



Innovationen – Sind wir darauf vorbereitet?

Während ich die letzten Jahre noch als innovationsfreudiger Familienvater galt, weil ich mit meinem neugekauften Hybridauto absolut geräuschlos und ruckfrei durch unsere Siedlung fahren konnte, hat mir unsere 13-jährige (Entschuldigung, gefühlte 16-jährige) Tochter längst den Rang abgelaufen. Mit der Einführung eines iPads in ihren Schulbetrieb hielt auch die digitale Welt in unserer Familie Einzug. Die parallel notwendige Anschaffung eines Smartphones führte zu einem radikalen Wandel ihres Sozialverhaltens: permanente Kommunikation mit ihren Freundinnen und „Followern“ über WhatsApp und Instagram.

Seit dem 13. Juli 2016 findet der neueste Hype namens *Pokémon Go* statt. In nur drei Wochen wurde das *Augmented-Reality-Spiel* weltweit 75 Millionen Mal heruntergeladen. Mittlerweile benutzen es mehr als zehn Prozent der deutschen Bevölkerung, was kürzlich zur Sperrung einer Brücke in Düsseldorf für Autos und zur Aufstellung von Dixi-Klos für die Hundertschaften von suchenden Fans führte. Nebenbei eröffnet diese Modewelle Städten und Unternehmen ganz neue Möglichkeiten des Marketings.

Wir haben uns dran gewöhnt, in der größten Enzyklopädie der Welt, deren deutsche Ausgabe ohne Bilder ausgedruckt allein 1147 Bände füllen würde, zu recherchieren. Wir wundern uns nicht mehr, dass das größte Taxiunternehmen der Welt kein einziges Taxi besitzt, der weltgrößte Hotelbetrieb kein einziges Hotel und das weltgrößte Handelshaus kein einziges Ladengeschäft. Wie aber kommt es, dass Firmen mit den sogenannten disruptiven Innovationen wie *Uber*, *AirBnB* oder *Amazon* immer nur aus den USA zu uns kommen? Disruptiv, weil die Innovation die im Markt eingesetzten Technologien oder Dienstleistungen überflüssig macht und die Investition etablierter Anbieter auf dem Markt zerstört.

Allein die vier digitalen Unternehmen *Apple*, *Google*, *Amazon* und *Facebook* erzielten im Jahr 2015 mit 1,16 Billionen Euro einen Börsenwert, der über 15 mal so groß war wie die gesamte Internetwirtschaft in Deutschland, Südkorea und Schweden zusammen. Schauen wir uns mal die großen Firmenkooperationen der neuen Giganten des 21. Jahrhunderts von 2015 an, um einen kleinen Einblick zu erlangen, was uns demnächst an neuen Innovationen durch Synergien erwarten könnte:

- *Apple Inc.* mit der deutschen *Metaio GmbH*, die für Augmented-Reality-Applikationen bekannt sind,
- *Facebook mit Surreal Vision Ltd United Kingdom*, aktiv im Gebiet 3-D-Vision, „Mixed“ Reality und autonomen Robotern,
- *Intel Corp. USA mit Vuzix Corp USA*, Hersteller von Wearables wie Brillen mit eingebautem Videomonitor,
- *SoftBank Corp Japan mit Aldebaran Robotics SAS Frankreich*, ein Entwickler von Kundenanwendungen für humanoide Roboter.

Waren wir Deutschen nicht mal Weltmeister in Erfindungen? Sind wir auf diese Innovationen überhaupt ausreichend vorbereitet? Verfolgt man den *Global Innovation Index* der *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, so nehmen wir 2015 gerade mal den 12. Rang ein. Die Spitzenplätze werden von der Schweiz, Großbritannien und Schweden belegt. Da wir lieber unseren eigenen Statistiken glauben, veröffentlicht der *Bundesverband der Deutschen Industrie* und die *Deutsche Telekom Stiftung* seit zehn Jahren einen selbstgestrickten Innovationsindikator, der die Innovationsleistung von 35 Ländern anhand von 38 Einzelindikatoren nach dem Input und Output in Wirtschaft, Bildung, Wissenschaft, Staat und Gesellschaft vergleicht. Er misst die Innovationsfähigkeit eines Landes in Relation zur Bevölkerungszahl. Demnach gehört Deutschland ebenfalls nicht zur Spitze im internationalen Innovationswettbewerb, ist aber wenigstens mit den USA „ein Teil der direkten Verfolgergruppe“.

Woran liegt es, dass wir trotz milliardenschwerer Förderprogramme für die Industrie 4.0, Arbeit 4.0, Gesundheit 4.0 und sonstiger 4.0-Bereiche noch nicht an der Spitze liegen? Eine klare Antwort liegt nun schriftlich vor. Am 17. Februar 2016 hat die universitäre *Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)* zur technologischen Leistungsfähigkeit ihr aktuelles Jahresgutachten der Bundesregierung überreicht und dabei ihrem Auftraggeber etliche Hausaufgaben auf den Weg gegeben. Sie äußert deutliche Kritik: Die derzeitige Situation ist alarmierend, Deutschland sei trotz 40-jähriger Aktivitäten immer noch Mittelmaß und drohe nun, die Digitalisierung zu verpassen. Die Politik lege zu viel Wert auf die Verteidigung deutscher Stärken und vernachlässige dabei die Förderung von Innovationen und Wagniskapital. In gleich vier Bereichen müssten die Deutschen aufholen, wenn sie im globalen Rennen noch mithalten wollen.

Beim Thema Flüchtlinge wurde es wieder für jeden Bürger deutlich: überforderte Behörden durch Mehrfachzuständigkeiten und Bürokratie. Die länderübergreifenden Verwaltungssysteme sollten endlich durch ein zentrales *E-Government-Portal* gelöst werden, welches bereits 2010 von Bund, Ländern und Kommunen für 2015 vollmundig als internationaler Maßstab für effektive und effiziente Verwaltung angekündigt wurde. Deutschland taucht im *E-Government Development Index* der UN für 2016 erst im Rang 15 auf, das Ziel wurde also deutlich verfehlt.

Die Automatisierung wird von der Regierung zu einseitig gefördert. In der industriellen Robotik ist Deutschland dank seiner Autoindustrie gut ausgestattet. Starke Konkurrenz erwächst jedoch aus Robotik-Nationen wie den USA, Japan, Südkorea und China. Noch wurden weltweit 2014 über 230.000 Industrie-Roboter für 10,7 Milliarden US-Dollar verkauft, dagegen im Servicebereich nur 80.000 Roboter für 6 Milliarden US-Dollar. Dieses Verhältnis soll sich bis 2018 umkehren: im privaten Bereich sollen

35 Millionen Serviceroboter für 20 Milliarden US-Dollar, im gewerblichen Sektor 150.000 Stück für 19 Milliarden US-Dollar im Einsatz sein. Im Hausarbeitsbereich werden dann 26 Millionen Roboter nicht nur staubsaugen, Fenster putzen und den Rasen mähen. Im Pflege- und Assistenzbereich erwartet man 32.500 Einheiten.

Der größte Umsatz mit Robotern wird aber mit 6,3 Milliarden US-Dollar in der Medizin erwartet, gefolgt von der Landwirtschaft und dem Verteidigungswesen. Weltweit sind schon Pflegeroboter als Traghilfen, Kuschtiere oder wie der Softbank/Aldebaran-Roboter Pepper als „intelligenter Gesprächspartner“ im Einsatz. Erfolgreiche Weiterentwicklungen des *Da-Vinci-Op-Chirurgieroboters* sollen die negativen Erfahrungen mit dem berühmten RoboDoc vergessen machen. In der Radiochirurgie erzielt man mit dem robotergestützten Linearbeschleuniger Cyberknife eine Genauigkeit der Positionierung von 0,2 mm. Den Trend der Servicerobotik droht Deutschland zu verschlafen, wenn nicht umgehend die staatliche Förderungspolitik entsprechend umgestaltet wird.

Dem deutschen Mittelstand mangelt es generell an Innovationsfreude. Viele Firmen sehen angesichts voller Auftragsbücher keinen Anlass zu digitalen Wirtschaftsmodellen oder es fehlt ihnen das notwendige Know-how. „Die Bereitschaft der kleinen und mittleren Unternehmen, in Innovationsaktivitäten wie auch in Forschungsprojekte zu investieren, hat seit Jahren abgenommen“, kritisiert der *EFI*-Bericht. In vielen anderen Ländern investieren staatliche Stellen doppelt so viel in die Forschung wie die Deutschen.

Die digitale Wirtschaft unterteilt sich in die Internetwirtschaft und die „klassische“ Informations- und Telekommunikationstechnologie-Branche. Der Börsenwert amerikanischer Internetunternehmen betrug im Januar 2015 unvorstellbare 1,2 Billionen Euro, der deutschen dagegen nur 34 Milliarden Euro. Der Abstand in der IT-Branche ist nicht so gewaltig: USA 3,4 Billionen, Deutschland immerhin 0,3 Billionen Euro. In der Bereitstellung von Wagniskapital fallen Deutschland und Europa gegenüber den USA immer weiter zurück. Hinzu kommen die Standortschwächen im Bereich der digitalen Infrastruktur, insbesondere beim Ausbau von leistungsfähigen Breitbandnetzwerken. Ein großer Aufholbedarf besteht bei der Nutzung von Big Data und Cloud-Computing, wo Deutschland wohl aus Sicherheitsbedenken international weit unter dem Durchschnitt liegt. Unternehmen in Indien, USA, Mexiko oder Großbritannien nutzen Big Data doppelt so häufig.

Innovative Businessmodelle werden trotz vieler bürokratischer Hürden immer wieder von jungen Unternehmen aufgegriffen. Kürzlich verkündete die Deutsche Post, dass sie durch den Kauf des Aachener Start-up-Unternehmens *Streetscooter GmbH* nun selbst 30.000 Elektrofahrzeuge für ihre Zustellerflotte bauen wird, nachdem konkrete Anfragen bei deutschen Autoherstellern wie *Mercedes-Benz* und *BMW* aus Mangel an Interesse erfolglos blieben. Ein Beispiel für einen gelungenen IT-Service im Gesundheitswesen stellt die deutsche Charité-Ausgründung *Doxter* dar. Die App wurde 2012 etabliert und liefert Daten über Arztleistungen, bucht direkt Termine und sammelt Bewertungen von Patienten. *Doxter* verzeichnet aktuell 100.000 Zugriffe pro Monat. Zum Vergleich: Das amerikanische Vorbild *ZocDoc* wurde 2007 gegründet, ist als Unternehmen schon 1,5 Milliarden US-Dollar wert und versorgt mit diesen Daten mittlerweile 40 Prozent der amerikanischen Bevölkerung bei 5 Millionen Zugriffen monatlich.

Doch dieser IT-Service ist nur ein erster Einstieg in wirklich disruptive Innovationen durch Künstliche Intelligenz-Entwicklungen. Das Feld des

Cognitive Computing machte 2011 Schlagzeilen, als *IBM Watson* ein Jeopardy-Quiz gegen zwei menschliche Champions gewann. Seitdem entwickeln Tausende von Programmierern sogenannte Cogs, die uns Menschen mit der digitalen Welt verbinden sollen. Sie verstehen Sprache und saugen Wissen auf wie neugierige Kinder. So bilden sie sich weiter, bis sie mehr wissen als Fachleute. Mittlerweile gibt es viele spezialisierte Watson-Rechner, die man mit einem iPad über die Cloud befragen kann, so auch im Gesundheitswesen. Angeblich sind heute nur 20 Prozent des ärztlichen Wissens für Diagnosen und Entscheidungen über Therapien evidenzbasiert. Alle fünf Jahre verdoppelt sich zudem die Menge an medizinischen Daten, meist unstrukturiert und damit für Datenbanken nicht auswertbar. Im New Yorker Memorial Sloan Kettering Cancer Center trainierten Onkologen 2012 einen Arzt-Watson darin, die wirksamste Therapie für Krebspatienten herauszufinden. Dazu analysierte Watson zwei Millionen Textseiten aus Fachzeitschriften und klinischen Studien, außerdem Lehrbücher, medizinische Leitlinien und eineinhalb Millionen Krankenakten. Nach der Trainingsphase antwortete Watson in 89 bis 100 Prozent der Fälle je nach Krebsart korrekt. Digitale Assistenten in natürlichen Sprachen haben schon seit längerem Eingang in unsere Alltagswelt der Smartphones und Laptops gefunden, am bekanntesten sind wohl „Siri“ von Apple, „Alexa“ von Amazon, „Cortana“ von Microsoft und „Google Now“.

Wo sind in den nächsten Jahren disruptive Innovationen im Gesundheitswesen denkbar? Die neuen Methoden des „genom editing“ und „enzyme engineering“ der Gentechnologie ermöglichen mit ihren revolutionären Verfahren wie CRISPR/Cas9 und oligo-directed Mutagenesis umfangreiche Änderungen am Erbgut mit unerhörter Präzision. Die synthetische Biologie verspricht die Beseitigung von vielen Erbkrankheiten und erzeugt nebenbei künstliches Leben. *Craig Venter*, der das komplette menschliche Genom sequenzierte, stellte 2010 einen künstlichen Virus in nur 14 Tagen her. Direkt darauf folgte das erste künstlich erschaffene Bakterium. Und am 25. März 2016 stellte er eine aufsehenerregende Neukonstruktion vor: ein lebens- und fortpflanzungsfähiges Bakterium mit dem kleinsten Genom unter allen bekannten Organismen. Ein *MIT*-Team hat ein Programmiermodul namens *CELLO* entwickelt und kostenlos im Internet veröffentlicht, mit dem Biodesigner ohne große Vorkenntnisse Zellen umprogrammieren können. Mit dieser Software konnten die *MIT*-Forscher in einer Woche 60 programmierte Bakterien erschaffen, von denen 45 auf Anhieb funktionierten.

Goldene Zeiten für die Do-it-yourself-Biologen, die Biohacker, einen bunten Haufen aus Biologen, Programmierern, Elektrotechnikern und Künstlern, die mit einfach zugänglichen Mitteln in ihren Garagenbiolabors unkontrolliert Bakterien genmanipulieren, um ihnen neue Eigenschaften beizubringen. Auf der 13. *International Genetically Engineered Machine (iGEM) Competition* in Boston werden vom 27. bis 30. Oktober 2016 über 300 Teams, davon 13 aus Deutschland, ihre neuen Kreationen vorstellen.

Mit der DNA kann man auch mechanisch basteln, zum Beispiel beim DNA-Origami. Durch Falten von viralen DNA-Strängen kann man beliebige zwei- und dreidimensionale Formen im Nanomaßstab erzeugen wie einfache Landkarten, Sterne, Smileys und Tetraeder. Münchener Biophysiker haben 2015 bereits Ziegelsteine, Zahnräder oder Roboter mit beweglichen Armen hergestellt. DNA-Origami findet als Hülsen für den Transport von Wirkstoffen in Tumorzellen, zur Positionierung von Nanopartikeln zwecks Reduktion von Immunreaktionen und zur Herstellung von DNA-nanorobots sowie im molecular computing Verwendung. Auch

hierzu wurde eine leicht bedienbare Open-Source-Software namens *caDNA* geschaffen.

2004 stellten Wissenschaftler des *Weizmann-Institutes* den ersten Prototypen eines DNA-Computers vor. 2013 konnten schon 0,8 Megabytes an Bild-, Musik- und Textdateien in einer DNA gespeichert und fehlerfrei wieder ausgelesen werden. Theoretisch kann mit sechs Gramm DNA eine Datenmenge von drei Millionen Terabytes über Jahrtausende stabil gespeichert und durch die Parallelverarbeitung die dreißigfache Rechengeschwindigkeit des aktuellen Weltrekordhalters erreicht werden.

Forscher von *Google* (schon wieder!) und *IBM* haben ein neues Tor im Bereich der Quantencomputer aufgestoßen. Aufgrund der schwierig zu skalierenden digitalen Quantencomputer stellte das Team im Juni 2016 eine Alternative, den analogen Quantencomputer vor. *Google* will damit in zwei bis drei Jahren einen kleinen, aber nutzbaren Quantenrechner realisieren. Mit den millionenfach schnelleren Quantenchips sollen schwierige Chemieprobleme in den Bereichen Gesundheit oder Energie gelöst werden, indem man Atome so realistisch wie noch nie simuliert.

Diese rasanten Fortschritte und insbesondere die privaten Genbastler bereiten dem *FBI* und auch dem *Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)* seit Jahren einiges Kopfzerbrechen hinsichtlich Biosicherheit und Schutz vor Missbrauch. *TAB* untersucht seit 2011 Fragen der Ethik, der Sicherheit (Biosafety und Biosecurity), des geistigen Eigentums, der öffentlichen Wahrnehmung sowie Methoden einer adäquaten Chancen- und Risikokommunikation in der synthetischen Biologie. Die Forschungs- und Innovationspolitiker kämpfen mit dem „schwarze Schwäne“-Effekt: Entwicklungen von Innovationen lassen sich nur schwer durch Modelle und Simulationen vorhersagen und einplanen. Gerade in der Medizin zeigen sich Wirksamkeit und Nebenwirkungen oft erst in späten Stadien der Entwicklung oder gar der Anwendung. Unerwartete Ereignisse können extreme Auswirkungen auslösen, die erst im Nachhinein erkannt werden. Gentechnologische Freilandexperimente wie modifizierte Viren zur Krebsbekämpfung oder malariaresistente Stechmücken bergen kaum absehbare ökologische Risiken. Bisherige Verfahren der Risikoabschätzung und des Risikomanagements greifen nicht mehr angemessen. Das deutsche *Gentechnikgesetz (GenTG)* bezieht sich nicht auf die Anwendung der Gentechnik auf Menschen, wie dies bei den geplanten Eingriffen in die menschliche Darm- und sonstige Mikroflora der Fall ist.

Die Gefahren des Bioterrors beziehungsweise Biocrime durch Entwicklung von biologischen Waffen, synthetischen Drogen, Dopingmitteln oder Arzneimittelfälschungen werden nur hinter verschlossenen Türen diskutiert und sind öffentlich kaum bekannt. Hier sind internationale Kontrollabkommen notwendig, die aber mit der technologischen Entwicklung und den Auswirkungen der globalen Vernetzung kaum Schritt halten können,

wie Aspekte des Datenschutzes bereits bei den Social Media gezeigt haben.

Kommen wir zurück zum anfangs erwähnten *Pokémon-Go*-Spiel. Dieser Hype demonstrierte Millionen Konsumenten schlagartig die Wirkungsweise von Augmented Reality (AR). Im Gegensatz zur Virtual Reality, die nur eine in sich geschlossene Simulation von Wirklichkeit erzeugt, erweitert diese Technologie in Echtzeit die Informationen über die Realitätswahrnehmung. Seit August 2016 ist das AR-Headset *HoloLens* von Microsoft frei verkäuflich, welches ohne Smartphone und Computer über Gesten, Sprache, Kopf, Augenbewegung und kleine Knöpfe zu bedienen ist. Wie schon oft, hat die Spieleindustrie durch ihre großen Investitionen und Marktanteile sprunghaft zur Fortentwicklung der IT beigetragen.

Neben industriellen und militärischen Anwendungen liegt ein breites Feld der AR in der medizinischen Ausbildung, wie es im März 2016 das Start-up-Unternehmen *Medical Realities* mit seinem Gründer *Dr. Shafi Ahmed* demonstrierte, der als erster britischer Chirurg eine Operation in 360°-Rundumsicht live übertragen hat. Bei der medizinischen Versorgung in strukturschwachen Gebieten, in Notfallsituationen oder während Operationen können AR-Tools durch die Bereitstellung von wichtigen Informationen oder besonderen Merkmalen des Patienten unterstützen. Sehbehinderten Menschen können in der Brille Hinweise auf Hindernisse oder Gefahrensituationen eingeblendet, Autofahrern kann die Sicht bei schlechten Wetterverhältnissen durch Kontrastverschärfungen oder Helligkeitserhöhungen verbessert werden. Durch die Projektion der Anweisungen eines Navigationsgerätes auf die Windschutzscheibe wird der Fahrer nicht mehr so stark abgelenkt. Und letztendlich lassen sich in der Wartung von komplexen Maschinen Aufwand und Kosten einsparen, weil dem Techniker interaktive Service-Anleitungen direkt am Gerät eingeblendet werden können.

Wie beruhigend, dass meine Tochter schon jetzt mit dieser Zukunftstechnologie vertraut ist. Sie kam auch gleich auf die Idee, sich künftig bei Klassenarbeiten in ihrer Brille von einem DNA-Computer *Wikipedia*-Texte und Wörterbücher einblenden zu lassen. Meine bewährte alte Spickzetteltechnik ist damit endgültig dem digitalen Fortschritt zum Opfer gefallen.

Jede große Entdeckung erfolgt in drei Stufen. Wenn man sie bekanntgibt, sagen die Leute: „Das ist nicht wahr.“ Wenn sich ihnen dann etwas später die Wahrheit aufgedrängt hat, sagen sie: „Das ist nicht wichtig.“ Und wenn schließlich die Wichtigkeit genügend zutage tritt, sagen sie: „Das ist nichts Neues!“ (unbekannt)

Manfred Kindler
Krankenhaus-Kommunikations-Centrum e.V. (KKC)
E-Mail: m.kindler@kkc.info