanlagen.

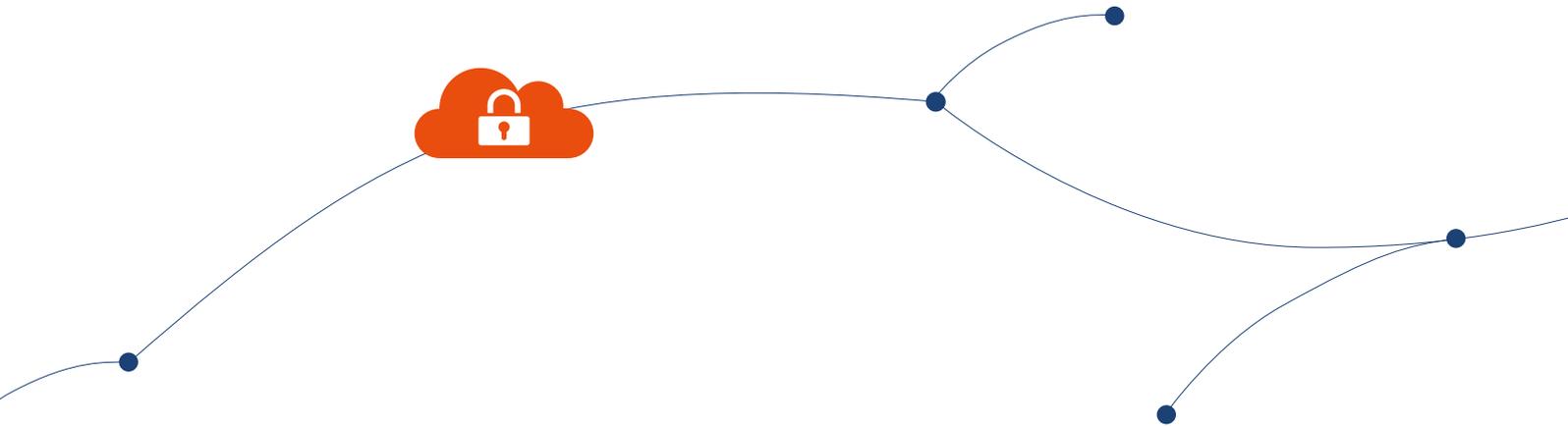
Welchen Risiken ist ein Unternehmen in der Industrie 4.0 ausgesetzt?

Thorsten Holz: Ein Kernpunkt bei Sicherheit in der Industrie 4.0 ist der Schutz des geistigen Eigentums der Unternehmen. Deutschland hat einen soliden Mittelstand mit vielen Weltmarktführern, die berühmten „Hidden Champions“. Für sie ist das Know-how entscheidend. In Zukunft wird auch hier der Software-Aspekt der Maschinen immer wichtiger. Die Geräte selbst sind nicht so geheimnissvoll, entscheidend ist die so genannte Firmware, also die Programme, die das Gerät steuern. Die müssen zum Beispiel vor dem Auslesen geschützt werden.

Weil sonst jeder die Industrieprozesse nachbilden kann... Ja, und die hergestellten Produkte ebenfalls. Moderne Industrieanlagen oder Werkzeugmaschinen könnten zum Beispiel in der Auftragsproduktion mengenabhängige Sperren haben. Dabei wäre dann nur eine bestimmte Anzahl der Produkte möglich. Das verhindert die heimliche Herstellung von zusätzlichen Einheiten, die nicht an den Auftraggeber gehen.

Wie ist das mit der Vernetzung? Kann auf eine Industrieanlage nicht ebenfalls über das Internet zugegriffen werden? *Durch die Vernetzung entstehen völlig neue Herausforderungen, die bisher eher in der Business-IT bekannt waren. Durch den Datenaustausch vernetzter Maschinen sind sie natürlich auch von außen angreifbar. Aber Industrieanlagen und Fabriken sollten nicht einfach so im Internet auftauchen. Die bekannten Techniken zum Schutz von Servern wie Firewalls und Verschlüsselung müssen für die Industrie 4.0 adaptiert werden.*

Aber viele Unternehmen scheinen da eher nachlässig zu sein. Ja, aber die sind meist nur Anwender, die mit der Komplexität der Anlagen kämpfen. Die Hersteller der entsprechenden Maschinen oder Steueranlagen sind oft zu nachlässig. Sie liefern die Systeme mit deaktivierten Sicherheitsvorkehrungen, ungeschützten Wartungsschnittstellen oder bekannten Standardkennwörtern wie „Admin“ aus. Da kann dann jede Person über das Internet zugreifen.



Wirklich jede Person? Muss man dafür nicht Hacker sein? Man muss die Suchmaschine Shodan bedienen können. Ein interessantes und lehrreiches Beispiel sind die Steueranlagen einiger hundert Heizungsanlagen in Deutschland, die eine Steuerung desselben Herstellers einsetzen. Sie konnten vor einiger Zeit einfach über Shodan gefunden werden. Nach dem Aufruf der Internetadresse erschien die Benutzeroberfläche für die Fernbedienung. Es ist also recht einfach, viel Unsinn mit so einer Anlage anzustellen.

„Heizungen im Internet“ klingt nicht vertrauenerweckend. Was kann dagegen unternommen werden? Zunächst dürfen die Schnittstellen nicht so einfach zugänglich sein. Doch das ist nur die Basis. Entscheidend sind verschlüsselte Verbindungen innerhalb einer Industrieanlage und zwischen den verschiedenen Standorten eines Unternehmens. Es gibt heutzutage sehr sichere Verschlüsselungsverfahren, die genutzt werden müssen.

Aber Verschlüsselung gilt als kompliziert. Wie kann der Einsatz von Verschlüsselungsverfahren erleichtert werden? Die für den Endanwender und auch für Unternehmen optimale Verschlüsselung hat drei entscheidende Merkmale: Sie ist transparent, kostengünstig und leistungsneutral.

Das müssen Sie näher erklären. Was bedeutet Transparenz? Verschlüsselung sollte praktisch unsichtbar sein. Die Nutzer dürfen eigentlich gar nichts davon bemerken. Daran scheidet derzeit zum Beispiel die weite Verbreitung von Verschlüsselungsverfahren für E-Mail. Die Werkzeuge dafür werden von den meisten Anwendern als zu umständlich wahrgenommen. Also setzt kaum jemand sie ein.

Und die beiden anderen Aspekte? Wenn gesicherte Industriemaschinen zu teuer sind, werden sie wohl Probleme haben, sich am Markt durchzusetzen. Und die Geräte dürfen keinen (oder nur einen kleinen) Leistungseinbruch erleiden. Dies betrifft vor allem die Verschlüsselung, die eine Datenübertragung ja im Prinzip aufwändiger macht.



Wie kann der breite Einsatz von Verschlüsselung erreicht werden?

Sicherheit muss so in eine Maschine oder eine Software integriert sein, dass es keine Unterschiede zur ungesicherten Vorgehensweise gibt. Sicherheitsforscher arbeiten zum Beispiel mit Psychologen zusammen, die sich um die leichte Benutzbarkeit von Verschlüsselungsverfahren („Usability“) kümmern und die Aufmerksamkeit für Sicherheitsaspekte („Awareness“).

Und was ist, wenn einzelne Elemente wie Router oder Server Hintertüren haben? Viele Geräte sind ja Blackboxes, bei denen der interne Aufbau weitgehend unbekannt ist. Oder anders gefragt: Sollten deutsche Maschinenbauer Bauteile aus anderen Staaten nutzen? *Es ist nach derzeitigem Kenntnisstand auf jeden Fall eine gute Idee, stärker auf deutsche oder europäische Hersteller zu setzen. Leider ist der Markt hier unterentwickelt, viele entscheidende Netzwerktechnologien stammen aus anderen Märkten. Allerdings holen die deutschen Unternehmen auf, sie erleben zurzeit einen deutlichen Schub.*

Und was ist mit der Sicherheit von Betriebssystemen? Ist es unproblematisch, wenn deutsche Fabriken durch ausländische Systeme gesteuert werden? *Es gibt einige offene Betriebssysteme wie Linux oder Android, die von der Industrie geändert und angepasst werden können. Wir müssen also nicht unbedingt das Rad neu erfinden. Das Anpassen von bekannten Systemen ist einfacher. Außerdem besitzen diese Systeme durch ihre starke Verbreitung und ihre lange Geschichte eine sehr hohe Usability, die man nutzen sollte. Aber natürlich müssen die Betriebssysteme für Industrie 4.0 und das Internet der Dinge speziell abgesichert sein. Deshalb werden dort häufig spezielle Betriebssysteme eingesetzt.*

Gibt es keine europäischen Anbieter von Betriebssystemen? *Doch, es gibt auch europäische Initiativen, die aber nicht so bekannt sind. So existiert bereits seit 2002 das Open-Source-Betriebssystem Contiki. Es wurde ursprünglich von dem schwedischen Programmierer Adam Dunkels geschrieben und wird unter anderem in der RWTH Aachen weiterentwickelt. Das System ist speziell für kleine, kostengünstige Geräte im Internet der Dinge entwickelt worden. Es gibt also durchaus Ansätze zu Eigenentwicklungen, aber eher in der Nische. Bei Massenprodukten müssen die Endanwender überzeugt werden. Die setzen aber auf die bekannten Namen. Deshalb ist es auch wenig erfolgversprechend, hier in Europa oder gar in Deutschland ein neues Betriebssystem aus dem Boden zu stampfen.*



BEST PRACTICE

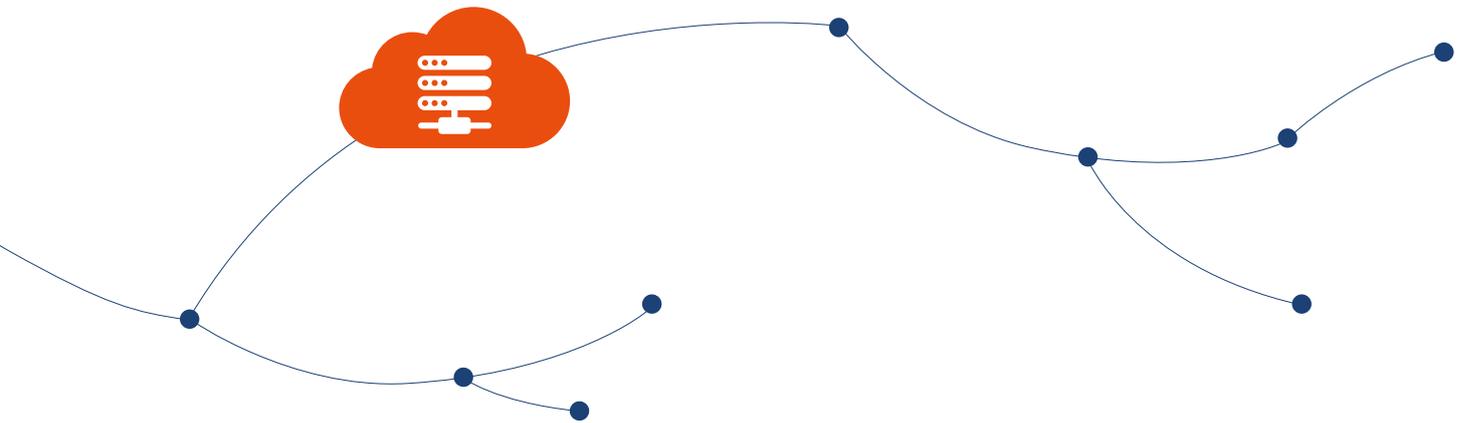
MASCHINEN UND FABRIKEN IM INTERNET: NEUE RISIKEN

Die Glocken darf nur der Küster schlagen, aber das Internet kann mitmachen – ohne das eine Kirchengemeinde in NRW das wollte. Was ist passiert? Die Kirche besitzt eine moderne Haustechnikanlage, die aus Komfortgründen auch via Webbrowser gesteuert werden kann, zum Beispiel vom Pfarrbüro aus. Was Pfarrer und Küster nicht wussten: Die Anlage war völlig ungeschützt im Internet zugänglich und jeder konnte darauf zugreifen. Dazu war es nicht einmal nötig, Namen und Ort der Kirchengemeinde zu kennen, ein kurzer Ausflug zur Spezialsuchmaschine Shodan reichte. Anders als Google sucht Shodan nicht nach Webseiten, sondern nach Geräten, die sich im Internet befinden.

Die Suchmaschine durchforstet einen Teil der etwa drei Milliarden mit dem Netz verbundenen Maschinen (ohne Mobilgeräte und PCs). Nutzer haben damit bereits Ampelanlagen, Sicherheitskameras, eine Tankstelle, den Weinschrank eines Hotels und die Steueranlage eines Krematoriums gefunden. Manche Geräte sind aufgrund von Unwissen und Fehlbedienung der Anwender im Netz sichtbar. So war es bestimmt keine Absicht, dass die Sicherheitssysteme aller 250 Filialen einer Bekleidungskette über das Internet zugänglich waren – inklusive der Bilder aller Überwachungskameras.

Bisher waren Industrieanlagen üblicherweise Inselösungen ohne Verbindung nach außen. Doch die Industrie 4.0 soll die Wirtschaft mit einem lückenlosen Netz aus miteinander verbundenen Maschinen überziehen. Der Übergang von isolierten zu vernetzten Systemen macht diese aber auch angreifbar: Maschinen in der Fertigung sind denselben Risiken ausgesetzt wie die geschäftliche IT. Vor allem Fabrikanlagen sind eine besondere Herausforderung für die Sicherheit, denn sie haben eine sehr lange Lebensdauer. Die Technik wird nicht in kurzen Zyklen von höchstens fünf Jahren erneuert, sondern muss durchaus zwei Jahrzehnte funktionieren – und sicher sein.

Das erfordert eine Technologie, bei der Sicherheit von Anfang an in Produkte und Services aus dem Umfeld von Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge eingebaut sein muss. Vereinfacht gesagt: Es darf gar nicht erst möglich sein, kriminelle Aktionen zu unternehmen.



ANGRIFF AUS DER FORSCHUNG Extremsportler nutzen es, Forscher an beiden Polen, Reporter in Krisenregionen und auch manch ein Rucksacktourist nimmt es zur Sicherheit mit – das Satellitentelefon. Es verbindet sich nicht wie ein Handy mit einer Bodenstation, sondern mit einem von zahlreichen niedrig fliegenden Satelliten. Die Funkkommunikation basiert auf dem bekannten GSM-Verfahren, das 1987 eingeführt wurde und heute noch für die Vermittlung von Handygesprächen genutzt wird. Die dort verwendete Verschlüsselung ist schwach, Gespräche sind prinzipiell abhörbar. Bei Satellitentelefonen war über die Verschlüsselung allerdings nichts bekannt. Dr.-Ing. Benedikt Driessen vom Horst Götz Institut hat diese Wissenslücke nach „Hacker-Art“ behoben: Er hat die Software mehrerer Geräte analysiert. Leider mit ungünstigem Ergebnis: Die Verschlüsselung kann leicht geknackt werden. Da die Satelliten einen großen Bereich um den Telefonstandort abdecken, kann zumindest eine Gesprächshälfte auch aus großer Entfernung gut abgehört werden.

VERSCHLÜSSELUNG IM KLEINFORMAT Das „Internet der Dinge“ müsste eigentlich „Internet der kleinen Dinge“ heißen. Viele der Geräte darin haben keinen Platz für einen Computer im bekannten Schuhkartonformat, es sind eher Rechner in der Streichholzschatel. Für die Aufgaben smarterer Maschinen oder Wearables reicht das vollkommen aus. Aber auch diese kleinen Computer müssen verschlüsselt sein, denn viele Daten sind persönlich und sind vor Zugriffen von außen zu schützen. Die bisherigen Verschlüsselungsverfahren eignen sich aber nicht gut für den Einsatz in kleinsten Computern. An der Lösung, einer „Lightweight Kryptographie“, arbeiten die HGI-Sicherheitsforscher schon länger. Seit 2012 ist das in Bochum entwickelte Verfahren PRESENT ein international gültiger Standard und das neue Verfahren PRINCE ist optimiert für die schnelle Verschlüsselung auf kleinen Rechnern.

SELBST IST DIE MASCHINE: DANK M2M KÖNNEN SICH DEFEKTE GERÄTE SELBST HELFEN UND INFOS AN EINE ZENTRALE SOFTWARE SENDEN, DIE AUTOMATISCH EINEN TERMIN FÜR DEN TECHNIKER VEREINBART.



Montags, 9 Uhr, in einer Büroetage. In der Schlange vor dem Automaten mit den Schokoriegeln herrscht Aufregung. „Schon wieder keine Müslistangen. Und wer hat die Nummer vom Service? Der Aufkleber ist futsch.“ Da kommt schlechte Montagslaune auf. Dabei ginge das im 21. Jahrhundert auch anders: Der Automat erkennt, wenn ein bestimmter Riegel besonders begehrt ist und zur Neige geht. In diesem Fall alarmiert er den Auffüller und nutzt dafür das Internet, an das er mit einem Mobilfunkchip angeschlossen ist.

Ein banaler Süßigkeitenspender im Netz? Das hört sich im ersten Moment an, als habe hier jemand mit einer Kanone auf einen Spatzen geschossen. Ein Anruf reicht doch aus? Ja, aber in der Zwischenzeit entgeht dem Automatenaufsteller wertvoller Umsatz. Je schneller nachgefüllt wird, desto besser. Doch der Süßwarenspender im Internet hat noch mehr Vorteile. Der Dienstleister, der ihn in den Gewerbeetagen des Landes aufbaut, fährt nicht mehr zu festgelegten Terminen zum Nachfüllen, sondern nach Bedarf. Stark frequentierte Automaten werden mehrmals in der Woche angefahren, andere nur zweimal im Monat. Und auch hier spielt der Computer mit. Eine spezielle Software plant eine möglichst wirtschaftliche Tour. Der Auffüller fährt der Reihe nach alle Automaten an, bei denen es dringend ist. Und falls ein Notfall eintritt, verändert die Software kurzfristig den Plan. Eine ganze Reihe von Geräten und Programmen tauscht dafür untereinander Daten aus. Der Verkaufsautomat verbindet sich automatisch mit der Software für die Tourenplanung. Die wiederum verbindet sich mit dem Smartphone des Fahrers und präsentiert ihm seinen Plan.

Und auch in die Gegenrichtung ist die Kommunikation möglich: Das Smartphone des Fahrers registriert via GPS die Position, berechnet die mögliche Ankunftszeit und schickt sie an die zentrale Tourenplanung. Die wiederum könnte jetzt eine Meldung an den Automaten senden, die er auf seinem Display zeigt: „Auffüller

kommt um 10 Uhr.“ Hier reden die Maschinen miteinander, ohne dass Menschen das überhaupt mitbekommen – „Machine-To-Machine“ (M2M). Der Informationsaustausch zwischen Maschinen über das Internet und Mobilfunkverbindungen ist wesentlicher Bestandteil und auch Voraussetzung für das Internet der Dinge (IoT, Internet of Things).

Ein Beispiel sind Stromzähler, die Waschmaschinen über günstige Stromtarife informieren und die sich dann anschalten, sofern ausreichend viel Wäsche darin ist. Ein schon alltägliches Ding ist das Navi, das Verkehrsinfos via Funk bekommt und dann eine staufreie Route berechnet. Natürlich gehört in diese Reihe auch der viel zitierte Kühlschrank, der Milch und Aufschnitt in Eigenregie nachbestellt. All diese Beispiele funktionieren nur, wenn die Geräte miteinander vernetzt sind. „Es gibt bereits heute sehr viele Anwendungsgebiete,“ meint Bernd Groß, der Geschäftsführer des Düsseldorfer M2M-Spezialisten Cumulocity. Er betreibt eine M2M-Plattform, die anderen Unternehmen dabei hilft, Geräte schnell ans Internet anzuschließen und miteinander zu verbinden.

Am Müsliriegel-Beispiel ausgedrückt: Um Verkaufsautomat und Tourenplanungs-Software zu verbinden, benötigt das Unternehmen ein spezielles Programm. Es müsste also Entwickler beauftragen, die so etwas herstellen können. Doch das ist teuer und für viele kleinere Unternehmen zu aufwändig. Cumulocity bietet mit seiner Plattform, der Cumulocity-Cloud, eine kostengünstige Alternative. Die Unternehmen haben nichts mit Computern, Servern, Netzwerken und der Installation von Anwendungen zu tun. Sie verbinden lediglich ihre Software und ihre Verkaufsautomaten bzw. andere Geräte mit der Cumulocity-Cloud und bestimmen dort, wann was passiert. Das ist für ein Unternehmen deutlich einfacher als das Selbermachen. „Die Kosten sind gering, da keine hohen Anfangsinvestitionen fällig werden“, erklärt Groß. „Bei einem Euro pro Gerät und Monat können



DAS INTERNET DER DINGE

Das „Internet der Dinge“ wird den Alltag revolutionieren. Gegenstände wie Garagentore, Heizungen oder Stromzähler sollen vernetzt werden, um das Leben des Konsumenten zu erleichtern – Maschinen und andere Endgeräte kommunizieren mit Hilfe von Sensoren, dem Internet und Mobilfunkverbindungen miteinander. Die Art der Anwendungsgebiete ist im Grunde unbeschränkt. Ein denkbare Beispiel: Der Strampelanzug eines Babys überwacht Herzschlag und Atemfrequenz. Bei Problemen übermittelt er den Eltern einen Alarm, zum Beispiel auf das Smartphone. Dahinter steckt ein riesiger Markt: Bis zum Jahr 2020 soll es mehr als 50 Milliarden vernetzte Geräte weltweit geben, schätzen Netzwerkausrüster. Für diese Menge an Geräten sind neben Sensoren und Prozessoren viele andere Bauteile und Programme notwendig. In fünf Jahren soll bereits eine Billion Dollar Umsatz damit gemacht werden.

Unternehmen rasch ein Pilotprojekt aufziehen und das Internet der Dinge ausprobieren.“ Die entstehenden Daten können durch die Unternehmen ausgewertet und dann entsprechend bestimmter Geschäftsregeln weiter verarbeitet werden. So weiß zum Beispiel der Automatenaufsteller genau, bei welchen Kunden der meiste Umsatz gemacht wird und es sich vielleicht lohnt, einen weiteren Automaten aufzustellen.

Das Praktische daran: Die Cloud könnte Namen und Anschrift dieses Aufstellortes direkt an die Software für den Vertrieb schicken. Besonders einfach ist das mit einem entsprechenden Cloud-Dienst, der via Internet erreichbar ist. Die Vertriebler bekommen dann sofort in ihrer Software angezeigt, welches Unternehmen sie auf einen neuen Automaten ansprechen sollen. Und auch Wartungszyklen können verlängert werden bzw. bedarfsgerecht erfolgen. Die Geräte melden mögliche Probleme frühzeitig und von selbst, es muss niemand mehr in regelmäßigen Abständen nachschauen. Das betrifft nicht nur Verkaufsautomaten oder ähnliche Geräte, auch die

Anlagen und Maschinen in einer Fabrik können auf diese Weise von den Herstellern betreut werden. Und auch das Steuern von Heizungen, Klimaanlage und anderer Haustechnik gehört zum Internet der Dinge.

Das alles ist gut für Umsatz und Gewinn, aber interessant wird das Vernetzen von Geräten aller Art besonders dann, wenn dabei völlig neue Ideen entstehen. „Die meisten M2M-Geschäftsmodelle sind noch gar nicht erfunden, denn viele Ideen entstehen erst durch die Nutzung von M2M und dem Internet der Dinge“, erklärt Groß. Es wird in Zukunft viele völlig neue Produkte oder Services erlauben. So bieten bereits jetzt erste Versicherungskonzerne eine vom Fahrverhalten abhängige Autoversicherung. Dabei wird im Auto eine Blackbox eingebaut, ein Fahrtenschreiber mit Internetverbindung. Sie zeichnet Daten zur Fahrweise auf und sendet sie in die Cloud. Dort werden sie gesammelt und ausgewertet. Je nach Fahrverhalten wird dann ein Rabatt berechnet.

Durch die immer preiswerter werdende Computertechnik und die weite Verbreitung des mobilen Internets entstehen Anwendungen, die vor wenigen Jahren noch undenkbar gewesen wären. So hat Cumulocity für gut tausend Verkaufsautomaten eines Aufstellers eine Möglichkeit zur Bezahlung mit dem Smartphone geschaffen: Eine App ermittelt erst die Position des Kunden und zeigt ihm die Automaten in seiner Umgebung an. Der Kunde wählt den richtigen Automaten an und schon wird das Geld per Zahlungsdienstleister dem Aufsteller gutgeschrieben und die Cloud sagt dem Automaten, dass er die Müslistange genau jetzt auswerfen darf.



BEST PRACTICE

DER SMARTE KOFFER GEHT NICHT VERLOREN

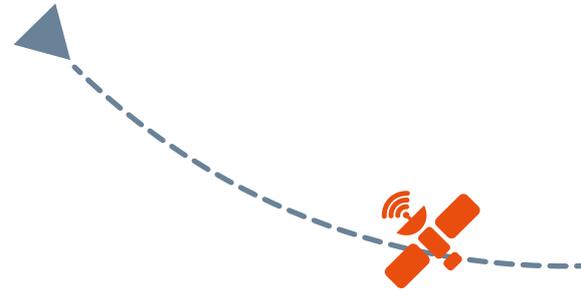
Die modernen Kommunikationstechnologien eröffnen aber nicht nur für Unternehmen ganz neue Möglichkeiten und Erleichterungen. Airbus hat den „intelligenten Koffer“ entwickelt, von dem Reisende profitieren können. Koffer werden mit einem RFID-Chip ausgestattet, auf dem die Reisedaten seines Besitzers gespeichert sind und werden dann allein auf die Reise geschickt. Der Reisende muss nichts mehr schleppen, denn der Koffer findet dank eingebauter RFID-Funkchips und der Verbindung zur Flughafenlogistik immer seinen Weg zum Zielort. Selbst im Falle einer kurzfristigen Flugplanänderung, einer Verspätung oder eines verpassten Anschlussflugs. Und mit Hilfe einer Smartphone-App kann der Besitzer auch jederzeit nachschauen, wo der Koffer sich gerade befindet. Der RFID-Chip ermöglicht das. Die Vorteile für Reisende: Kürzere Wartezeiten bei An- und Abflug, kein Stress mehr mit schwerem Gepäck. Und die Airlines haben weniger Ärger und Kosten mit verlorenen Koffern.





**DIE WARE BITTET UM
SCHNELLE FAHRT**

BALD SUCHEN TRANSPORTKISTEN, EUROPALETTEN UND ÜBERSEE-CONTAINER EIGENSTÄNDIG NACH DEM WEG UND PASSEN AUF, DASS SIE MIT DER RICHTIGEN FRACHT BELADEN WERDEN.



„Hilfe, ich bin bald leer. Bestell doch mal schnell neue Schrauben.“ So würde es ein Mensch ausdrücken. Die intelligenten Lagerkisten der Würth Industrie Service GmbH sprechen allerdings Computersprache. Damit fordern sie das Warenwirtschaftssystem eines Unternehmens auf, im Würth-Shop neue Schrauben oder andere Kleinteile zu bestellen.

So gibt es keinen Stillstand mehr in der Fabrik, weil Kleinteile fehlen und irgendwer die Bestellung vergessen hat. Das ist für Unternehmen praktisch, aber für die Logistik der Beginn einer Revolution. Waren verteilen, liefern und lagern, das wird bald anders erledigt als heute. In Zukunft finden Dinge wie Kühlschränke, Fernsehgeräte, Lebensmittel oder Schrauben ihren Weg wie von selbst vom Hersteller zum Supermarkt, Fachmarkt oder zur Haustür eines Bestellers. Sie wissen selbst, was getan werden muss: „Bring mich zur Verladestation XYZ.“ – „Vorsicht, ich darf nicht in der Sonne gelagert werden.“ Wer diese Zukunft sehen will, muss das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (Fraunhofer IML) in Dortmund besuchen. Die Wissenschaftler hier stecken hinter der intelligenten Kiste und vielen anderen Projekten für die Logistik der Zukunft.

„Gefragt sind schnelle Entscheidungen in Echtzeit. Deshalb verzichten wir auf eine träge, zentrale Steuerung“, beschreibt Fraunhofer-Mitarbeiter Philipp Wrycza die Grundidee der verschiedenen Fraunhofer-Projekte. „Dezentral agierende Systeme mit der nötigen Eigenintelligenz sollen eigenständig agieren. Das Fernziel ist ein smarter Material- und Warenstrom, der auf steuernde Eingriffe verzichten kann.“ Auf diesem Ansatz wird eine ganze Reihe von intelligenten Lösungen für die Zukunft aufgebaut, auf Basis modernster Technologien. Die intelligente Kiste zum Beispiel nutzt eine Kamera und Software zur Bilderkennung, die eine Bestellung immer dann auslöst, wenn in der Kiste der Boden zu sehen ist. Auch die Lieferung der bestellten Waren wird in Zukunft anders aussehen, wie im Forschungsprojekt smaRTI

zu sehen ist. Kern ist dabei die „Entwicklung einer neuen Generation intelligenter Ladungsträger“, wie es die offizielle Beschreibung etwas sperrig nennt. Gemeint ist damit unter anderem die altbekannte Europalette – eine einfache Konstruktion aus Holz in den Maßen 80 mal 120 Zentimeter, die gut 14 Zentimeter hoch ist und 1,5 Tonnen Traglast aushält.

Was können die Wissenschaftler an diesem seit Jahrzehnten bewährten Klassiker verbessern? Sie können ihn mit einem RFID-Chip ausstatten, Transponder genannt. smaRTI-Paletten nutzen neben einem Barcode auch noch einen solchen Chip, der ganz ohne Energiezufuhr auskommt. Er gibt der Palette eine eindeutige Kennung und ermöglicht vor allem die Ortung innerhalb einer Lagerhalle. Die smaRTI-Palette ist bereits im Einsatz, REWE (Köln) und Mars (Verden) nutzen sie im Pilotbetrieb. Das Ganze ist als Kreislauf ausgelegt: Paletten-Hersteller Chep schickt leere Paletten an das Werk in Verden. Dort werden die Produkte auf die Paletten gepackt und zunächst an ein Zentrallager geschickt. Entsprechend der Bestellungen werden die Paletten an die REWE-Märkte verteilt und nach dem Abpacken wieder an den Dienstleister, den Paletten-Hersteller Chep, zurückgeschickt.

Das wirkt unspektakulär, die Möglichkeiten der smaRTI-Palette erschließen sich erst auf den zweiten Blick. Zunächst einmal kennt REWE über den Transponder jederzeit die Position einer Palette. Das verhindert Fehler beim Beladen sowie Verzögerungen durch aufwändiges Durchzählen und Einbuchen der Paletten in eine Software. Im Zusammenspiel mit der Software werden automatisch Transporte ausgelöst und die Bestände zugleich optimal verwaltet. Wenn etwa eine vorgegebene Palettenanzahl an der Rampe bereitsteht, bestellt das System automatisch den passenden Laster.

Das neue System ist aber keine Einzellösung für Lebensmittelhersteller und Supermärkte, smaRTI kann in vielen



Branchen für die Lieferung kleiner und großer Produkte eingesetzt werden. Außerdem sind andere Ladungsträger in der Entwicklung.

Im Projekt Dyconet (Dynamische Container-Netzwerke) wird ein intelligenter Luftfrachtcontainer entwickelt. Er besitzt einen kleinen, autarken Computer, der Informationen über Zielort und Art der Ladung enthält. Damit sucht er sich selbst seinen Weg und passt auf, dass er mit der richtigen Fracht beladen wird. Durch integrierte Sensoren können die Luftfrachtcontainer Daten aus

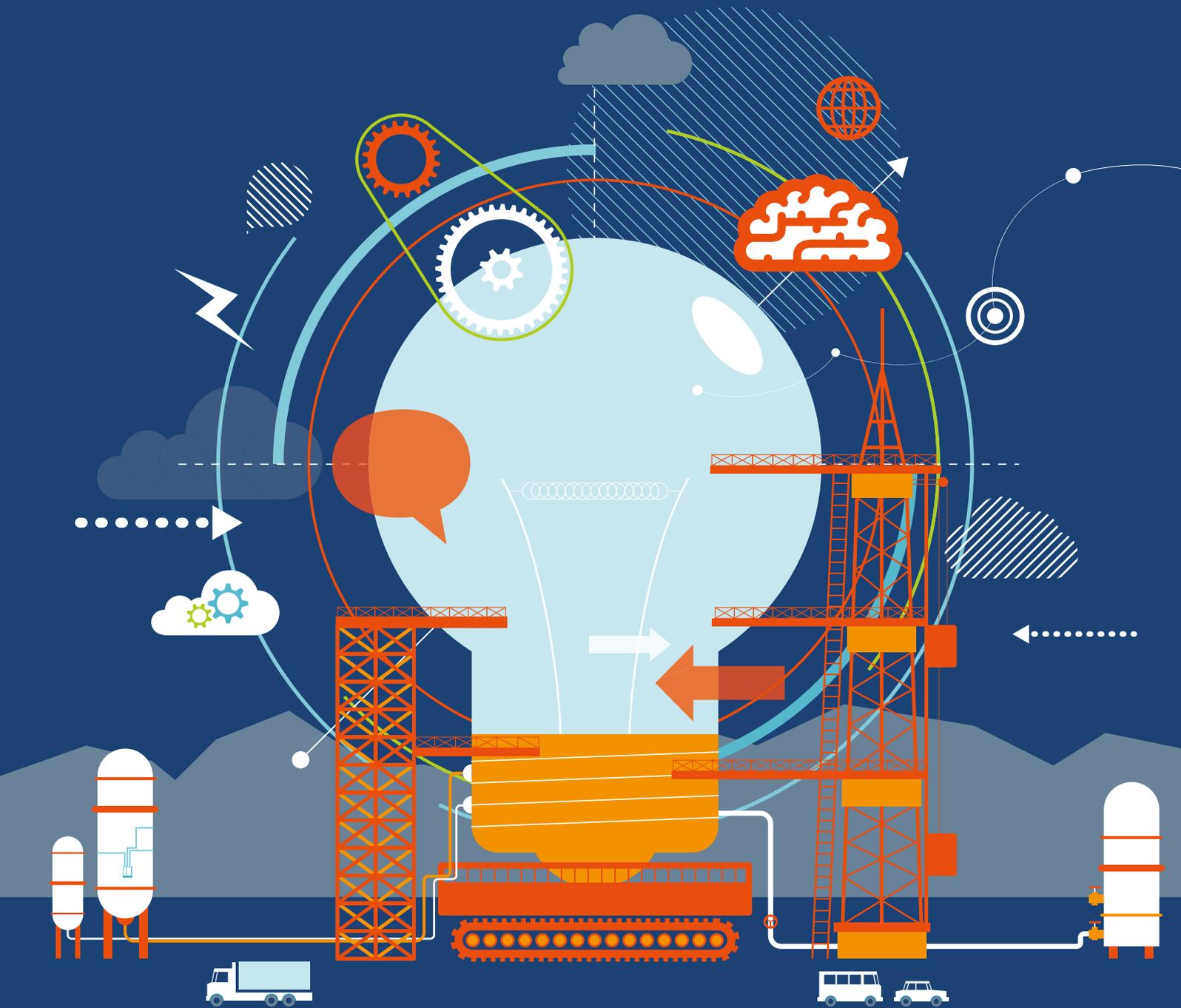
ihrem Umfeld erfassen und darauf reagieren. Beispielsweise könnte der Computer Alarm schlagen, wenn er mit der falschen Ware beladen wird. Die Behälter können außerdem eine Funkverbindung aufbauen und bei empfindlicher Ware den raschen Abtransport einfordern.

Im Moment sind die smarte Palette und der intelligente Aircargo-Container noch Insellösungen. Doch in wenigen Jahren werden solche Techniken zusammenwachsen und zu einem heute noch futuristisch wirkenden Netzwerk aus smarten und autonomen Transportern führen.

BEST PRACTICE

OHNE FAHRER ZUM ZIEL Transportwagen ohne Fahrer, die sich ihre Aufgaben und ihren Weg selber suchen – auf den mehr als tausend Quadratmetern der Forschungshalle für „Zellulare Fördertechnik“ (ZFT) gibt es das. Die Forscher des Fraunhofer IML haben in der ZFT-Halle ein komplettes Lagerzentrum mit Regalen und Kommissionierstationen aufgebaut. Hier untersuchen Wissenschaftler, wie sich „Schwarmintelligenz“ für die Logistik nutzen lässt. Zugleich ist die Halle eines der größten Experimentierfelder für die Anwendung künstlicher Intelligenz in der Logistik. Ein Schwarm aus 50 Wagen entscheidet untereinander, wer die Arbeit übernimmt und kann sich dadurch viel flexibler anpassen.

NIE WIEDER IM STAU STECKEN 12.800 Kilometer Autobahn, 400.000 Kilometer Stau im Jahr. Das Navi hilft wenig, denn alle Geräte bieten die gleichen Ausweichstrecken an, so dass dort direkt der nächste Stau ist. Das Projekt „Dynamics in Navigation“ von Prof. Dr. Michael Schreckenberg möchte diesen Missstand durch intelligente Navigationssysteme beseitigen. Der Forscher am Lehrstuhl „Physik von Transport und Verkehr“ der Universität Duisburg-Essen verfolgt für dieses Ziel zwei Ansätze: Ein zentraler Dienst soll Daten über die Auslastung der Straßen und die verbleibenden freien Kapazitäten sammeln. Dabei geht es um die Analyse der tatsächlichen Verkehrssituation und um Verkehrsprognosen. Die Routenwahl im Navi wird dann dynamisch und individuell an die Analyse angepasst. Der zweite Ansatz nutzt das Verkehrsmanagement durch die Behörden, um die Navigation konkret zu beeinflussen. Denn der zentrale Service verarbeitet auch Infos wie innerstädtische Sperrungen und die zugehörigen Umleitungsempfehlungen. Auch diese Angaben beeinflussen die automatische Routenwahl und vermeiden Staus.



DAS STROMNETZ SMART UND DEZENTRAL STEUERN

MAL MEHR, MAL WENIGER – DIE KRUX DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IN VIER WORTEN. DAS STROMNETZ MUSS DARAUFG VORBEREITET WERDEN, ES MUSS INTELLIGENTER WERDEN UND EINE DEZENTRALE STEUERUNG NACH BEDARF ERLAUBEN.



In Deutschland glitzert und rotiert es. 1,4 Millionen Solaranlagen mit ihrem typischen Gefunkel im Sonnenlicht finden sich auf deutschen Dächern. Fast 24.000 Windanlagen drehen sich in deutschen Landen, besonders häufig im windreichen Norden. Dies ist der deutlichste Hinweis auf die Energiewende – sie ist bereits da.

Doch die Energieversorger stehen vor großen Herausforderungen. Strom aus erneuerbaren Energien schwankt wetterabhängig. Großanlagen wie Windparks sind oft weit entfernt von den Verbrauchern, so dass der Strom über große Entfernungen transportiert und auch gespeichert werden muss. Zudem steigt der Strombedarf der Bevölkerung immer weiter an. Das Leitungsnetz erreicht zu Spitzenzeiten schon heute seine Grenzen.

Die Lösung für diese vielen Aufgaben nennt sich „Smart Grid“. Im Unterschied zum bisherigen Stromnetz gibt es darin an vielen Stellen Sensoren und Computer. Sie überwachen und steuern das Einspeisen, Verteilen und Verbrauchen von Strom – bei den Stromerzeugern, unterwegs an den Überlandleitungen und in den Haushalten und Unternehmen.

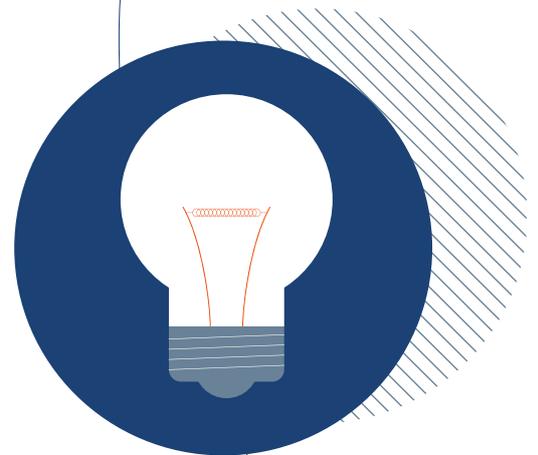
Das Stromnetz muss sich an vielen Stellen ändern, zum Beispiel die Leitungen vor Ort. „Der Teil des Stromnetzes, der zum Endverbraucher führt, ist nie für das Einspeisen von Strom gedacht gewesen“, sagt Prof. Dr. Markus Zdrallek vom Lehrstuhl für Versorgungstechnik an der Uni Wuppertal. Das Netz aus Hoch-, Mittel- und Niederspannungsleitungen war ursprünglich darauf ausgelegt, den Strom aus wenigen hundert Großkraftwerken an viele kleine Endverbraucher zu verteilen. Heute dagegen gibt es viele kleine und mittelgroße Produzenten – Solaranlagen auf Hausdächern, Solarparks und Windparks.

Ein für erneuerbare Energien typisches Phänomen tritt oft frühmorgens an einem sonnigen Sommersonntag auf. Dann schlafen die meisten noch und es wird fast kein Strom verbraucht. Die Solaranlagen dagegen haben eine

Produktionsspitze. Üblich sind im normalen Ortsnetz 230 Volt bei einer Toleranz von zehn Prozent. Werden diese Werte durch die Einspeisung von Solarstrom überschritten, können Haushaltsgeräte und andere Maschinen kaputt gehen oder die Transformatoren und ähnliche Anlagen im Netz überlastet werden – ein örtlicher Stromausfall folgt. Mit Smart Grid-Technologien kann ein solcher Vorfall verhindert werden. Ein Anwendungsbeispiel dafür: Eine spezielle Steuereinheit wird in die vorhandenen Anlagen in einem Ortsnetz eingebaut. Sie besteht aus einem Minicomputer mit einer speziellen Steuerungssoftware und ist mit verschiedenen Solaranlagen und Messgeräten verbunden.

Das Gerät heißt iNES (intelligente Ortsnetzstation) und ist eine Entwicklung des Teams von Prof. Zdrallek und einem Industriepartner. Es wird in einigen Ortsnetzen bereits eingesetzt. Stromsensoren alarmieren iNES, wenn plötzlich die Spannung auf gefährliche Werte steigt. Das Gerät reagiert sofort und regelt zum Beispiel einige Solaranlagen geringfügig herunter. Dadurch sinkt die Spannung wieder auf normale Werte, die eingebaute Intelligenz verhindert Geräteschäden und Stromausfälle. „Diese Art der Überspannung durch zu viel Sonnenenergie kommt lediglich ein paar Mal im Jahr vor“, erklärt Prof. Zdrallek. „Es wäre nicht finanzierbar, das Stromnetz so auszubauen, dass diese seltenen Ereignisse berücksichtigt werden können.“ Statt auf verstärkte Kupferleitungen und leistungsfähigere Transformatoren setzen die Stromversorger auf intelligente Steuerung. „Diese Regelungstechnologie ist in vielen Netzen schon Alltag“, sagt Prof. Zdrallek. „iNES ist ein Element des Smart Grid, der bereits jetzt funktioniert und von der SAG GmbH vermarktet wird.“

Auf der Hannover Messe 2014 erhielt die SAG GmbH für iNES den HERMES AWARD 2014. Damit zeichnet die Messe hervorragende Leistungen im Bereich industrieller Innovationen aus. Die Forscher in Wuppertal sind bereits einen Schritt weiter: Mit dem Projekt „NiVeAu“ (Netz-



intelligenz für die Verteilnetzautomatisierung) wird das Konzept auf die Mittelspannungsnetze erweitert. Der logische nächste Schritt, denn die dezentrale Automatisierung muss auch in diesem Teil des Stromnetzes verwirklicht werden. Der Grund sind hier ebenfalls regenerative Energien. Biomasse- und Windkraftwerke produzieren nicht wie die herkömmlichen Kraftwerke gleichmäßig Strom, sondern haben Leistungsspitzen und -senken. Die unregelmäßige Stromerzeugung wird durch das „Smart Grid“ ausgeglichen. Dazu erhält das Umspannwerk ein Automatisierungsgerät, das sich zyklisch mit den ebenfalls intelligenten Ortsnetzstationen und weiteren Steuergeräten verbindet. Wenn es zu Problemen kommt, greift das System ein. Sollte die Situation nicht durch Veränderungen auf der Netzseite in den Griff zu bekommen sein, kann das Gerät sogar die Kraftwerke steuern und zum Beispiel einen Rotor aus dem Wind drehen. Damit sind die Stromnetze auf besonders stürmische Tage vorbereitet.

Doch es gibt natürlich auch das Gegenteil: Windstille und keinen Strom. Zur regenerativen Energie gehört deshalb auch eine moderne Speichertechnologie, mit der Strom für längere Zeit „gelagert“ werden kann. Diese Speicher müssen ebenfalls an eine intelligente Steuerung angeschlossen sein, damit sie zum richtigen Zeitpunkt geladen und wieder entladen werden. Hierbei sollen nach Ansicht zahlreicher Forscher dezentrale Speicher in das Mittelspannungsnetz eingefügt werden – es eignet sich am besten für diese Aufgabe. Durch die weiträumig verteilten Speicher ist eine zentrale Steuerung nicht besonders sinnvoll. Auch hier ist wieder eine Steuerung nach örtlichen oder regionalen Bedürfnissen nötig – in einem Smart Grid.



BEST PRACTICE

GEMEINSAM MEGAWATTSTARK Minikraftwerke, die geringe Mengen Strom in das Netz einspeisen, sind ein relativ neues Phänomen. Allerdings haben die Kleinspeiser keine besonders große Marktmacht und können zum Beispiel keine Strombörsen nutzen, um dort ihren Strom anzubieten. Die Kölner Next Kraftwerke GmbH hat deshalb ein Geschäftsmodell entwickelt: Viele kleinere Einspeiseanlagen schließen sich zusammen und treten als Verbund auf – sie bilden ein so genanntes virtuelles Kraftwerk. Das ist ein Zusammenschluss von dezentralen Stromerzeugern aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien. Gebildet wird es aus Biogas-, KWK (Kraft-Wärme-Kopplung)-, Windkraft-, Solar- und Wasserkraftanlagen. Dadurch entsteht ein Kraftwerk in der Cloud, das wie ein richtiges Kraftwerk angesteuert werden kann. So gibt es eine zentrale Leitwarte, die alle im virtuellen Kraftwerk vernetzten und regelbaren Anlagen steuert. Damit kann das Cloud-Kraftwerk Strom abgeben, der von den Stromversorgern kurzfristig angefordert wird, im E-Werk-Jargon „Regelenergie“ genannt. Und viele Kleinerzeuger können ihren Strom gemeinsam vermarkten.

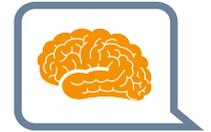
EUROPAWEITE KOMMUNIKATION GEGEN DEN BLACKOUT

Zu viel Sonnenschein hier, zu wenig Wind dort – die Unwägbarkeiten der umweltfreundlichen erneuerbaren Energien tauchen nicht nur örtlich auf. Sie sind auch auf europäischer Ebene eine große Herausforderung für die Energiewirtschaft. Die Netze müssen nicht nur ausgebaut, sondern auch besser überwacht werden. Prof. Dr. Christian Rehtanz und sein Team im Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz und Energiewirtschaft der Technischen Universität Dortmund entwickelt in einem DFG-Forschungsprojekt ein Messsystem, das die europäischen Stromnetze in Echtzeit überwachen soll. Damit können die Netzbetreiber schneller auf Störungen reagieren und großräumige Stromausfälle vermeiden. Derzeit ist das europäische Stromnetz eher ein Flickenteppich. Jeder Netzbetreiber ist nur für sein eigenes Netz zuständig, zwischen ihnen wird teilweise noch das Telefon als Mittel für die Kommunikation eingesetzt. Durch eine vernetzte und intelligente Messinfrastruktur können die Netze im Millisekundentakt überwacht und gesteuert werden. Damit können die Netzbetreiber den gefürchteten Kaskadeneffekt vermeiden: Dabei schaltet sich ein überlasteter Netzteil ab, was zur Überlastung anderer Netzteile führt, die sich dann ebenfalls abschalten und ganze Netzstrukturen auf null setzen. Die Forscher wollen die Schaltzentralen der Stromversorger in Europa mit handfesten Daten ausstatten, die solche Probleme mit den richtigen Reaktionen vermeiden.



DAS KRANKENHAUS ALS VERNETZTES SYSTEM

HERZMONITOR, ENDOSKOP, DIGITALE KRANKENAKTE, WUND-MANAGEMENT, ABRECHNUNGSSOFTWARE – KRANKENHAUS ODER ARZTPRAXIS DER ZUKUNFT BESTEHEN AUS MEDIZINGERÄTEN UND IT-SYSTEMEN, DIE UNTEREINANDER INFORMATIONEN AUSTAUSCHEN UND DIE ÄRZTE UNTERSTÜTZEN.



■ Gespannte Aufmerksamkeit hinter grünen Stoffmasken. Gleichmäßiges Piepen des Herzmonitors. Das langsam pulsierende Schnorchelgeräusch des Beatmungsgerätes. Eine Schwester reicht dem Chirurgen ein Skalpell, der dann entschlossen zum Schnitt ansetzt. Willkommen in der Hollywood-Klinik.

Der OP der Zukunft wird solchen Klischees nur noch wenig entsprechen, denn in ihm werden neben Menschen auch viele technische Helfer zu sehen sein. Er wird ein intelligenter, vernetzter Operationssaal sein, mit vielen Monitoren und einem Leitstand, mit vielen verborgenen IT-Systemen, die Patientendaten erfassen, auswerten und analysieren. „Bereits im heutigen Operationssaal haben wir eine zunehmende Technisierung“, sagt Prof. Dr. Klaus Radermacher vom Lehrstuhl für Medizintechnik im Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik der RWTH Aachen. „In Zukunft haben wir noch mehr Systeme, die aufeinander zugreifen müssen, um ihre Aufgaben zu erfüllen.“ Radermacher und ein großes Team aus Forschung, Klinik und der Gesundheitsbranche loten im Leuchtturmprojekt OR.net die Möglichkeiten des vernetzten, smarten OPs aus.

Hier regieren nicht mehr nur Skalpell und Tupfer. Neben Geräten wie dem Herzmonitor oder einer Beatmungs-maschine gibt es im OP beispielsweise Endoskope, Bildgebungssysteme oder computerunterstützte Chirurgiegeräte. All diese Maschinen produzieren Daten über den Zustand des Patienten oder den Fortschritt der Operation. Im vernetzten OP der Zukunft wird die gesamte Medizintechnik automatisch Informationen austauschen. Das macht die Arbeit der Chirurgen leichter: Sie können sich voll auf die Operation konzentrieren.

Radermacher und sein Team arbeiten an einem offenen Standard, der allen Produzenten gleichermaßen zugänglich ist. Er erlaubt den Krankenhäusern die freie Auswahl – jedes Gerät jedes Herstellers kann sich miteinander verständigen. Solche Verfahren werden üblicherweise

nicht kommerziell verwertet, so dass sie für jeden Hersteller verfügbar sind. Letztlich geht es um eine stärkere Verschränkung von Medizintechnik und medizinischen IT-Lösungen. Wenn alle Geräte und Systeme den Datenaustausch und die Vernetzung unterstützen, werden die Arztpraxen und Krankenhäuser von vielen Aufgaben entlastet. Eine Möglichkeit ist zum Beispiel das automatische Abwickeln der OP-Dokumentation und die ebenso automatische Übertragung an die Abrechnungssysteme der Rechnungsabteilung. Außerdem landen alle Patientendaten direkt in der Krankenakte und werden korrekt aufbereitet an den Hausarzt und die Krankenkasse gesendet – immer jeweils entsprechend der gesetzlichen Anforderungen und des Datenschutzes.

„Um diese Vision zu verwirklichen, müssen die technischen Systeme der Krankenhäuser bis in die digitalen Krankenakten hinein interoperabel sein“, betont die Telemedizin-Expertin Prof. Dr. Sylvia Thun von der Hochschule Niederrhein. „Zudem sollte hier auch mehr Transparenz für den Patienten erreicht werden, damit er seine Gesundheitsdaten selbst einsehen kann.“

Der smarte OP ist nur ein Ausdruck eines Trends im Gesundheitswesen, der sich nach Ansicht von Prof. Thun durch ein verändertes Verständnis von Medizintechnik auszeichnet: „Sie rückt näher an den Menschen heran.“ Vernetzte und tragbare kleine Medizingeräte überwachen Vitalfunktionen, übertragen die Daten direkt in die Arztpraxis oder das Krankenhaus und können bei Notfällen überlebensentscheidende Infos liefern. Voraussetzung für diese Entwicklung sind, wie beim vernetzten Operationssaal, offene, international einheitliche Schnittstellen. Sie müssen von allen Medizingeräten, aber auch von den IT-Systemen der Krankenhäuser, Labors, Arztpraxen und Krankenkassen unterstützt werden. „Das erleichtert die Arbeit der Ärzte, aber auch die Entwicklung neuer Systeme“, betont Prof. Thun. „Dadurch haben auch mittelständische Unternehmen eine Chance, am Boom der modernen Medizintechnik teilzuhaben.“



Dies betrifft auch den „zweiten“ Gesundheitsmarkt, wie der Endkundenmarkt für selbst bezahlte Gesundheitsprodukte genannt wird. Hier gibt es im Moment einen starken Digitalisierungsschub mit Angeboten wie Online-Gesundheitsportalen, einer Vielzahl von Wellness-Apps,

Fitness-Tools oder Vitaldaten-Monitoring. Nach einer Analyse des Beratungsunternehmens Deloitte werden solche Produkte bereits von mehr als 40 Prozent der Smartphone-Besitzer eingesetzt.

BEST PRACTICE

GESUNDHEITSÜBERWACHUNG ÄLTERER MENSCHEN

Die Vitaldaten vieler älterer Menschen müssen dauerhaft überwacht werden – eine Aufgabe, die sich gut mit Hilfe von tragbaren medizinischen Sensoren erledigen lässt. Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik (Fraunhofer FIT) in St. Augustin hat ein mobiles drahtloses System mit miniaturisierter Sensorik zur Gesundheitsüberwachung älterer Menschen in ihrer Wohnung entwickelt. Das Gerät integriert erstmalig drei unterschiedliche Sensoren: Ein Messgerät ermittelt biochemische Informationen wie Werte für Glukose, Laktat oder Cholesterin. Ein zweiter Sensor wird genutzt, um mit Farbstoffen markierte Biomarker zu erkennen. Ein drittes Gerät überwacht Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung. Eine Smartphone-App verarbeitet die Daten aller drei Sensoren und leitet sie an einen Server weiter. Der sichere Datentransfer wird über eine spezielle Funkverbindung hergestellt. Durch die Integration der miniaturisierten Sensoren in ein mobiles Gerät, das mit einem Krankenhaus vernetzt ist, können Patienten zu Hause diagnostiziert werden, ohne in ihrer Lebensqualität eingeschränkt zu sein.

SCHMERZEN PER APP DOKUMENTIEREN

Nicht jedes Gefühl am und im Körper lässt sich mit einem Sensor messen, zum Beispiel der Schmerz. Es ist sehr schwierig, ihn objektiv zu ermitteln und es ist noch schwieriger, bei einer einmaligen Untersuchung die Probleme eines Schmerzpatienten nachzuvollziehen. Neuartige mobile Endgeräte erlauben Patienten eine zeit- und ortsunabhängige Dokumentation ihres Schmerzzustandes. Für diesen Zweck entwickelt ein in Münster ansässiges Projektteam aus Ärzten in Zusammenarbeit mit der smart-Q Softwaresysteme GmbH aus Bochum eine App speziell für ältere Menschen. Das Projekt wird vom Land Nordrhein-Westfalen und der Europäischen Union gefördert. Die Patienten geben mit der painApp zum Beispiel die Intensität von Ruhe- und Belastungsschmerz sowie die Schmerzdauer eigenständig ein. Die Dokumentation des Schmerzgeschehens lässt sich dabei ohne großen Aufwand in den Alltag integrieren. Die dadurch gewonnenen Informationen sind wichtig für eine umfassende schmerztherapeutische Versorgung. In einem speziellen Webportal können die an der Schmerztherapie beteiligten Ärzte und Pflegekräfte die Daten einsehen.



SMARTER WOHNEN

DER STAUBSAUGER ARBEITET AUTOMATISCH BEI LEERER WOHNUNG, DAS LICHT WIRD VON SELBST ANGESCHALTET UND BEI BESUCH ERKLINGT PASSENDE MUSIK – DIE ZUKUNFT DES WOHNENS IST SMART.



60 Quadratmeter in Bielefeld, mit Küche, Wohnzimmer, Fitnessraum und einem Badezimmer. Kein Schlafzimmer. Das ist ein wenig ungewöhnlich, aber das Appartement wirkt auf den ersten Blick wie jede andere Wohnung auch. Das ändert sich, wenn der Roboter um die Ecke gerollt kommt. Er sieht aus wie ein kleiner Gabelstapler, der einen Androidenkörper mit Kopf und zwei Armen spazieren fährt. Der Roboter gehört zur Wohnung, ebenso wie ein paar Dutzend vernetzter Geräte, die über die Räume verteilt sind. Willkommen im intelligenten Appartement, einem Forschungsprojekt des Exzellenzclusters Kognitive Interaktionstechnologie (Citec) der Universität Bielefeld.

Die Wohnung ist ein Experimentierfeld für Geräte und Verfahren im „Smart Home“. Ziel des Projekts ist ein selbstlernendes System, das automatisch erkennt, wann bestimmte Aktionen nötig sind. So wird das Licht in ungenutzten Räumen automatisch ausgeschaltet und sobald sich zu bestimmten Uhrzeiten Leute um den Küchentisch versammeln, aktiviert sich automatisch die Kaffeemaschine. Mit Touchscreen und Spracheingabe können sich die Bewohner mit der Wohnung verständigen und zahlreiche Geräte steuern, unter anderem den Roboter. Die Intelligenz dieser Wohnung liegt allerdings nicht nur in diesem Gerät. Damit das Steuerungssystem des Appartements erfassen kann, was in den Räumen vorgeht, gibt es Kameras, Mikrofone und weitere Sensoren.

„Eine solche intelligente Wohnung muss auch lernfähig sein, so dass die Sensoren zum Beispiel erkennen, dass der Teppich dringend gesaugt werden sollte“, erklärt die CITEC-Informatikerin Prof. Dr. Britta Wrede. Kein Problem für heutige Computer? Leider ist schon das Staubsaugen nicht so einfach. Gesaugt werden sollte nur dann, wenn es auch wirklich nötig ist. Dazu muss das System die Schmutztoleranz der Bewohner lernen und sich an die Gewohnheiten anpassen. So sollte nicht zu oft und nur bei leerer Wohnung gesaugt werden. Herumliegendes Kleinspielzeug von Kindern sollte nicht weggesaugt werden und der Sauger auf keinen Fall aufheulen, wenn

gerade Besuch da ist. Prof. Wrede sieht beim Smart Home allerdings nicht in erster Linie technologische Herausforderungen. Zwar ist hier noch viel Entwicklung möglich und auch nötig, denn ein wirklich intelligentes Haus ist noch Zukunftsmusik. Eine große Schwierigkeit, der die Heimautomation gegenübersteht, ist aber die Abstimmung zwischen Bewohner und Technik.

Denn ein wichtiges Ziel dieser und vieler anderer Smart-Home-Projekte sind Geräte, die „mitdenken“ und in bestimmten Situationen autonom agieren. Doch es ist noch eine offene Frage, wie Menschen wirklich auf die Technologie reagieren, wenn sie im Alltag dauernd damit konfrontiert sind. Wollen die Leute einfach in den Raum hineinrufen „Computer, Heizung an“? Oder reden sie lieber mit einem Roboterkopf, der in Ansätzen menschlich wirkt? Welche Stimme sollte das Haus haben – eine weibliche oder eine männliche? Finden Menschen Automatismen hilfreich oder unheimlich? Wie reagieren sie, wenn eine Computerstimme sie beim Verlassen der Wohnung warnt, dass sie die Aktentasche vergessen haben?

Dies fällt in den Bereich der „Mensch/Maschine-Interaktion“, die im Bielefelder Projekt ein wichtiges Forschungsfeld ist. Deshalb arbeiten dort auch kognitive Psychologen mit, nicht nur Informatiker und Robotik-Experten. Die Bewohner eines zukünftigen smarten Appartements sollen die Interaktion mit der Technik als einfach und problemlos empfinden und die Komplexität dahinter nicht wahrnehmen.

Erst dann ist das smarte Haus wirklich hilfreich. Und seine Intelligenz kann sogar Leben retten. Ein mögliches Szenario wäre eine Seniorenwohnung mit berührungsempfindlichen Sensoren im Fußboden. Sie registrieren, wenn eine Person hinfällt und ohnmächtig wird. Die Wohnung meldet sich sofort bei Polizei oder Feuerwehr und ruft um Hilfe.



BEST PRACTICE

WENN DIE WOHNUNG MITDENKT Seit einiger Zeit sind eine ganze Reihe von IKT-Unternehmen wie die Telekom oder Google, einige Startups sowie klassische „Weißware“-Hersteller wie Miele mit Produkten und Dienstleistungen für das Smart Home aktiv. Die neuen Produkte zielen auf Heimwerker, die mit leicht einzubauenden Geräten Garagentore, Jalousien, Licht, Heizung und smarte Haushaltsgeräte via App steuern möchten. Langsam entwickelt sich hier ein Markt, der mit kostengünstigen Produkten erobert werden soll. Bislang gab es vorwiegend kleine Insellösungen. So sind zum Beispiel in zufälligen Abständen aktive Schalter für Lampen schon Alltag. Sie schrecken Einbrecher ab, indem sie eine belebte Wohnung vortäuschen. Auf der Smart-Home-Plattform der Telekom, die sie gemeinsam mit Miele, Samsung und anderen Unternehmen entwickelt hat, gibt es mittlerweile eine Vielzahl von Elementen für das intelligente Wohnen. Kern ist eine App für Smartphones, die sich mit einer Steuerzentrale verbindet und darüber in Verbindung steht mit Geräten wie Heizkörperthermostaten, Rauch-, Wasser- und Bewegungsmeldern oder Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren.

INNOVATIONSWERKSTATT FÜR HÄUSER Ein Haus für die Forschung, mit einem Glasfasernetzwerk, viel Elektronik und einer privaten Sprinkleranlage – das ist nicht ungewöhnlich auf dem Gelände des Fraunhofer-inHaus-Zentrums in Duisburg. Die Innovationswerkstatt erforscht und testet neuartige Systemlösungen für intelligente Räume und Gebäude. Energieeffizienz durch neue Materialien, durch Gebäudetechnik und -automation, optimierte Office- und Hotelräume, mehr Sicherheit und Assistenz für den Pflegebereich – das sind Beispiele für die inHaus-Aktivitäten. Erprobt werden sie in zwei Anwendungslaboren in den Versuchsgebäuden inHaus1 (für Wohnimmobilien) und inHaus2 (für Gewerbeimmobilien). Das Versuchsgebäude für Gewerbeimmobilien demonstriert die Möglichkeiten von Verfahren für Energierückgewinnung und Energiesteuerung bei Heizungs- und Klimaanlage. In den Gebäuden stecken eine ganze Menge Ideen für intelligente Büros und Industrieflächen, die im Feldversuch getestet werden. Schon beim Bau wurden smarte Lösungen eingesetzt. Geräte und Material für den Bau trugen z.B. RFID-Tags (Radio Frequency Identification, Identifizierung durch Funk) und wurden in der Toreinfahrt automatisch erfasst. Sogar im Beton befinden sich diese kleinen Chips: Mit RFID vernetzte Sensoren haben den Aushärtprozess überwacht und informieren nun die Hausverwaltung über Temperatur und Feuchtigkeit im Inneren der Mauer.



STEUERUNG UND UNTER- STÜTZUNG AUS DER FERNE DANK TELEMATIK

SMARTPHONES, DAS INTERNET UND DIE PASSENDE APPS BIETEN FÜR MENSCHEN MIT BEHINDERUNG ERLEICHTERUNGEN IM ALLTAG. SO KÖNNEN SICH ZUM BEISPIEL BLINDE VON DER SPRACHAUSGABE EINER APP LEITEN LASSEN.



VERKEHRSTELEMATIK

Mit Hilfe von Verkehrstelematik können Verkehrsströme intelligent gesteuert werden, um Engpässe auf Straße und Schiene wirkungsvoller als bisher zu bekämpfen und die Zahl von Staus und Unfällen zu senken. Es werden Informationen zur Verkehrslage mit Sensoren am Straßenrand oder im Belag, aber auch mittels anderer Quellen erhoben. Ein bekanntes Beispiel sind die Stauinformationen, die Google Maps für Fernverkehrsstraßen und Ballungszentren anzeigt. Google erfasst dafür die Bewegungen von Fahrzeugen, in denen sich Android-Geräte befinden. Deren Besitzer nehmen freiwillig an diesem Dienst teil und müssen dafür GPS, Google Maps und die Übermittlung von Positionsdaten aktiviert haben. Diese automatisch erhobenen Verkehrsinfos werden in Echtzeit aktualisiert und zeigen die Zukunft der Stauwarnungen: Nicht mehr die fehlerträchtigen und oft verspäteten Meldungen von Menschen steuern die Verkehrsströme, sondern vernetzte Geräte. Das werden bald nicht mehr nur Smartphones, sondern die mit einem vernetzten Bordcomputer ausgestatteten Autos selbst sein.

Viele Alltagssituationen sind für Menschen mit Behinderung nicht so einfach zu meistern – zum Beispiel können sich Fahrten mit dem öffentlichen Personennahverkehr als enorm umständlich erweisen. Vor allem spontane Fahrten sind beispielsweise für blinde Menschen oder solche die im Rollstuhl sitzen ohne einen Helfer ein Problem. Blinde finden den Weg in einen Bus oft nur, wenn eine andere Person oder ein akustisches Signal sie führt. Rollstuhlfahrer scheitern manchmal an so banalen Dingen wie einem Türöffner, den sie nicht erreichen können.

Dank des neuen Personenbeförderungsgesetzes werden viele dieser Schwierigkeiten bis 2022 der Vergangenheit angehören. Viele Haltestellen und -inseln haben bereits abgesenkte Bordsteinkanten, Blindenleitsysteme und werden von Niederflurbussen angefahren. In den nächsten Jahren sollen hier alle Lücken geschlossen werden. Doch Umbauten und die Niederflurtechnik sind nicht

alles. Durch die Verbreitung von Smartphones können viele Probleme einfach mit Software für Verkehrstelematik gelöst werden. Ein Beispiel dafür ist der Halteknopf, der bei einem speziell ausgerüsteten Bus via Mobilgerät ausgelöst wird. Diese Möglichkeit bietet das BusAccess-System des Dortmunder Unternehmens GeoMobile.

Zurzeit läuft im Kreis Soest ein umfangreicher Feldtest, in dem das System, das diesen und weitere Services bietet, in der Fläche erprobt wird. Es besteht aus zwei Elementen: Einer App namens BusGuide für den Zugriff auf die Funktionen sowie dem Steuergerät BusCore. Das kommunale Verkehrsunternehmen RLG (Regionalverkehr Ruhr-Lippe) rüstet etwa 200 Busse damit aus. Der kleine Kasten baut eine Verbindung zwischen dem Bordcomputer und jedem handelsüblichen Smartphone auf, auf dem die BusGuide-App installiert ist. Ohne sie funktioniert die Verbindung zwischen dem BusCore-Steuergerät und dem Handy nicht. BusGuide ist eine moderne und umfassende Nahverkehrs-App: Mehrsprachig, barrierefrei bedienbar und verfügbar für alle gängigen Betriebssysteme.

Die kostenlose App gibt Informationen zu Haltestellen, Linienfahrplänen, Abfahrtszeiten und Verspätungen oder Ausfällen – in Echtzeit. Sie ist also eine Mobilitätshilfe für jedermann, aber vor allem ein digitaler Assistent für behinderte Menschen. „BusGuide“ lotst Sehbehinderte per Sprachausgabe zur richtigen Haltestelle oder hilft an größeren Busbahnhöfen, die richtige Buslinie zu finden. Und löst im Bedarfsfall den Haltewunschknopf aus. Durch Ansagen über den Handy-Lautsprecher und Vibrationen erfährt der Nutzer, wo sich der Einstieg befindet. Nach dem Einsteigen informiert die App dann präzise über die nächsten Haltestellen. Wenn die Zielhaltestelle angesagt wird, reicht dann ein Antippen des Smartphones, um den Haltewunschknopf auszulösen. Weitere Funktionen erhöhen den Komfort. So gibt es zum Beispiel ein integriertes Modul, mit dem bargeldlos ein E-Ticket gekauft werden kann.



Das System ist sehr stark auf die Bedürfnisse von Blinden ausgerichtet, denn in der Kreisstadt Soest gibt es drei Blindenschulen und damit genug Testnutzer, die das System mit Verbesserungsvorschlägen verfeinern können. Doch auch Menschen mit anderen Behinderungen können das System einsetzen, Rollstuhlfahrer werden die Fernbedienung von Tür- und Halteknopf sicher ebenfalls gerne nutzen. In Zukunft könnte das System europaweit eingesetzt werden, denn der Nahverkehr soll in der ganzen EU barrierefrei werden.

BEST PRACTICE

SCHUTZ VOR GEISTERFAHRERN Überforderte Fahrer fahren falschherum auf die Autobahn auf – Geisterfahrer sind zwar selten, verursachen aber oft extrem schwere Unfälle. Seit Jahren suchen Wissenschaftler nach Lösungen für dieses Problem, doch bisher gibt es keine optimale Lösung. Ein Forschungsprojekt der TU Dortmund (Lehrstuhl für Kommunikationsnetze) und des Aachener Instituts für Straßenwesen hat gemeinsam mit dem Leitpfosten-Hersteller Schröder GmbH in Herscheid (Märkischer Kreis) eine gute Lösung gefunden: In die Leitplanken an Autobahnauffahrten werden per Funk vernetzte Sensoren eingebaut. Sie erkennen, wenn jemand in die falsche Richtung fährt. Der Fahrer wird durch Leuchtdioden in den Pfosten gewarnt. Zugleich erhalten Polizei und Radiosender eine Gefahrenmeldung. Eine Warn-App für Smartphones ergänzt das System. Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt plant, diese Lösung im Rahmen eines Pilotprojekts für den breiten Einsatz zu testen.



BEST PRACTICE

ERNTZEIT MIT DER CLOUD Das Bild vom Bauern, der mit geschulterter Heugabel bei aufgehender Sonne auf seinem Hänger steht und die Ernte einfährt, ist idyllisch. Aber es ist auch unrealistisch. Landwirte fahren auch heute bei Sonnenaufgang los, sitzen dabei aber in einem Hightech-Fahrzeug. Zum Beispiel in einem Mähdrescher von Claas. Das Cockpit muss keinen Vergleich mit einem Computer-Arbeitsplatz scheuen: Es finden sich darin zwei Displays mit vielen Schaltern und Richtungstasten, ein GPS-Empfänger, ein Drucker zur Ausgabe von Protokollen und bis zu vier Außenkameras, mit denen die Arbeit der Maschine überwacht wird.

Diese modernen Landmaschinen sind mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, die dem Fahrer stets aktuellste Informationen in die Fahrerkabine liefern. So werden bei einem Mähdrescher auf Wunsch laufend Stichproben über den Ernteertrag, die Feuchte oder das Hektolitergewicht übermittelt. Mittlerweile sind die Fahrzeuge sogar mit der Cloud verbunden: Messwerte werden mittels des Mobilfunkstandards LTE in die Cloud übertragen. Eine spezielle Software bereitet die Daten auf und stellt sie den richtigen Mitarbeitern zur Verfügung. Durch den raschen Ausbau von LTE auf dem Land können Landwirte selbst an abgelegenen Stellen auf schnelle Internetverbindungen zurückgreifen.

In einem großen Pilotprojekt haben Claas und die Deutsche Telekom den Maschinenpark eines großen Landwirtschaftsbetriebs mit Sensoren und Mobilfunk ausgestattet, um den Ernteprozess so weit wie möglich zu automatisieren. Dabei werden Mähdrescher sowie Traktoren zum Abtransport der Ernte über das Internet gesteuert. Der Mähdrescher ruft zum Beispiel bei fast vollem Korntank über das LTE-Netz der Deutschen Telekom den Traktor mit den Hängern. Der wiederum kennt Gelände und Maschinenstandorte, so dass er sich den besten Weg zum Mähdrescher suchen kann. Damit ist nicht nur ein kurzer, sondern auch ein besonders bodenschonender Weg gemeint. Und die Verknüpfung mit dem Internet bietet noch weitere Vorteile. So empfängt der Mähdrescher aktuelle Wetterdaten für seinen Standort. Ein Beispiel: In drei Stunden soll es regnen. Der Mähdrescher wird nun seinem Fahrer vorschlagen, ab jetzt mit maximalem Tempo statt wie bisher mit minimalem Spritverbrauch zu arbeiten. Sobald er diesem Vorschlag folgt, werden alle anderen Fahrer in den Traktoren sowie die Mitarbeiter in der Zentrale darüber informiert. Alle Abläufe werden nun der neuen Erntestrategie angepasst und das Feld wird noch vor dem Regen abgeerntet.

WIE VON GEISTERHAND ÜBERSETZTE FREMDSPRACHIGE SCHILDER, BUNTE PFEILE, DIE DEN WEG ZUM ZIEL KENNZEICHNEN – ALL DIES IST „AUGMENTED REALITY“, DIE COMPUTERGESTÜTZTE ERWEITERUNG DER REALITÄT.



11010101010101001

„Kwenda katika mwelekeo huu.“ – „Haere i roto i tenei aronga.“ – „Norabide horretan joan.“ Drei Auskunftsschilder aus Tansania, Neuseeland und (Nord-)Spanien, in den Sprachen Swahili, Maori und Baskisch. Sie sagen einfach: „Gehen Sie in diese Richtung“.

auszuprobieren. „Solche Marketing-Apps stellen im Moment noch die Mehrheit der AR-Anwendungen für Privatleute dar“, sagt Simon Heinen, technischer Leiter des AR-Startups Bitstars aus Aachen. „Wir haben allerdings bereits einige Kunden aus der Industrie.“

0101010
Wer die Sprachen nicht beherrscht, kann ein solches Schild nicht lesen? Das stimmt nicht ganz, denn zumindest die Besitzer eines Smartphones können die Texte rasch übersetzen – sogar ohne sie mühsam und fehleranfällig einzutippen. Das geht so: Einfach eine bestimmte App installieren und die ins Handy eingebaute Kamera auf das Schild halten. Sofort erscheint die Übersetzung auf dem Display. Es gibt mehrere solcher Apps. Sie sind ein gutes Beispiel für „Augmented Reality (AR)“, die computergestützte Erweiterung der Realität. Betrachtet man die Umwelt durch das Smartphone, blendet die Software bestimmte Infoelemente in das Bild ein, zum Beispiel Informationen zu dem Denkmal, vor dem der Nutzer steht. Bisher wird für die Nutzung solcher Apps immer das Smartphone benötigt. Es muss mit aktivierter Kamera auf ein Objekt ausgerichtet werden, damit Informationen erscheinen. Zukünftig kann das noch einfacher werden: mit Hilfe von Datenbrillen. Datenbrillen sind mit kleinen Mobilgeräten ausgestattet, die Informationen in das Sichtfeld einblenden. Genau wie das Smartphone können sie die Bilder in Blickrichtung mit Daten aus dem Internet kombinieren. Damit können alle Arten von AR-Infos eingeblendet werden.

Ein weiteres mögliches Einsatzgebiet sind Wartungs-Apps auf dem Smartphone, die zum Beispiel bei der Überprüfung oder Reparatur von Industrieanlagen eingesetzt werden können. „Hier gibt es viele Möglichkeiten. So kann eine Maschine direkt mit dem Smartphone kommunizieren und zum Beispiel Messdaten oder Fehlercodes anzeigen.“ Durch Augmented Reality entsteht dabei eine Art „lebende“ und „smarte“ Dokumentation, die einem Monteur genaue Anweisungen gibt. Das erlaubt den Verzicht auf dicke Bücher aus Papier und das umständliche Nachschlagen darin. Mit einer Datenbrille gibt es sogar noch mehr Möglichkeiten. „Datenbrillen werden in der Industrie sehr positiv gesehen“, meint Simon Heinen. „Für unsere Kunden ist das extrem interessant.“ Ein Monteur hat mit einer Datenbrille beide Hände frei, er kann Anweisungen zur Reparatur einer Maschine lesen und parallel ausführen. Außerdem kann eine Videoübertragung bei der Kommunikation mit einem technischen Experten in der Zentrale helfen, der dank Datenbrille dasselbe sieht wie der Monteur. „Solche Anwendungen für die Fertigung, Wartung und Montage sind der erste Schritt für Augmented Reality“, erklärt Simon Heinen. Weitere Einsatzgebiete sind das Einarbeiten von neuen Mitarbeitern oder das Lernen der Bedienung von Maschinen.

Zum Beispiel kann sich das Einkaufen durch AR verändern: Preisinfos, aber auch Hinweise auf ähnliche Produkte werden einfach in das Sichtfeld eingeblendet. Erste Pilotprojekte dieser Art gibt es bereits. Die App eines Möbelhauses projiziert ausgewählte Möbel in das Bild der Smartphone-Kamera. Käufer probieren damit zu Hause aus, wie das Möbelstück wirkt, welche Farbe besser ist und wie es am besten aufgestellt wird. Die AR-Anwendung erlaubt es dabei, rund um das Möbelstück herum zu gehen und seine Wirkung im Raum

Bitstars liefert Unternehmen, die Augmented Reality nutzen wollen, eine Entwicklerplattform und hilft ihnen bei der Programmierung der Apps. Diese können mit der Software von Bitstars ähnlich einfach wie Powerpoint-Präsentationen erzeugt werden. Diese erlaubt Anwendungen, die ortsbasierte Daten mit GPS-Satelliten auswerten und außerdem so genannte „Marker“ erkennen. Beispiele dafür sind QR-Codes oder Funk-Chips, die

% 101001101010



110001101010101010100100101001



001010011010101

sich an einem Objekt befinden, etwa an der Vitrine eines Kunstwerks in einem Museum. Eine App könnte damit zum Beispiel Infos zum Künstler anzeigen.

Damit die Plattform von möglichst vielen Unternehmen genutzt wird, haben die Entwickler eine Grundversion als „Open Source Software“ freigegeben, so dass sie ohne Lizenzkosten genutzt werden kann. Die kommerzielle Version erkennt darüber hinaus auch Objekte anhand ihres Aussehens. Damit entwickelt das Startup

Industrieanwendungen, bei denen zum Beispiel Werkzeugmaschinen automatisch erkannt werden – egal, aus welcher Richtung ein Wartungstechniker darauf zugeht. Die angezeigten Infos sind mittels Pfeilen an bestimmten Teilen der Maschine „angeheftet“ und verlassen ihren Platz auch dann nicht, wenn die Kamera bewegt oder der Kopf mit der Datenbrille bewegt wird. Auf diese Weise ergänzen Daten die Umwelt und werden sogar zu einem Teil davon, zu einer echten Erweiterung der Realität.

BEST PRACTICE

SPAZIERGANG DURCH EIN NOCH NICHT GEBAUTES HAUS

Sich durch ein Haus bewegen, bevor es gebaut wurde, die noch nicht vorhandenen Möbel betrachten – das ist eine Möglichkeit von „Virtueller Realität“, der realistischen 3D-Darstellung von Objekten aller Art. „Virtuell“ bedeutet „scheinbar vorhanden“. Der Begriff ist nicht neu: Bereits Anfang des 20. Jahrhundert stand er in den damals verbreiteten Konversationslexika. In den 1980er Jahren machte der US-Computerexperte Jaron Lanier die „Virtual Reality“ (VR) populär. Seitdem bezeichnet virtuelle Realität eine mit dem Computer erzeugte Umwelt, die physikalische Eigenschaften der Wirklichkeit nachbildet und in der sich Menschen in Echtzeit „bewegen“ können. Dafür gibt es zum Beispiel so genannte VR-Brillen, die diese computererzeugte Realität zeigen, und Datenhandschuhe zu ihrer Manipulation. Im Laufe der Zeit haben sich einige erfolgreiche Anwendungsbereiche herausgebildet: „Begehbare“ Computerspiele, Simulatoren beispielsweise in der Pilotenausbildung und Architekturmodelle. Das Dortmunder Startup Viality ist in diesem Bereich aktiv. Es entwickelt unter anderem virtuelle 3D-Rundgänge durch geplante Gebäude oder bekannte Bauwerke. Hierbei werden flache Grundrisse in die dritte Dimension erweitert, um diese anschaulich zu vermitteln.



**ROBOTER UND MENSCHEN:
SIE WERDEN ENG ZUSAM-
MENARBEITEN**

„WIR MÜSSEN MEHR ÜBER INTELLIGENZ WISSEN“, MEINT DIE INFORMATIKERIN PROF. DR. SABINA JESCHKE MIT BLICK AUF DIE ENTWICKLUNG VON ROBOTERN. SIE IST PROFESSORIN FÜR MASCHINENBAU AN DER RWTH AACHEN, LEITET EINEN INTERDISZIPLINÄREN INSTITUTSCLUSTER U. A. MIT SCHWERPUNKT ROBOTIK UND BESCHÄFTIGT SICH MIT FRAGEN RUND UM KOOPERATIVE ROBOTIK, AUTONOME VERKEHRSSYSTEME UND INTELLIGENTE ASSISTENTEN.



IKT.NRW: Frau Prof. Jeschke, wie weit ist die Robotik? Wann kann ich einen Haushaltsroboter im Elektronikfachmarkt kaufen? *Sabina Jeschke: Innerhalb der nächsten zehn Jahre vermutlich, Staubsaugen können die Roboter ja schon. Ein großflächiger Alltagseinsatz ist im Grunde kurz vor dem Durchbruch, jedenfalls in bestimmten Bereichen. Am weitesten sind fahrerlose Autos. Sie werden vermutlich zuerst in der Logistikbranche eingesetzt, als autonome Lastwagen. Die Einführung entsprechender Wagen ist eine Frage weniger Jahre. Das Google Auto gibt es ja schon und es funktioniert, auch wenn es eher ein Vorzeigeprodukt ist. Und Daimler hat vor kurzem den „Future Truck 2025“ vorgestellt.*

Warum ist das Auto der erste Roboter? Wäre ein Haushaltsroboter nicht der größere Verkaufsschlager? *Wahrscheinlich schon, aber Autofahren ist einfacher als Hausarbeit – für Computer zumindest. „Bewege Dich unfallfrei von A nach B“ ist eine klare Anweisung. Da ist „Räum‘ die Küche auf“ viel weniger gut definiert. Generell ist die Robotik überall da im Alltag angekommen, wo es abgezielte Funktionsbereiche gibt, die vergleichsweise einfach in Algorithmen umzusetzen sind. Es gibt ja bereits Roboter für Arbeiten in Haus und Garten, zum Beispiel die Mähroboter. Die Spitzenmodelle sind inzwischen ausgereifte Produkte, die mit praktisch jedem Grundstück klar kommen. Ich sehe diese Roboter täglich in meinem Heimatland Schweden – und hier gibt es keinen englischen Rasen, sondern oft steinige und hügelige Flächen.*

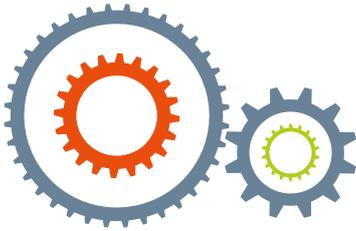
Die Roboter haben sich also bereits in unseren Alltag eingeschlichen. Aber sie können noch nicht viel. Wird sich das bald ändern? *Ja, denn es ist nicht sinnvoll, für jede Einzelaufgabe einen Roboter zu haben. Wünschenswert wäre eine Art Kreuzung menschlicher Fähigkeiten – etwa zum Abwaschen oder Staubsaugen – mit Fähigkeiten, die wir eher aus der Industrierobotik kennen, also das Heben schwerer Gegenstände etwa. Die Zukunft bringt universale Haushaltsroboter, die viele Aufgaben erfüllen können. Aber ganz so weit sind die aktuellen Produkte noch nicht. Anders als es Mäh- und Staubsaugroboter suggerieren, besteht Hausarbeit aus sehr vielen verschiedenen Arbeiten. Ein wirklich sinnvoller Universalroboter muss äußerst komplexe und unterschiedliche Aufgaben erfüllen. Das ist nicht so einfach in der Entwicklung.*



Bisher war die Domäne der Roboter die Fabrik. Wie sieht es dort aus?

Auch die Industrieroboter verändern sich. Schauen Sie sich den neuen Leichtbauroboter etwa von Kuka an. Er hört auf den – noch wenig charismatischen – Namen LBR. Hier geht es ebenfalls in Richtung einer engen Zusammenarbeit zwischen Robotern und Menschen. Die klassischen, eingezäunten Industrieroboter werden ergänzt durch weniger wuchtige Maschinen, die mit Menschen intelligent und „vorsichtig“ interagieren. So gibt es jetzt bereits Roboter, die keine fixen Bewegungspfade mehr haben, sondern sich an die Menschen in ihrer Umgebung anpassen. Bei herkömmlichen Fabrikrobotern darf niemand in den Schwenkradius kommen. Er könnte verletzt werden, weil er gar nicht „gesehen“ wird. Moderne Roboter sind leichtgewichtiger, mit zusätzlichen Sensoriken ausgestattet. Sie sehen den Menschen und weichen aus und federn zurück, wenn sie doch irrtümlich von einem Menschen angestoßen werden.

Reichen die herkömmlichen Roboter nicht mehr aus? *Die Effizienzgewinne durch klassische Fabrikroboter sind weitgehend ausgeschöpft. Die Entwicklung geht in eine neue Richtung: Hin zu einer Zusammenarbeit von leichtgewichtigen Robotern mit dem Menschen. Ziel ist eine flexible, smarte Fabrik. Das Stichwort lautet „Industrie 4.0“, man könnte auch sagen: „Alles kommuniziert mit allem“. Robotik spielt dabei eine wichtige Rolle. Mit der zunehmenden Entwicklung hin zu hybriden, lernenden Systemen aus Menschen, Robotern und virtuellen Agenten bieten sich ganz neue Chancen für die Industrie. Wenn Kommunikation und Kooperation in solchen gemischten Teams bruchfrei möglich wird, gibt das Raum für ganz neue Arbeitsvorgänge. Jeder macht das was er gut kann. Statt wie jetzt: Menschen machen das, was Roboter (noch) nicht gut können. So entstehen neue, kreative Problemlösungsmodelle.*



Wird der Roboter also in Zukunft als eine Art „digitaler Arbeiter“ mit anderen Menschen zusammenarbeiten? Ja, zum Beispiel könnte ein Krankenhausroboter die Pflegekräfte von Handlangertätigkeiten entlasten. Ein Beispiel: Er wird leere Betten in einem Zimmer abholen, abziehen, reinigen, neu beziehen und in ein anderes Zimmer bringen. Für das Personal entstünde mehr Raum um sich wirklich der Betreuung der Patienten zu widmen. Sicher werden in relativ naher Zukunft entsprechende Geräte auf den Markt kommen, denn in gewisser Weise ist ein Krankenhaus ein ziemlich idealer Arbeitsplatz für einen Roboter. Weil dort ständig Betten und große Geräte bewegt werden, ist die Umgebung beinahe „barrierefrei“. Zum Beispiel muss er dort keine Treppen benutzen.

Die es aber in Privathäusern gibt... Zukünftige Haushaltsroboter müssten damit klarkommen, um flexibler einsetzbar als die Kollegen auf Rollen zu sein. Diese Variante wäre also eher ein Zwischenschritt. Die rollenden Roboter werden aber vermutlich eher durch standfeste Mehrbeiner ersetzt. Allerdings ist unser menschliches Umfeld auf Zweibeinigkeit optimiert. Das erklärt das große Interesse an der Humanoidenforschung. Ein Roboter, der sich bewegen kann wie ich und der ungefähr meine Gestalt hat, der kann sich eben auch in den gleichen Umgebungen bewegen. Zweibeinigkeit hat aber gewisse Nachteile und kostet enorme Rechenleistung nur für Bewegung und Balance. Nicht umsonst brauchen unsere Babies gut ein Jahr, um sicheres Gehen und Laufen zu lernen.

Aber wird sich ein Robotbutler als Haushaltshelfer durchsetzen? Er muss ja nicht nur bezahlbar sein. Wenn viele Leute so ein Gerät unheimlich finden, wird es sicher kein Erfolg. Jede neue Technologie ist anfangs von vielen Leuten abgelehnt worden. Sie hat sich aber trotzdem recht fix durchgesetzt, da die Vorteile einfach für sich sprechen. Das wird den Haushaltsrobotern ebenso gehen. Eine breite Akzeptanz kann sich aber auch langsam entwickeln, wenn Roboter anfangs nur in professionellen Umgebungen eingesetzt werden, etwa in der Pflege, als autonome Fahrzeuge oder wenn sich in der Industrie immer „engere“ Kooperationsformen mit dem „Kollegen Roboter“ abzeichnen.



Es ist also noch ein weiter Weg bis zum Universalroboter. Vor welchen Herausforderungen steht denn die Robotik aktuell? Welche offenen Fragen sind noch zu klären? Damit ein Roboter in einer menschlichen Umgebung klarkommt und gut mit Menschen zusammenarbeiten kann, müssen wir noch viel mehr über die Intelligenz des Menschen wissen. Auch das Thema „Bewusstsein“ ist hier wichtig. Dann ist die Interaktion mit dem Menschen ein riesiges Forschungsfeld. Roboter müssen lernen, mit dem Menschen klarzukommen und seine Reaktionen zu interpretieren. Wichtig ist die Integration von Emotionen in die Mensch-Maschine-Interaktion. Roboter müssen ihrerseits so handeln, dass Menschen ihr Tun nachvollziehen können. Dafür brauchen wir unbedingt Mimik und Gestik. Wir haben hier nur Grundkenntnisse, die aber nicht mal ansatzweise an die menschlichen Fähigkeiten heranreichen. Vor allem die kontextabhängige Bewertung von Situationen ist schwierig. So erkennt ein Mensch bei einem Hindernis sofort, ob es weich oder hart und leicht oder schwer ist und verhält sich entsprechend. Er weiß, welches Ding das ist und nicht nur, dass es „da“ ist. Ein ganz großes Thema ist dann die Zieldefinition. Ein Mensch „sieht“, was in einer Umgebung sinnvollerweise zu tun sein könnte, auch ohne dass ihm jemand einen Handlungsauftrag gibt. Genau das braucht ein Roboter, um aus der vagen Aufforderung „Halt‘ das Haus sauber“ konkrete Aufgaben abzuleiten. Es bleibt also noch viel zu forschen. Robotik ist ein ungemein spannendes Aufgabengebiet, gerade jetzt, wo sich sichtbare Erfolge ankündigen.



BEST PRACTICE

ROBOTER IM RETTUNGSEINSATZ Verkehrsunfälle in Tunneln, Lecks in Chemiebehältern oder Gebäudeeinstürze machen Unfallgebiete zu unübersichtlichen Gefahrenzonen. Roboter unterstützen Rettungskräfte dabei, gefahrlos ein genaues Bild der Lage zu erhalten. Das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS in St. Augustin erforscht, wie Roboter ein präzises Lagebild für die Einsatzplanung zusammenstellen können. Ferngesteuert erkunden Bodenroboter die Unglücksstelle und erfassen visuelle Daten der Umgebung. Flugroboter schweben über das Gelände und beobachten den Unglücksort aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Zusammen ergeben diese Daten ein 3D-Modell der Gesamtsituation.

UNTERSTÜTZUNG IM OP Ein Roboter kann minimale Bewegungen viel präziser und genauer ausführen als ein Mensch. Das macht ihn zu einem wertvollen Helfer in der Chirurgie. Am Zentrum für Sensorsysteme (ZESS) der Universität Siegen beschäftigt sich das Team von Dr. Jürgen Wahrburg mit diesem Bereich der Robotik. Sein modiCAS-Projekt (modular interactive Computer Associated Surgery) ersetzt aber keinen Operateur. Es unterstützt ihn überall dort, wo die menschliche Wahrnehmungsfähigkeit und das menschliche Geschick Grenzen haben – zum Beispiel bei der Implantation künstlicher Hüftpfannen oder beim Einsatz von Schrauben während einer Wirbelsäulen-OP.

IKT.NRW

Nordrhein-Westfalen ist eine Pionierregion: Hier werden die großen, komplexen Systeme – Cyber Physical Systems (CPS) – realisiert, die einem Industrieland erfolgreich den Weg in die Zukunft ebnen. Visionen wie die Industrie 4.0, das Smart Grid und das Internet der Dinge werden hier gestaltet. Am Standort NRW konzentrieren sich alle Kompetenzen, die die Modernisierung der traditionellen Industrien gemeinsam mit der innovativen digitalen Wirtschaft brauchen.

Die NRW-IKT-Branche in Zahlen*:



Beschäftigte IKT-Branche:
203.000



IKT-Unternehmen:
23.700



Anteil Umsatz am BIP:
16,5%



Branchenumsatz:
96 Mrd. Euro



IKT-Studenten:
64.500



Mobile Communication/
Anteile NRW**:
70%

Die Basis für den Ausbau des Technologie- und Innovationsstandortes Nordrhein-Westfalen bildet eine leistungsfähige Branche für Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Bekannte IKT-Unternehmen und ein starker Mittelstand sowie eine Vielzahl an „Hidden Champions“ treiben die Entwicklung intelligenter Anwendungen branchenübergreifend voran.

IKT.NRW ist der Kommunikationsmittelpunkt für alle Akteure der Branche: Hier werden Impulse für die digitale Zukunft Nordrhein-Westfalens gesetzt! Wirtschaft und Forschung kommen hier in Dialog mit der Politik, offene, branchenübergreifende Innovationsräume werden geschaffen, gesellschaftliche Aspekte der Digitalisierung aller Lebensbereiche betrachtet. Gleichzeitig vertritt IKT.NRW die Branche nach innen und nach außen und verschafft innovativen Akteuren, Projekten und Ideen aus NRW Sichtbarkeit.

In diesem dynamischen Umfeld wird die Zukunft mit Cyber Physical Systems gestaltet: Führende IKT-Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft haben sich zum CPS-Netzwerk zusammengeschlossen, um die technologischen Herausforderungen vernetzter Systeme interdisziplinär zu bewältigen und die Geschäftspotenziale von Industrie 4.0, Smart Grids und weiteren Zukunfts-

märkten zu erschließen. Machen Sie mit und profitieren Sie von unserem Netzwerk!

- » Nehmen Sie Teil an interdisziplinären Diskussionen mit den führenden Experten aus NRW und ganz Deutschland über die zukünftigen IKT-Trends und Cyber Physical Systems.
- » Erschließen Sie neue Geschäftspotenziale in digitalen Zukunftsmärkten.
- » Treiben Sie mit uns und unseren Partnern die Vision von Industrie 4.0 voran!
- » Kommen Sie in Kontakt mit Global Playern, innovativen KMU und Hidden Champions aus IT und Telekommunikation.
- » Erfahren Sie mehr über die IKT-Branche in Nordrhein-Westfalen.

www.ikt.nrw.de
cluster@ikt.nrw.de

* Alle Zahlen Stand 2012

** Anteil am Gesamtumsatz in Deutschland

IMPRESSUM



HERAUSGEBER

Clustermanagement IKT.NRW
V.i.S.d.P.

Monika Gatzke

Bergische Universität Wuppertal, Institut SIKOM+
Rainer-Gruenter-Str. 21
42119 Wuppertal
Telefon 0202. 439 10 35

TEXT

Redaktionsbüro Steinhaus
www.ingo-steinhaus.de

DESIGN

wisuell widge.kommunikation
www.wisuell.de

ILLUSTRATIONEN

www.istockphoto.com
Studio: akindo

QUELLENANGABEN

- » Abbildung Industrie 4.0, S. 8: Hightech-Strategie.de
- » Angabe zur Zahl mit dem Netz verbundener Geräte, S. 14: Cisco
- » Prognose zur Zahl vernetzter Geräte 2020, S. 18: Cisco
- » Anzahl Solaranlagen in Deutschland, S. 24: Fraunhofer ISE (Stand 2013)
- » Anzahl Windkraftanlagen in Deutschland, S. 24: WindGuard GmbH (Stand 2013)
- » Zahlen zur NRW-IKT-Branche, S. 46: Auf Basis von IT.NRW und Bundesagentur für Arbeit

Wir bedanken uns herzlich bei allen, die zur Entstehung der Broschüre beigetragen haben.

Stand: Oktober 2014

Clustermanagement IKT.NRW
Mit Innovationen Zukunft gestalten.

Bergische Universität Wuppertal, Institut SIKOM+

Monika Gatzke

>> monika.gatzke@ikt.nrw.de

Lena Weigelin

>> [lena.weigelin@ikt.nrw.de](mailto:lana.weigelin@ikt.nrw.de)

Martina Schneider

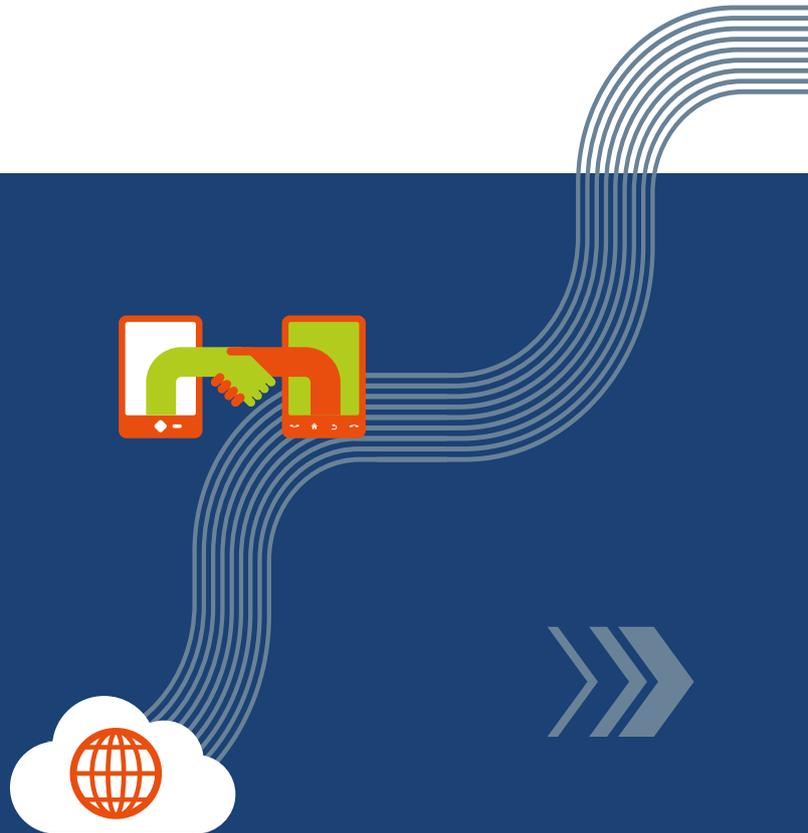
>> martina.schneider@ikt.nrw.de

Anna Konieczny

>> anna.konieczny@ikt.nrw.de

Matthias Bäcker

>> matthias.baecker@ikt.nrw.de



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ziel2.NRW
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung