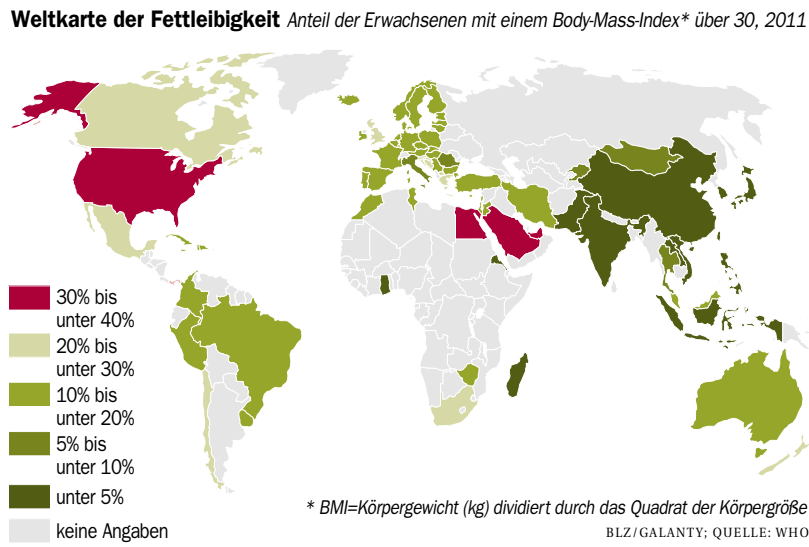
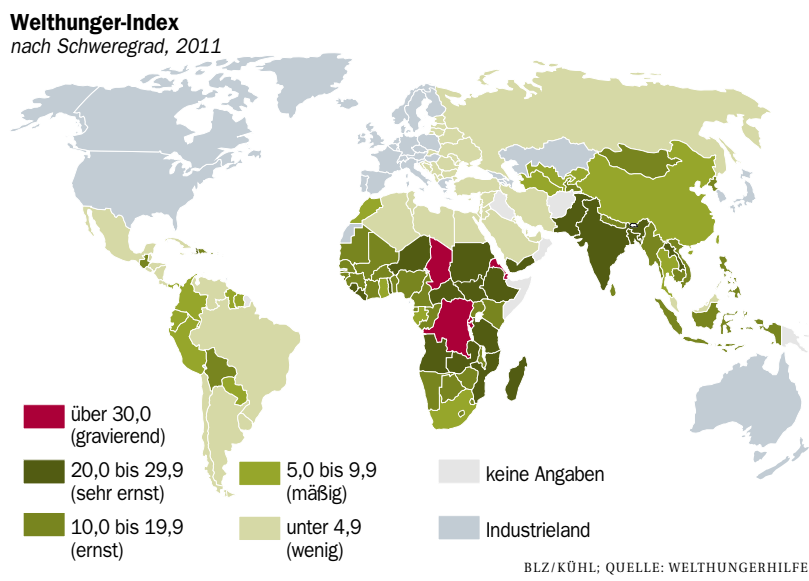


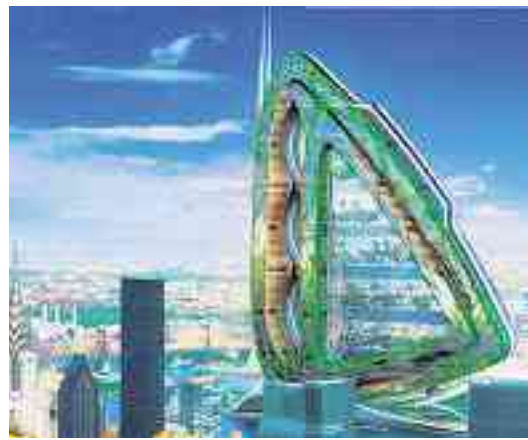
Wissenschaft



ZUKUNFT 2030: Ernährung



Riesige vertikale Farmen liefern Gemüse, Getreide und Fisch für die Megastädte. Visionen des belgischen Architekten Vincent Callebaut.



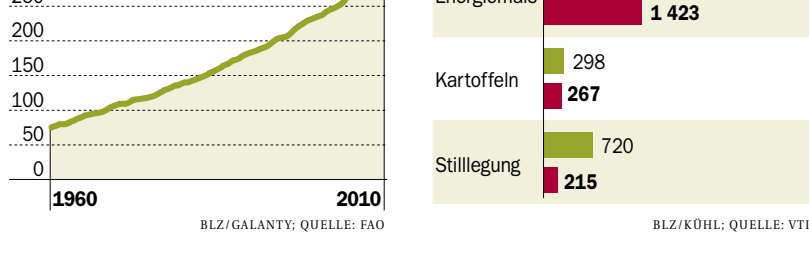
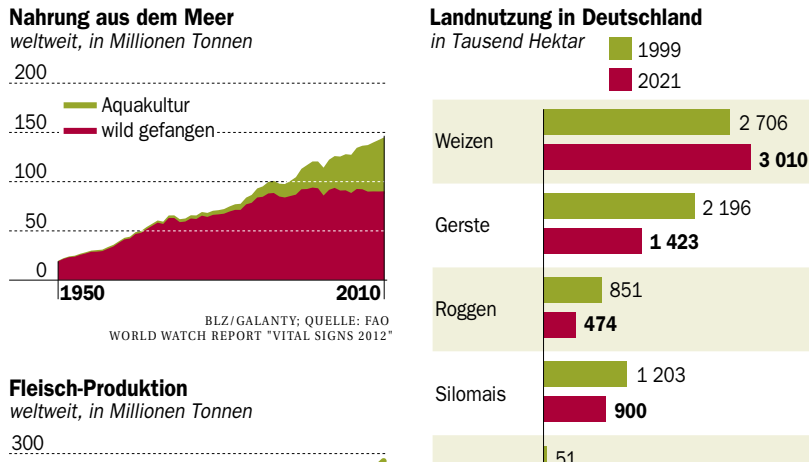
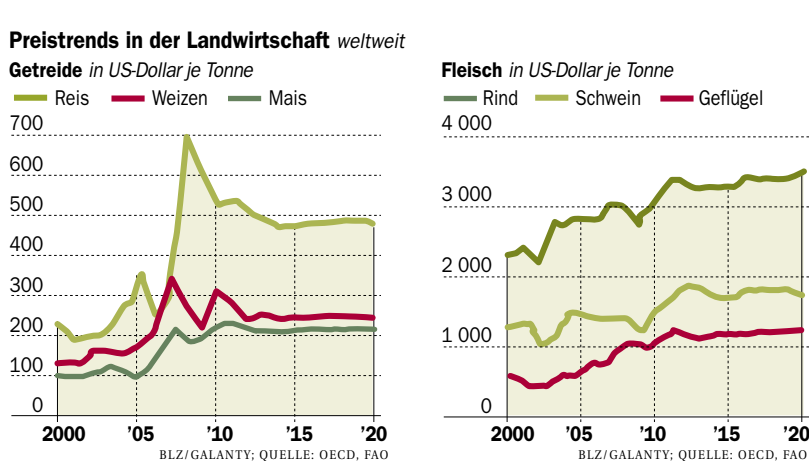
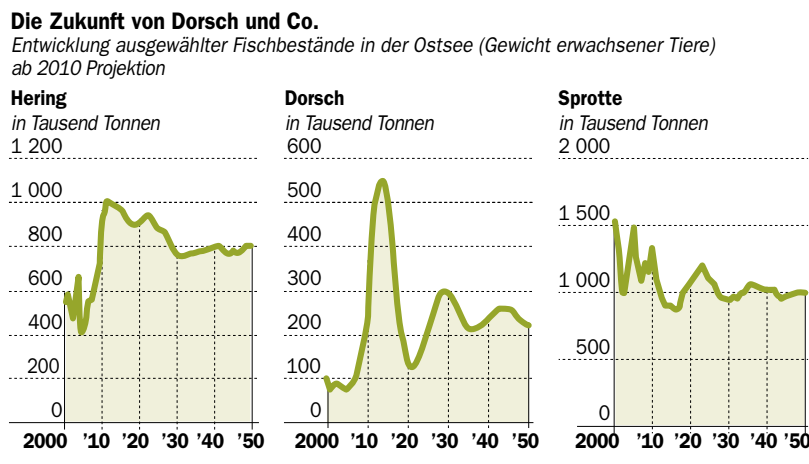
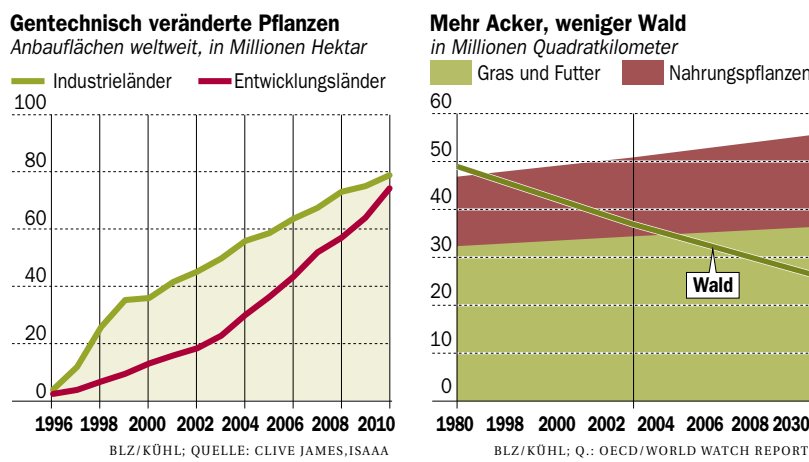
RÜCKBLICK

Vom Hund zum Fisch

Man nehme 300 Gramm Kocosfett, 125 Gramm Puderzucker, 50 Gramm Kakao (echtes), 3 Eier, 1 Glas Rum (54 %) und 2 Pkte. Butterkekse – und schon ist man kulinarisch mitten in den Fünfzigerjahren. Das Rezept für den Kalten Hund, auch bekannt als Zebra-Kuchen, traf den Geschmack der Nachkriegszeit: nahrhaft, süß und typisch sollte es sein und immer mit einem Extraklacks Butter. Endlich gab es wieder genug. Und alle schwelgten, auch wenn das Essen im Schnitt fast die Hälfte des Familieneinkommens kostete.

Auf die Fresswelle der Fünfzigerjahre folgte die Edelkesswelle der Sechziger. Es war die Zeit des ersten Autos, der ersten Urlaubsreise ins Ausland, und von dort brachte man Pizza und Spaghetti oder Soljanka und Shopska-Salat mit. Immer mehr Frauen gingen arbeiten, und in den Küchen lag neben dem Klassiker „Was Männern so gut schmeckt“ auf einmal der Titel „Auch Männer können kochen“. Die erste Gesundheitswelle setzte in den Siebzigerjahren ein. Satt waren wir nun, aber leider auch zu dick. Fettarmes Garen hieß das neue Motto, sein Werkzeug war der Römertopf. In einigen Städten machten Bioläden auf, aber in München gab es auch das erste Hamburger-Restaurant. In den Achtzigerjahren kamen dann Light-Produkte und mit Vitaminen und Mineralstoffen angereicherte Lebensmittel neu auf den Markt. Und Sushi, das japanische Reis-Rohfisch-Röllchen, erobert Deutschland seit Mitte der Neunzigerjahre.

Dem Hungrigen steht nun fast alles überall und zu jeder Zeit zur Verfügung. Und doch hält er sich gern an Vertrautes. Wie schon zu DDR-Zeiten verzehren Ostdeutsche bis jetzt mehr Butter, Brot und Wurst, aber weniger Milch und Milchprodukte als Westdeutsche. Gesamtdurst ist die Vorliebe für Fleisch. Der jährliche Pro-Kopf-Konsum liegt bei knapp 80 Kilogramm. Fleisch schmeckt, aber seine Produktion schadet Klima und Umwelt. Die Welt braucht dringend gesunde Alternativen. Kalter Hund ist keine. Leider. (fb)



Essen auf Rezept

Mahlzeiten sollen künftig nicht nur satt machen, sondern auch Krankheiten vorbeugen. Nestlé forscht daran

VON LILO BERG

Wer wissen will, wie Deutschlands Zukunft aussieht, sollte eine Geburtsklinik besuchen. Im Virchow-Klinikum der Berliner Charité kommen sie zusammen, die Schwangeren und jungen Mütter aus allen Teilen der Stadt, sie sitzen auf den Parkbänken an der ruhigen Mittelallee oder gehen schwer atmend über Treppen und Flure der leichten, modernen Klinik. Einen dicken Bauch haben naturgemäß die meisten, aber viele sind auch sonst sehr rundlich.

„Leider essen Schwangere oft für zwei“, sagt Andreas Plagemann. Der Professor für experimentelle Geburtsmedizin sitzt in seinem stillen Gelehrzimmer im obersten Stockwerk der Klinik. Hier, zwischen Büchern und Papiermappen, kann er ruhig arbeiten. Doch dazu kommt der 49-jährige nur noch selten. Häufig ist er unterwegs, um auf Fachkongressen vor Politikern und Vertretern der Lebensmittelindustrie Vorträge zu halten. Eine Botschaft ist ihm dabei besonders wichtig: Kinder, die schon im Mutterleib oder in den ersten Lebensmonaten zu üppig ernährt werden, kommen von dieser Prägung ihr Leben lang nicht mehr los. Ihr Appetit wird fast unaussprechlich groß sein, das Sättigungsgefühl jedoch gering.

Plagemanns Theorie gründet nicht nur auf Beobachtungen, sie lässt sich auch molekularbiologisch nachweisen. Das Überangebot an Nährstoffen in der frühen Entwicklung des Kindes führt zu winzigen Veränderungen an den Genen des Ungeborenen, im Fachjargon epigenetische Genregulation genannt. Diese kann den Stoffwechsel dauerhaft auf den Modus Schlaffen einstellen, was in vielen Fällen heißt: auf ein Leben mit Übergewicht.

Jeder Zweite ist zu dick Die Macht der epigenetischen Programmierung ist noch nicht lange bekannt. Vor ein paar Jahren glaubte man noch, alles mit den Genen erklären zu können. Eine naive Idee, wie sich herausstellen sollte. Denn Gene entwickeln sich über Jahrtausende, sie verändern den Menschen nicht so schnell, wie es derzeit beim Übergewicht geschieht. In den reichen Ländern schleppt schon heute jeder Zweite zu viel Gewicht mit sich herum. Und in einigen Jahren, so sagen Experten voraus, könnte die ganze halbe Menschheit zu dick sein.

Starkes Übergewicht ist nicht nur unschön. Es bildet den Nährboden für schwere Krankheiten, die viel Leid und hohe Behandlungskosten verursachen. Dazu gehören einige Krebsarten, Herzleiden, Schlaganfälle – und vor allem Diabetes. Unbehandelt kann diese Stoffwechselerkrankung zu Nierenversagen, Blindheit und schweren Durchblutungsstörungen führen. In ihrer häufigsten Form, dem

meist im Erwachsenenalter ausbrechenden Typ-2-Diabetes, grassiert sie überall dort, wo der westliche Lebensstil sich durchgesetzt hat. Weltweit sind bereits 370 Millionen Menschen betroffen, im Jahr 2030 könnte die Zahl auf 550 Millionen steigen. Experten sprechen von einem Diabetes-Tsunami.

Hilflos ausgeliefert ist die Menschheit dieser Riesenwelle jedoch nicht. Denn von allen Krankheiten wird Typ-2-Diabetes am stärksten von der Ernährung beeinflusst. Die Krankheit entsteht durch ein Zuviel an Kalorien, und ihre Symptome bilden sich zurück, sobald weniger gegessen wird.

Auch viele andere Erkrankungen haben mit falscher Ernährung zu tun. Richtiges Essen, so die logische Folgerung, sollte das Risiko senken. Aber was ist beim Essen richtig?

Der neue Trend heißt personalisierte Ernährung, manche sprechen auch von Nutrigenomik. Denn immer deutlicher zeigt sich, wie unterschiedlich der menschliche Stoffwechsel auf Nahrung reagiert. Lebensmittel, die für den einen gut sind,



Wird Joghurt überschätzt? Die Forschung wird es bald zeigen.

können einem anderen vielleicht sogar schaden. Das hat mit Genetik und Epigenetik zu tun, so viel ist klar, aber wie die Mechanismen im Detail funktionieren, beginnen die Forscher gerade erst zu verstehen. Bis zum Jahr 2030, davon sind führende Vertreter der neuen Forschungsbereiche überzeugt, wird man Licht in das Dunkel gebracht haben. Dann, so ihre Prognose, lassen sich Risikogruppen, die eine erhöhte Anfälligkeit für Diabetes, Herzinfarkt und andere Leiden haben, identifizieren. Ihnen kann dann eine zum Gefährdungsprofil passende Ernährung empfohlen werden. Oder, und in sie bereits krank sind, eine halbwegs maßgeschneiderte Therapiekost.

Auf diesen Zukunftsmarkt wirft sich nun ausgerechnet das Schweizer Unternehmen Nestlé, eine Firma, die man eher an Schokoriegel, Eiscreme und andere Dickmacher denkt. Der weltgrößte Lebensmittelkonzern will in den nächsten Jahren Hunderte von Millionen Franken in die Entwicklung einer personalisierten Gesundheitsernährung stecken. Man wolle effiziente und bezahlbare Wege

finden, um Krankheiten vorzubeugen, heißt es in der Zentrale in Vevey am Genfer See. Das klingt nach Pharma-Marketing, und tatsächlich bahnt sich hier eine in dieser Dimension bisher unbekannte Fusion von Medizin und Ernährung an.

Der großen Aufgabe tritt Nestlé mit seiner Forschungsmacht entgegen. Deren Fäden laufen zusammen in Vers-chez-les-Blanc, einem idyllisch in den Bergen bei Lausanne gelegenen Ort. Von dort oben geht der Blick über den Genfer See in die französischen Alpen. In dem weitläufigen Forschungszentrum aus den Achtzigerjahren arbeiten 700 Menschen. Es ist eine auffallend schlanke und junge Belegschaft, die mittags in die Kantine strömt. Viele von ihnen sind Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fachgebieten. Manche suchen nach natürlichen Farbstoffen für Lebensmittel, andere experimentieren mit neuartigen Verfahren zur Haltbarmachung, analysieren Verbrauchersche oder berechnen Ökobilanzen. In einer Halle mit großen Metallgeräten stellen Laboranten in weißen Kitteln Milportionen von neu erdachten Kompositionen her. Es gibt sogar eine Bettenstation, um den Stoffwechsel von Probanden zu untersuchen.

Das Forschungszentrum koordiniert die weltweiten wissenschaftlichen Aktivitäten des Konzerns. Besonders viel verspricht man sich vom Institute of Health Sciences, das derzeit unten im Tal entsteht, auf dem Campus der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne. Hier sollen die Grundlagen für die personalisierte Gesundheitsernährung geschaffen werden. Konzentrieren will man sich dabei auf wenige Bereiche, wie Nestlé-Generaldirektor Werner Bauer sagt: Diabetes und starkes Übergewicht, Hirnleistungsstörungen bis hin zu Alzheimer und spezielle Altersbeschwerden, die eine besondere Ernährung erfordern.

Es geht um einen Milliardenmarkt. Denn die meisten Menschen träumen zwar von einem gesunden Leben mit viel frischem Obst und Gemüse, von ausgewogenem Essen in Ruhe und netter Gesellschaft. Im hektischen Alltag bleibt von dem Ideal oft nicht viel übrig, wie die Nestlé-Studie 2011 über das Essverhalten der Deutschen zeigt. Man isst nebenbei, wenn gerade Zeit ist, feste Essenszeiten kennt insbesondere die junge Generation kaum noch, und Deutschland, so ein Fazit der Untersuchung, ist ein Land der Snacker geworden. Wenn gekocht wird, dann oft mit vorgefertigten Komponenten. Oder man wärmt gleich ein Fertiggericht auf. Sogenannte Convenience-Produkte zählen len seit Jahren zu den beliebtesten Lebensmitteln, weit vor Bier und Wein. Spricht dafür, dass der Trend sich setzt: die steigende Zahl von Single-Haushalten, das Altern der Gesellschaft, aber auch die zunehmende Berufstätigkeit der Frauen. Und doch

ist die Vorstellung von einer gesünder Ernährung immer vorhanden, das schlechte Gewissen nagt. Wie gerufen käme da der schnelle Teller, der gezielt vor Krankheiten schützt.

Die Aufgabe, die Nestlé sich gestellt hat, ist äußerst komplex. Die Forscher müssen nicht nur die richtigen Komponenten für ihre Nahrungsmittel ermitteln, sondern auch den Nachweis führen, dass Gesunde dadurch gesünder werden und Kranken geholfen wird. Solche Belege werden die staatlichen Kontrollen fordern. Wie ernst sie es meinen, zeigt die aktuelle Kontroverse um Lebensmittel, die mit Vitaminen und anderen Wirkstoffen angereichert sind, sogenannte Functional Foods. Auch Nestlé erhielt eine Aufforderung der Europäischen Lebensmittelsicherheitsbehörde, bis spätestens 2013 Beweise für das Versprechen zu liefern, dass sein probiotischer Joghurt LCI das Immunsystem stärkt. Das Signal ist klar: Wer Gesundheit verspricht, muss sie auch liefern, und zwar messbar.

Komponente Portionen

Und so baut der Schweizer Konzern derzeit eine Infrastruktur nach dem Vorbild der Pharmaindustrie auf. Es gilt nicht nur herauszufinden, welche Nahrungsbestandteile welchen Personenkreis vor Krankheiten schützen, sondern auch, mit welchen Biomarkern im Stoffwechsel sich bei ihnen ein positiver Effekt nachweisen lässt. „Wir werden Angebote für bestimmte Risikogruppen machen und nicht für jede einzelne Person“, sagt Thomas Beck, der das Nestlé-Forschungszentrum in Vers-chez-les-Blanc leitet. Der Molekularbiologe, Mitte vierzig und hochkonzentriert, stammt aus Stuttgart, er spricht mit schwäbischem Akzent und formuliert sehr höflich. Denkwürdig ist sein Beispiel speziell komponierte Mahlzeiten für Menschen mit einer genetisch angelegten Überempfindlichkeit für Salz oder tierische Fette – beides erhöht das Risiko für Herzleiden.

Noch ist unklar, wann die ersten Lebensmittel dieser Art in den Handel kommen, aber wo sie zuerst angeboten werden, zeichnet sich bereits ab. „In Asien ist der Gedanke einer Prävention durch Nahrung tief verwurzelt“, sagt Beck. Man denke nur an die traditionelle chinesische Medizin. Daher seien die ersten Nestlé-Zentren mit Beratung zu Ernährung und Lebensstil zuerst wohl in Asien geplant, später auch weltweit.

Im Virchow-Klinikum beginnt jetzt die Schwangerenberatung. Es sei gar nicht so schwer, etwas für die Gesundheit des Kindes zu tun, sagt Andreas Plagemann. Mit Normalgewicht in die Schwangerschaft gehen, in die der Zeit nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig essen – und nach der Geburt stillen, mindestens vier Monate lang. Die Zukunft der Menschheit liegt in den Händen der Mütter. Mehr, als man ohnehin schon ahnte.

SERIE

Wissenschaftler in aller Welt arbeiten heute bereits daran, die Probleme von morgen zu lösen. Für unsere Serie haben wir sie in Universitäten, Schulen und Labors der Industrie besucht.

Teil 1: Ernährung

Essen nach den Genen? Steaks aus dem Labor?

Teil 2: Bildung

Mathe aus dem Internet? Online-Uni statt Alma Mater?

Teil 3: Wohnen

Vollvernetzt im SmartHome? Nachhaltig in der Megacity?

Teil 4: Gesundheit

Maßgeschneiderte Arzneimittel? Heilung aus der Stammzelle?

Teil 5: Kommunikation

Smartphone, Skype und dann? Wann lesen wir Gedanken?

Teil 6: Arbeit

Worauf stellen Firmen sich ein? Hochproduktiv mit 75?

Teil 7: Energie

Szenario: Wie lebt es sich in der Energiezukunft?

Teil 8: Mobilität

Welche Autos gibt es? Wie werden wir fliegen?

BERLINER-ZEITUNG.DE

Weitere Informationen, Diskussionen und Hintergründe zur Serie unter: berliner-zeitung.de/zukunft

„Ganz Deutschland könnte sich von einer Kuh ernähren“

Bulette aus dem Labor: Der niederländische Mediziner Mark Post entwickelt künstliches Fleisch

Anfang des Jahres machte der niederländische Gefäßmediziner Mark Post weltweit kein Zerrissen. Er kündigte an, dass er in einem Labor an der Universität Maastricht, das Geld kommt von einem anonymen Spender. Im November will Mark Post seinen Kunsburger dem Publikum vorstellen.

Werden Sie den Termin schaffen?

Ja, sicher. Hier in meinem Labor laufen gerade die technischen Vorbereitungen. Nach der Sommerpause fangen wir mit der Produktion an. Drei Monate wird es dauern, dann haben wir genug Fleisch für einen Hamburger. Im November wollen wir ihn öffentlich grillen und verspeisen.

Warum machen Sie so ein Spektakel daraus?

Weil ich unbedingt will, dass aus dem Projekt etwas wird. Noch stehen wir ganz am Anfang. Was wir Ende des Jahres vorstellen, ist nicht mehr als ein Prototyp, der beweisen soll, dass künstliches Fleisch im Prinzip möglich ist. Um ein marktfähiges Produkt zu entwickeln, werden wir sehr viel Geld brauchen. Das Grillfest wird, so hoffe ich, Investoren auf uns aufmerksam machen.

Mit welchen Kosten rechnen Sie?

Allein die Herstellung unseres Viertelfinders verschlingt schon eine Viertelmillion Euro.

Und das ist erst der Anfang?

Ja, wahrscheinlich sind mehrere Hundert Millionen Euro erforderlich, um irgendwann einmal gutes Laborfleisch zum günstigen Preis anbieten zu können. Es handelt sich um ein gigantisches Vorhaben, gewissermaßen um ein Manhattan-Projekt der Welternährung.

Ist der Vergleich nicht zu hoch gegriffen?

Nein, ich glaube, die Dimension stimmt. Aber stattdessen der Welt zu schaden, wie das Atombomben-Projekt, wird Labor-Fleisch von großem Nutzen sein. Es wird die traditionelle Fleischproduktion ablösen. Zum Glück! Denn die Viehmast beansprucht heute schon sieben Prozent aller landwirtschaftlich genutzten Flächen und nahezu zehn Prozent des Süßwassers. Sie verursacht fast ein Fünftel aller Treibhausgas. Das ist eine Rieseneinbelastung. Und sie wächst ins Unendliche, wenn sich der Fleischkonsum bis 2050 verdoppeln sollte, wie die Welternährungsbehörde FAO prognostiziert. Hinzu kommen die Probleme der Massentierhaltung und das große ethische Dilemma: Millionen Tiere müssen ihr Leben für den Menschen lassen.

Sie kommen völlig ohne Schlachtung aus?

So weit sind wir noch nicht. Noch benötigen wir Stammzellen von Spendertieren. Irgendwann reicht vielleicht eine kleine Gewebeprobe. Falls künstliches Fleisch sich durchsetzen würde, würden Millionen weniger Tiere als heute geschlachtet werden müssen. Ganz Deutschland könnte sich von einer Kuh ernähren.

Wie wird aus Tiergewebe Fleisch?

Zuerst isolieren wir reife Stammzellen aus den Muskeln gesunder Rinder. Diese Zellen können sich noch in mehrere Richtungen entwickeln, in Muskeln oder Fett, aber ein ganzes Tier kann aus ihnen nicht mehr werden. Diese Zellen legen wir in eine Nährlösung auf der Basis von Rinderseerum und beobachten, wie sie sich vermehren. Aus einer Stammzelle können eine Billion Körperzellen entstehen. Aber wir haben es in gewisser Weise leichter. Unser Produkt muss

INTERVIEW



Mark Post

Eigentlich hat Mark Post gar keine Zeit für künstliches Fleisch: Der 1957 in Amsterdam geborene Mediziner leitet das Institut für Physiologie an der Universität Maastricht und erforscht Therapien gegen Gefäßverschlüsse beim Menschen. Aber das Laborfleisch-Projekt, das er anfangs nur zum Spaß betrieben hat, beansprucht inzwischen fast seine ganze Energie. Gelingt das Vorhaben, das ein Sponsor mit 300 000 Euro fördert, hat Mark Post seine Kollegen in Europa und USA klar überholt. Gut zwei Dutzend Labors weltweit arbeiten an diesem Thema. Zusammen mit ihnen will Post den Kunsburger weiterentwickeln.

Schmeckt es denn auch?

Sie werden es nicht glauben, aber ich habe noch nichts probiert. Ich esse den armen Doktoranden, die bisher nur kleine Mengen anfertigen konnten, üngern ihre Monatsproduktion weg.

Im November kommt die große Überraschung?

Ja. Bis dahin gehen wir mal davon aus, dass das Laborfleisch genauso schmeckt wie natürlich gewachsenes Rindfleisch. Die Zellen enthalten ja dieselben Komponenten.

Und wenn Ihr Gönner, der die bisherige Forschung bezahlt hat, beim Testessen das Gesicht verzieht?

Das wird er nicht tun. Es sind zu viele Kameras dabei.

Er wird also seine Anonymität lästigen?

Bei dieser Gelegenheit, ja.

Zeigen McDonalds, Nestlé und Co. schon Interesse an Ihrer Forschung?

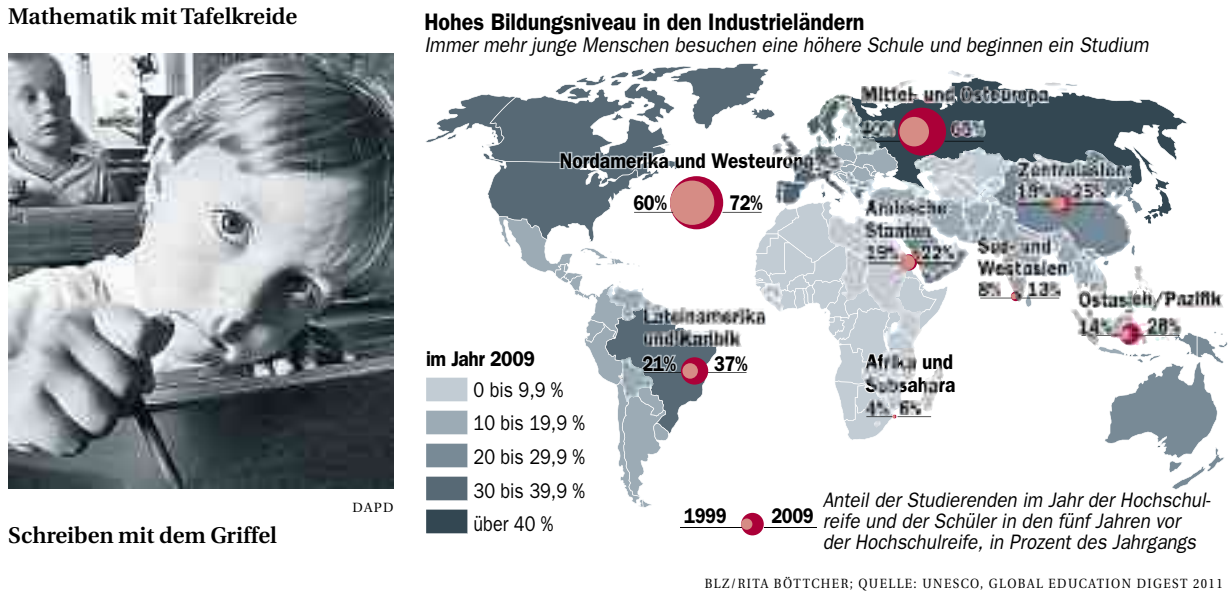
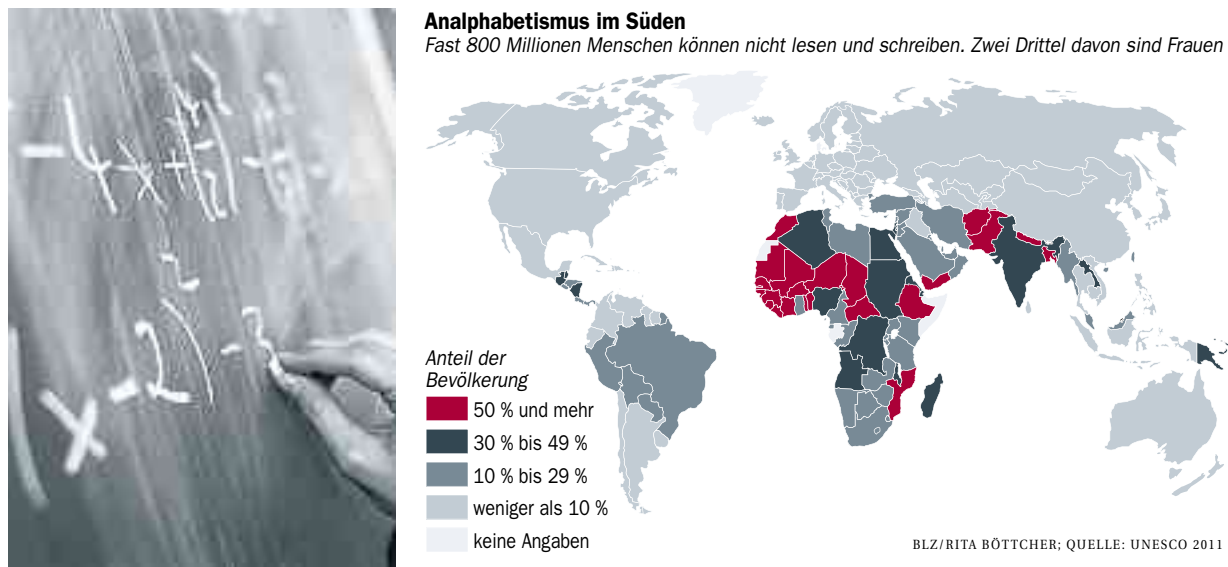
Bisher leider noch nicht.

Welche Rolle wird Kunstfleisch 2030 spielen?

Bis dahin wird traditionell erzeugtes Fleisch fast komplett ersetzt sein. Mit dem Durchbruch für Laborfleisch, rechte ich in zehn bis fünfzehn Jahren. Vielleicht kann man sich in Zukunft sogar Stammzellen bestellen und zu Hause sein eigenes Fleisch züchten.

Interview: Lilo Berg

Wissenschaft



RÜCKBLICK

Von Pisa nach Bologna

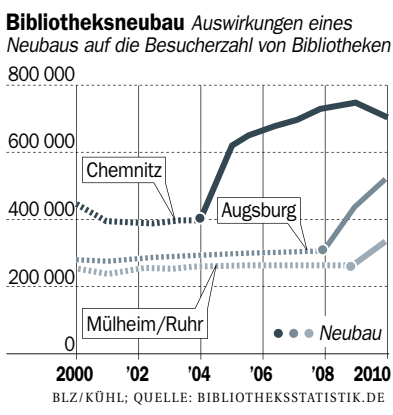
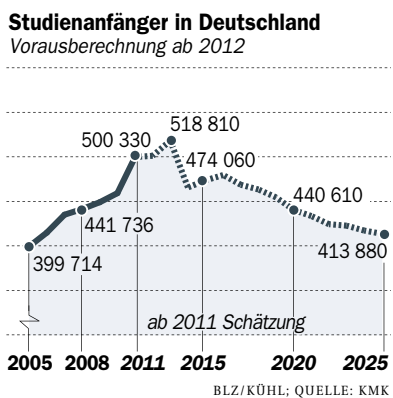
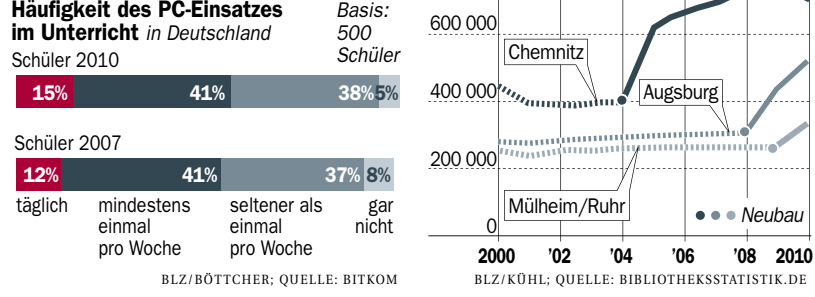
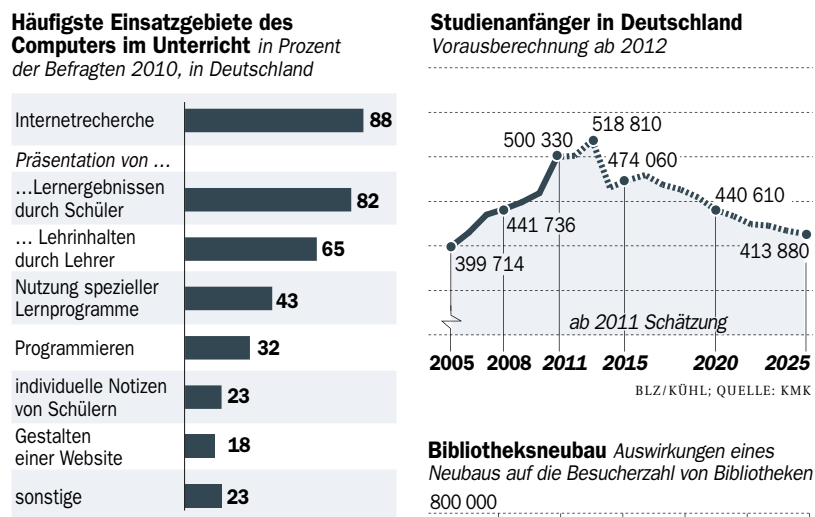
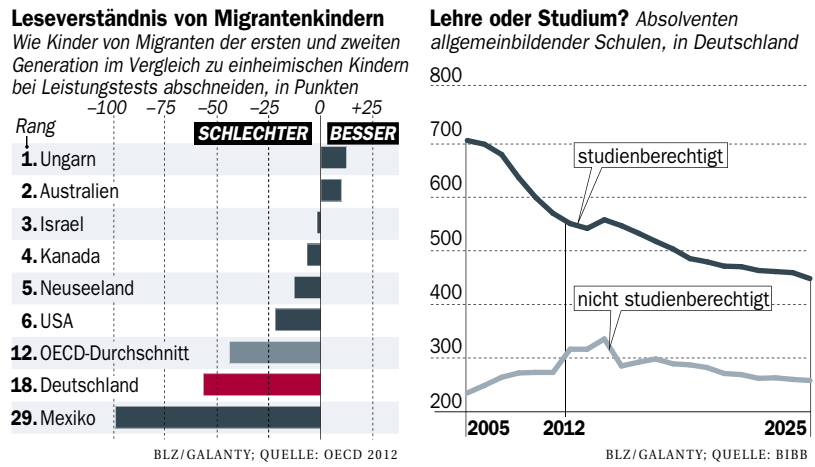
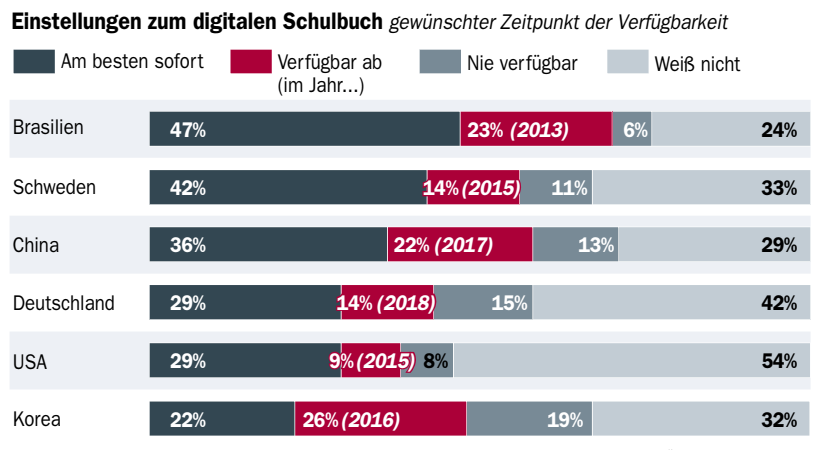
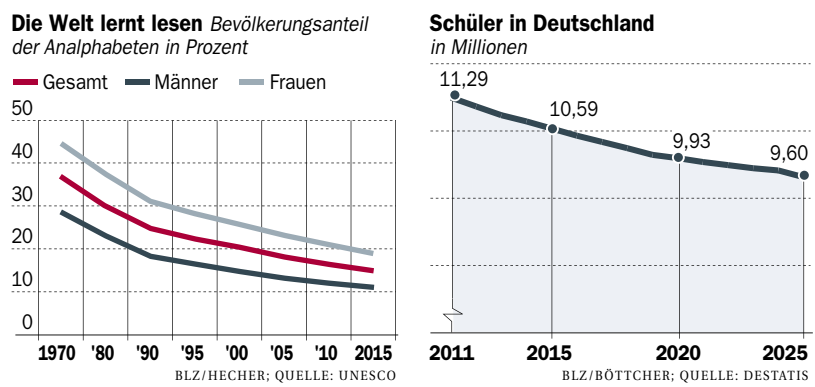
Für die Kleinen gab es noch Kuschelpädagogik, an den Universitäten Langzeitstudien und Pisa und Bologna waren einfach nur schöne italienische Städte. Die deutschen Schulen, daran zweifelte niemand, waren die besten der Welt. Bis zum Pisa-Schock 2001: Deutschland weit abgeschlagen hinter Finnland, Kanada und Japan! Schwache Leistungen in allen Disziplinen: Mathematik, Naturwissenschaften, Leseverständnis!

Die Pisa-Studie hat die Deutschen demütigt gemacht. Und bang. Seit dem letzten Test vor drei Jahren stehen China, Singapur und Südkorea ganz oben. Asien kommt, was wird aus uns?

Jetzt wird überall das Tempo angezogen. Früher gab es das Abitur nach zwölf Schuljahren nur in der DDR, nun in ganz Deutschland. Aber wozu der ganze Stress, wenn die Lebenserwartung steigt und noch so viel Zeit zum Arbeiten bleibt?

Und schon geht es um Bologna. Oder vielmehr den Bologna-Prozess, die Regieanweisung für die Schaffung eines gemeinsamen europäischen Hochschulraums. Mit vergleichbaren Studiengängen, identischen Abschlüssen und viel Austausch zwischen den Ländern. Inzwischen ersetzen Bachelor und Master weitgehend die alten Zertifikate. Den urdeutschen Magister vermisst keiner wirklich, aber dem Diplom trauert mancher Ingenieur hinterher.

Bis vor wenigen Jahren waren alle deutschen Universitäten gleich. Dann wurde im Jahr 2005 die Exzellenzinitiative gestartet. Selbster gibt es ein paar Elite-Universitäten in Deutschland und viele, die es gerne wären. Auch wenn viel gestöhnt und kritisiert wird an deutschen Hochschulen: Insgesamt sind sie heute weitaus attraktiver als noch vor zwanzig Jahren. Und sie sind internationaler geworden. Mit Studenten und Professoren aus aller Welt. Neuerdings sind immer mehr Italiener darunter, auch aus Pisa und Bologna. (lb.)



ZUKUNFT 2030: Bildung

Lernen als lebenslange Aufgabe: In einem Hörsaal der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg verfolgen Kinder gemeinsam mit ihren Eltern und Großeltern einen Vortrag über das Programmieren von Computerspielen.



Salman Khan, 36, ist der momentan populärste Online-Lehrer der Welt. Seine Lektionen hält der ehemalige Hedgefonds-Manager von seiner Wohnung im kalifornischen Mountain View aus. Mehr als 3 000 seiner Videos sind im Internet abrufbereit.



Arbeitsblatt der digitalen Universität Udacity. Zurzeit werden dort kostenlose Kurse in Computerwissenschaften angeboten. Offerten in den Ingenieurwissenschaften, Physik und Chemie sollen folgen.



In absehbarer Zeit werden sogenannte Whiteboards die Klassenräume und Hörsäle dominieren. Die elektronischen Tafeln erlauben es, Formeln mit Diagrammen und Videos zu verknüpfen.

Pablo will es wissen

In einer Schule im kalifornischen Silicon Valley lernen Migrantenkinder mit Hilfe von Online-Lektionen

VON LILO BERG



LILO BERG

Der 14-jährige Pablo (l.) von einer Modellschule im kalifornischen East Palo Alto hilft seinem Mitschüler bei einer Mathe-Aufgabe.

Fast Palo Alto ist ein gefährlicher Ort. Baufällige Häuser, Vorgärten voller Müll und immer wieder Schießereien auf offener Straße. Hier, fünfzig Kilometer von San Francisco entfernt, leben Immigranten aus Mexiko und viele verarmte schwarze Familien. Wer einen Job hat, arbeitet als Handlanger oder Hausmädchen für die Reichen im nahe gelegenen Silicon Valley. Die Wohnen in den Villen um die Eliteuniversität Stanford oder bei den Zentralen von Apple, Google und anderen Weltfirmen.

Früher gab es in East Palo Alto keine weiterführende Schule. Wer die High School besuchte, wurde im Bus in die besseren Viertel gebracht. Aber dann wurde Mitte der Neunzigerjahre die Eastside Preparatory School eröffnet, mitten im sozialen Brennpunkt. Es ist eine kleine, prope Anlage mit einstöckigen Gebäuden, die im Karree um eine Rasenfläche stehen. Gleich hinter der Eingangstür liegt das freundlich eingerichtete Büro der Schulsekretärin. Am Morgen begrüßt sie jedes der rund dreihundert Kinder und macht dann auch gleich einen Strich in der Anwesenheitsliste. Die Eastside Prep, so der Kurzname, ist eine private Ganztagschule, die sich vorwiegend aus Spenden finanziert und die nur Kinder aus Familien aufnimmt, in denen es bisher noch niemand auf ein College geschafft hat. Es ist eine besondere Schule, mit kleinen Klassen, individueller Förderung und idealistischen Lehrern. Für die Schüler ist sie ein Sprungbrett in ein besseres Leben, und schon Tausende haben ihre Chance genutzt.

Vier Schüler an einem Tisch

Der vierzehnjährige Pablo ist fest entschlossen, etwas aus seinem Leben zu machen. Das wollen auch seine Eltern. Sie sind aus Mexiko in die USA gezogen, um ihren drei Kindern eine gute Ausbildung zu ermöglichen. Pablo will Software-Ingenieur werden, denn das ist ein sicherer Beruf mit Prestige und gutem Gehalt. Er ist ein ernster Junge, und er weiß, dass er einen langen Weg vor sich hat: erst die High School, dann das College und vielleicht sogar ein Studium auf der Universität. Zum Glück ist er sehr gut in der Schule, vor allem in Mathe. Immer wieder kommen Mitschüler zu ihm und suchen seinen Rat.

Die Tische im Klassenraum sind so angeordnet, dass jeweils vier Schüler zusammensitzen, einige Kinder schreiben in ihre Hefte, andere arbeiten an Netbooks, die die Schule zur Verfügung stellt, in manchen Gruppen wird leise diskutiert. Die Lehrerinnen Johnson, 32, sitzt mit zwei Schülern zusammen, sie üben quadratische Gleichungen.

Die beiden haben den letzten Test nicht bestanden und brauchen jetzt Nachhilfe. Hin und wieder geht Jen zur Tafel und erklärt eine Aufgabe von allgemeiner Bedeutung, es folgt eine kurze Frage-Antwort-Runde. Und er widmet sich den Problemen der Addition ebenso hingebungsvoll wie der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Schritt für Schritt, mit trockenem Humor und bildhaften Beispielen.

Etwas fünf Millionen Nutzer zählt die Academy pro Monat. Menschen aus mehr als zweihundert Ländern rufen die Seiten auf, deren Lektionen von Enthusiasten aus dem Englischen in die jeweiligen Landessprachen übersetzt werden – unter anderem ins Deutsche.

Bisher hatten die Khan Academy und die traditionellen Schulen wenig miteinander zu tun, jetzt sollen die Videos in den Unterricht integriert werden. Davon verspricht sich die Bill-Gates-Stiftung, die das Projekt mit Millionenbeträgen unterstützt, einen Qualitätsschub für Bildungseinrichtungen in aller Welt: Das Online-Curriculum aus dem Silicon Valley könnte Taktgeber und Messlatte sein, vor allem in ärmeren Ländern. Aber zunächst muss getestet werden, wie die Verzerrung mit dem Schulunterricht funktioniert. Zu diesem Zweck begann vor einem Jahr ein Großversuch in hundert Klassen im Großraum San Francisco. Die Eastside Prep ist mit dabei.

Pablo, das Mathe-As, schätzt die Khan-Lektionen. „Wenn ich etwas vergessen habe, schaue ich mir das passende Video an, dann bin ich gleich wieder im Stoff.“ Seine Lehrerin verteilt zu Beginn jeder neuen Unterrichtseinheit selbst erarbeitete Mappen mit Aufgaben aus dem Lehrbuch und Hinweisen auf passende Khan-Videos. Auf diese Weise verknüpft sie den staatlichen Lehrplan mit dem Zusatzangebot im Internet. Auch die Filme enthalten Übungen, und die Schüler sind aufgefordert, diese während des Unterrichts zu absolvieren. Jen Johnson kann mit ihrem Laptop verfolgen, wie ihre Schüler abscheiden, und

sie bemerkt sofort, dass Alexandro nicht mitkommt. „Ich werde morgen mit ihm arbeiten“, sagt sie. „Früher hätte ich seine Probleme erst nach einer Fünf im Test erkannt.“ Schlechte Noten gebe es in diesem Schuljahr kaum. Vor der Klassenarbeit würden die Schüler an ihren Schwächen arbeiten – mit den Videos hätten sie ein gutes Werkzeug dafür.

Die kompakte Form der Lektionen, die sofortige Rückmeldung bei Fehlern, all das kommt den Bedürfnissen einer Jugend, die mit dem Internet aufgewachsen ist, entgegen. Und was ist mit der Idee, die Online-Lektionen als alleiniges Lehrmittel einzusetzen? Das wäre nicht sinnvoll, heißt es an der Eastside Prep. Nach wie vor seien Lehrer nötig, um den Kurs vorzugeben und zu halten, zu motivieren und Hilfe zu leisten.

Akademische Alchemie

Aber verzichten möchte an dieser Schule offenbar niemand mehr auf die Khan'sche Kollektion. Sie ist einfach zu gut, um Löcher zu stopfen. Mathematik, so sagt Salman Khan in seinen Vorträgen gern, Mathematik sei bei den meisten Menschen ein großer Emmentaler: Hier und da gibt es etwas Substanz, aber zwischenrind ist viel Luft. Und die Khan Academy, das sei die Verwandlung von Luft in Substanz. Akademische Alchemie sozusagen.

Eine große Bühne bot sich dem Internethlehrer im vergangenen Jahr bei einem renommierten Online-Talk. Steve Jobs ist dort aufgetreten, Isabel Allende und Al Gore. Khans Beitrag inspirierte den deutschen Informatiker Sebastian Thrun dazu, das Konzept auf die Hochschulbildung zu übertragen (siehe nebenstehenden Beitrag).

Die Khan Academy selbst konzentriert sich weiter auf die Schule und zwar mit Blick auf die ganze Welt. An dieser Stelle kommt Bilal Musharraf ins Spiel. Der introvertierte Mann fungiert sozusagen als Khans Außenminister. Mit 18 Jahren kam Bilal zum Silicon Valley, er ist geliebt. Sein Vater ist der ehemalige pakistanische Präsident General Pervez Musharraf, doch wenn die Rede auf seine Familie kommt, wird der Sohn einsilbig. Viel lieber spricht er über Entwicklungspolitik und wie wichtig es wäre, in Breitenband-Internetverbindungen für Drittweltländer zu investieren, die dann für den Online-Unterricht genutzt werden könnten.

Die Academy-Videos sind als Teil eines weltumspannenden Curriculums denkbar. Vorausgesetzt, dass die versprochenen Fördermittel fließen, werden die Kurse bald komplett in die zehn wichtigsten Sprachen übersetzt, auch ins Deutsche. Denn East Palo Alto gibt es überall. Zum Glück auch Lehrer wie Jen Johnson und Kinder wie Pablo.

Die Universität neuen Typs

Akademische Bildung wird künftig vorwiegend online vermittelt, sagt der eine Experte. Der andere hält dagegen

VON LILO BERG

An der kalifornischen Elite-Universität Stanford studieren 15 000 junge Leute. Im vergangenen Herbst kamen auf einen Schlag 160 000 Studierende hinzu, allerdings nur online. Die private Hochschule hatte erstmals ein Einführungsseminar für das Fach Künstliche Intelligenz ins Internet gestellt, in schlichter Aufmachung, aber kostenlos und für alle Welt zugänglich.

Mit einem derart gewaltigen Ansturm hatte niemand in Stanford gerechnet, die Nachricht von dem kostenlosen Informatikkurs verbreitete sich praktisch in Echtzeit um den Globus. Zwei Drittel der Anmeldungen kamen aus Asien und Europa, insgesamt zählten die Organisatoren Interessenten aus 190 Ländern. Es waren viele junge Leute dabei, aber auch Hausfrauen mit kleinen Kindern und achtzigjährige Rentner. Wer das Angebot aufmerksam gelesen hatten, wusste, was auf ihn zukam: ein achtwöchiger Kurs mit Vorlesungen, Hausaufgaben, jede Woche ein benoteter Test und ein Abschlussexamen – gleiche Anforderungen also wie im Live-Kurs, der parallel dazu für rund zweihundert Studierende auf dem Campus stattfand. Ein Stanford-Zertifikat wurde nicht in Aussicht gestellt, nur eine Art Teilnahmebestätigung für alle, die bis zum Ende durchhielten. Rund 23 000 Teilnehmer schafften die schwere Prüfung am Ende des Kurses.

Zum Schluss saßen in meinem Seminar in Stanford nur noch dreißig Leute“, sagt der in Solingen geborene Kursleiter Sebastian Thrun. „Die anderen bevorzugten den Online-Unterricht, vor allem wegen der größeren zeitlichen und räumlichen Flexibilität.“ Das habe ihn besonders beeindruckt. Die Idee, seinen Präsenzkurs speziell aufbereitet ins Internet zu stellen, kam ihm im vergangenen Jahr, als er die Arbeit von Salman Khan kennenlernte. Dieser wendet sich mit seiner Video-Bibliothek vor allem an Schüler (siehe nebenstehende Reportage). Nun, nach dem Erfolg des Stanford-Experiments, sieht Sebastian Thrun einen Epochenwechsel heraufziehen. Er sagt das Ende der Universität, wie wir sie kennen, voraus. „In fünfzig Jahren wird es weltweit nur noch zehn



Sebastian Thrun

Informatikprofessor in Stanford, Schöpfer von Robotern und fahrerlosen Autos, Forschungsleiter bei Google – und jetzt auch noch Gründer der Online-Universität Udacity. Sebastian Thrun ist erst 45 Jahre alt, doch die Liste seiner Verdienste reicht schon für zwei Leben. Er kam 1967 in Solingen zur Welt. 1995 promovierte Thrun in Informatik und Statistik an der Uni Bonn. Er hat zahlreiche Preise erhalten, darunter den mit 750 000 Euro dotierten Max-Planck-Forschungspreis.

Institutionen geben, die akademische Bildung vermitteln.“

Der jugendlich wirkende Informatikprofessor sitzt auf einer Parkbank am sogenannten Oval, einer großen Rasenfläche am Haupteingang von Stanford. Er spricht schnell, fröstelt. Seit Wochen bekommt er nicht genug Schlaf, zu viele Projekte. Als das Gespräch auf seine Studienzeit in Deutschland kommt, die späten Achtzigerjahre, wird er nicht etwa nostalgisch. Denn er hat keine guten Erinnerungen: Professoren, die veralteten

Stoff lieblos vermittelten, überfüllte Lehrveranstaltungen, zu wenig Diskussion. „Die Professoren waren unnahbar, es ging ihnen oft nur darum, Studenten abzuwimmeln.“ Sebastian Thrun hat es dennoch geschafft: zuerst als Stanford-Professor, jetzt als Chef bei Google X, einem Labor, in dem der Suchmaschinen-Konzern zum Beispiel fahrerlose Fahrzeuge entwickelt.

Nebenher baut er das Projekt Udacity auf, eine digitale Universität, die kostenlose Online-Kurse anbietet. Zunächst in den Computerwissenschaften, später sollen Angebote in den Ingenieurwissenschaften, Physik und Chemie folgen. Thruns Vision sind dynamische, interaktive Videos, nicht nur zu abstrakten Themen, sondern zu Fragen aus der Praxis. Wie entwickle ich eine Computer-App, zum Beispiel. Oft würden solche Fragen von talentierten Menschen aus armen Ländern gestellt, die sich mit dem Wissen eine Existenz aufbauen wollten. Ihnen die richtigen Antworten zu geben, sei besser als Entwicklungshilfe, findet Thrun. Udacity könne die Welt zum Besseren verändern und deshalb müsse das Angebot kostenlos bleiben.

Im Sommersemester gibt der Forschungsleiter von Google, Peter Norvig, ein Seminar zur Gestaltung von Software, andere namhafte Experten von Hochschulen aus dem angloamerikanischen Raum bieten Kurse über Programmiersprachen oder Kryptografie an. Mit dem Stanford-Image kann Thrun, der sich als Professor hat beurlauben lassen, nur noch indirekt punkten. Und Geld hat er von dort auch nicht mehr zu erwarten. Aber wer weiß, vielleicht springt ja eines Tages sein neuer Arbeitgeber ein. Bis dahin tragen einige Weltfirmen zur Finanzierung bei: Sie zahlen für die Vermittlung besonders fähiger Absolventen.

Unterdessen zieht die Konkurrenz nach. Weitere Stanford-Professoren bieten kostenlose Online-Kurse an, und auch das renommierte Massachusetts Institute of Technology (MIT) an der Ostküste des Landes hat eine digitale Initiative namens MITx angekündigt. Die Teilnahme soll kostenlos sein, aber für das Abschlusszertifikat ist eine Gebühr zu entrichten. Diese Aktivitäten seien Ausnahmen, sagt Thrun. „Die meisten Universitäten schlafen noch.“

ziale Chancen. Doch werfen solche Kurse immense Gewinne ab, wenn der Anbieter dies will. Jeder Nutzer erzeugt ja, quasi als Testperson, Massen an wertvollen Daten, die Auskunft geben über Interessen und Nutzungsverhalten. Als kostenloses Anbieten kann man aus solchen Informationen Premiumangebote ableiten, die für viel Geld verkäuflich sind. Wohl nicht zufällig führen Online-Kurse meist auch nur zu Abschlusszertifikaten, die den Wunsch nach einem echten Hochschulabschluss wecken. Der ist natürlich nicht kostenlos zu haben, jedenfalls nicht in den USA, dem Wunderland des Studierrns via Internet.

Niemand sollte die Chancen, die das Internet Studierenden eröffnet, kleinreden und den begeisterten Architekten virtueller Hochschulen die guten Absichten absprechen. Aber hat nicht die Auseinandersetzung um Google Street View gezeigt, welche Datenmassen buchstäblich en passant erzeugt werden und anderweitig verwertbar sind? Sebastian Thrun ist einer der Entwerfer dieses Programms, man sollte ihm nicht unkritisch begegnen. Seine Prognose, dass sich bald nur noch zehn Anbieter von Studiengängen den Bildungsmarkt weltweit aufteilen werden, lässt da aufhorchen. Vermutlich glaubt er, einer stehe schon fest.

CONTRA



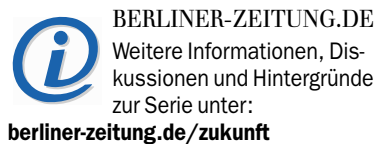
Joachim Metzner

Joachim Metzner ist Professor für Sprachwissenschaft und Präsident der Fachhochschule Köln. Als Vizepräsident der Hochschulrektorenkonferenz ist der 68-Jährige zuständig für Wissenstransfer und Wissenschaftliche Weiterbildung.

VON JOACHIM METZNER

Erleben wir mit der Gründung von Udacity wirklich die kühne revolutionäre Zeitenwende im Bildungswesen, den beginnenden Untergang der herkömmlichen Institution Hochschule? Längst hat sich doch, auch in Deutschland, das e-learning seinen Platz erobert. Es gibt kaum noch eine Hochschule, die nicht über entsprechende Angebote verfügt. Die Reform der Lehre ist trotz überfüllter Hörsäle in vollem Gange, auch dank der Social Media. Das erwartet die heutige Generation der Studierenden, und diese Erwartung wird sich noch verstärken.

Aber für Sebastian Thrun wird der virtuelle Raum ja den Hörsaal ablösen. Doch wird er das wirklich? Die Präsidentin des Massachusetts Institute of Technology, Susan Hockfield, ist da anderer Meinung: Trotz aller Online-Möglichkeiten, sagt sie, bleibt der reale Campus das Herzstück der Hochschule. Sie weiß, dass die Studierenden zwar die Freiheiten schätzen, die das Internet bietet, aber mindestens ebenso sehr das reale Zusammensein – sei es im Seminarraum, sei es auf der Wiese oder in der Kneipe. Dass zahlreiche Online-Kurse kostenlos nutzbar sind, ist faszinierend und eröffnet riesige so-



BERLINER-ZEITUNG.DE

Weitere Informationen, Diskussionen und Hintergründe zur Serie unter:

berliner-zeitung.de/zukunft

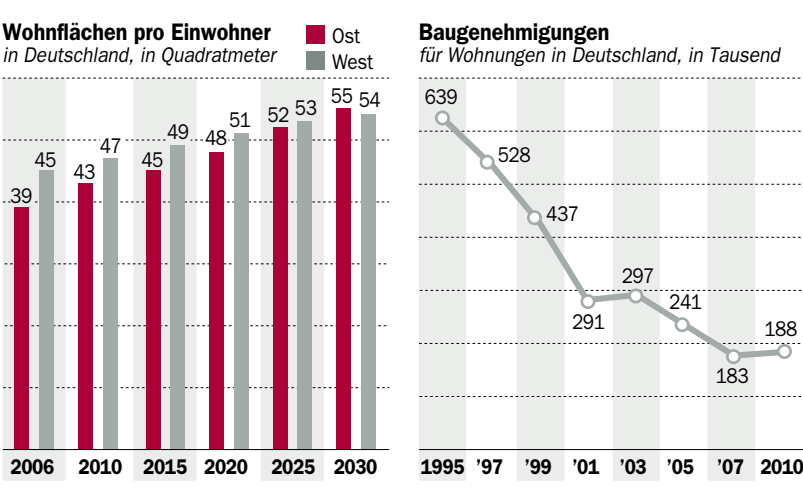
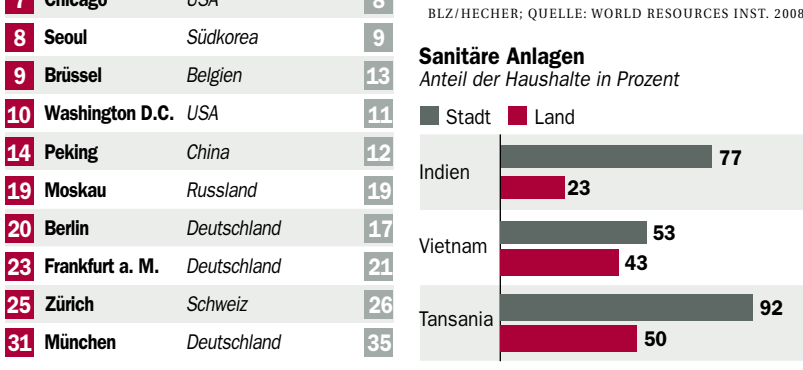
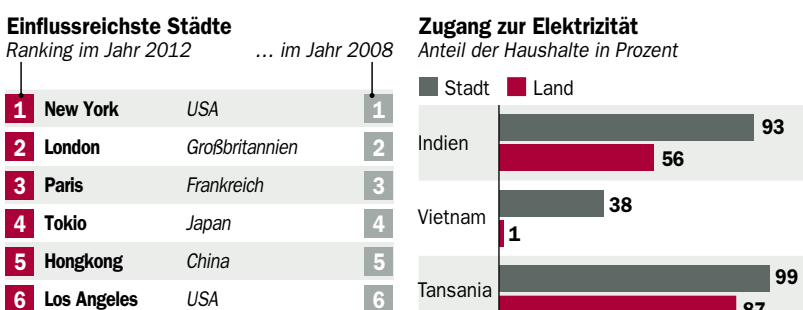
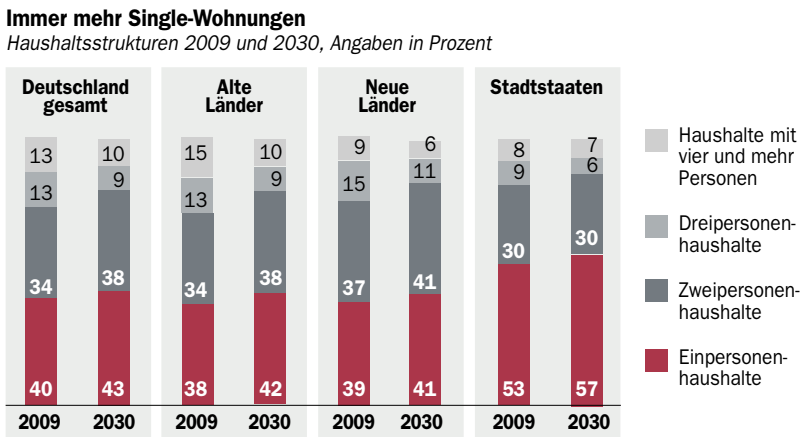
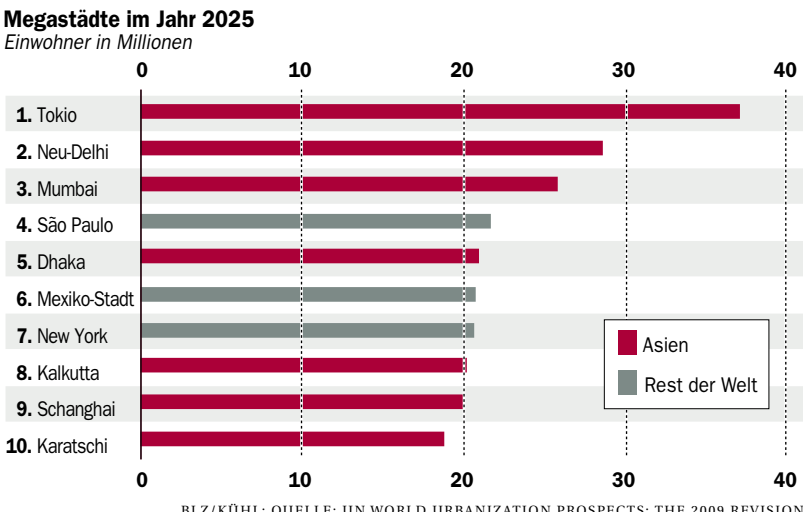
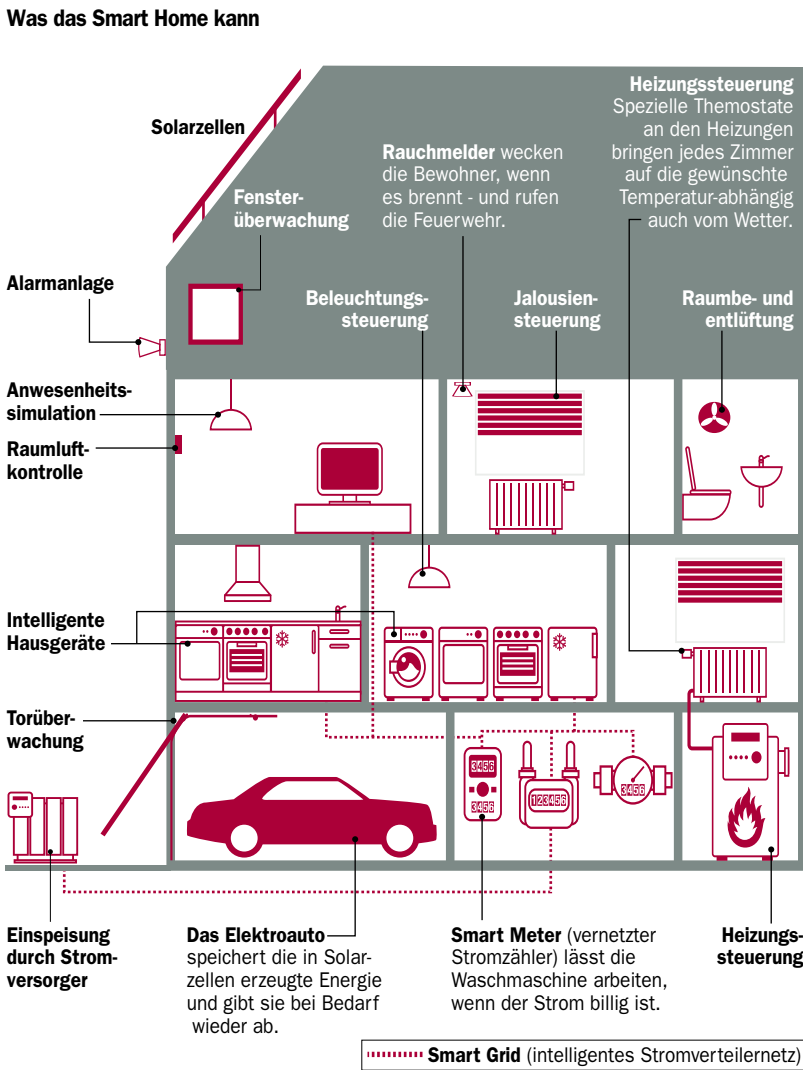
Wissenschaft



SALZBURGER NACHRICHTEN
Die Jurtz zählt zu den ältesten Behausungen des Menschen.



YIM YIK/ EPA
Eine vertikale Wohngemeinschaft: Hochhauskomplex in Hongkong.



ZUKUNFT 2030: Wohnen



IBA HAMBURG/JOHANNES ARLT
Sogenanntes Hybrid-House der Hamburger Bauausstellung. Das modulare Konzept des Gebäudes lässt eine wechselnde Nutzung mit Wohnen und Arbeiten oder auch ein generationenübergreifendes Zusammenleben zu.



UNIVERSITÄT STUTTGART
Prototyp eines Plusenergiehauses in der Berliner Fasanenstraße. Das Gebäude soll unter Verwendung alternativer Technologie doppelt so viel Energie erzeugen wie es verbraucht. Mit dem überschüssigen Strom werden Elektromobile vor der Tür betankt. Der Rest kann in das Netz eingespeist und verkauft werden.



UNIVERSITÄT DARMSTADT
Mit ihrem Null-Energie-Haus surP1UShome haben Studenten der TU Darmstadt einen internationalen Architekturwettbewerb gewonnen.



M.I.T.
Effektvoll: Interaktive Tapete, die am Massachusetts Institute of Technology entwickelt wurde.

RÜCKBLICK

Eiche rustikal

So ein Rückblick muss ja nicht unbedingt in der Steinzeit beginnen, aber beim Thema Wohnen führt uns das zum Kern der Sache. Denn schon der urzeitliche Mensch machte es nicht anders als wir: Am Ende des Tages kam er nach Hause und freute sich dort im Idealfall über Ruhe, Erholung und Sicherheit.

Das Bedürfnis nach einem Zuhause ist essenziell und mit ihm die Vorstellung vom idealen Heim. „Ja, das möchte: Eine Villa im Grünen mit großer Terrasse, vorne die Ostsee, hinten die Friedrichstraße.“ Kurt Tucholskys Bonmot von 1929 bringt bis heute auf den Punkt, was das Herz begehrt.

Bewohner sind konservativ, davon können Architekten ein Lied singen, doch irgendwann ist es Zeit für eine Renovierung. Wo gibt es heute noch einen Haushalt ohne eigenes Bad? Ohne Einbauküche? Fernseher? All das verbreitete sich erst nach dem Krieg. Bis zum Ende der Sechzigerjahre waren viele Familien dann versorgt. Die deutliche Zunahme der Lebenserwartung könnte darin begründet sein, dass heute überall Kühlschränke stehen: Sie schützen uns vor verdorbenen Nahrungsmitteln.

Sich mit mehreren Geschwistern ein Zimmer zu teilen, war bis in die Sechzigerjahre hinein völlig normal. Die durchschnittliche Wohnfläche lag damals in der Bundesrepublik bei 14 Quadratmetern pro Person, heute sind es gut 42 Quadratmeter. Die Komfortansprüche sind höher, aber es gibt auch viel mehr Single-Wohnungen als früher. Mehr als 40 Prozent der Deutschen leben inzwischen allein – Tendenz steigend. In Berlin sind es heute schon 54 Prozent.

Und dann die Inneneinrichtung. Erst kam die Schrankwand in Eiche rustikal, später in Pinie gekalkt, erst Raufasertapeten, dann blanke Wände in Terrakotta gewischt. Alle Moden, zumindest seit den Siebzigerjahren, überdauert nur Billa, das Bücherbord von Ikea. Aber wer braucht in Zukunft noch Regale für Gedrucktes? Deshalb soll Billi jetzt verändert werden. Ganz behutsam, denn der Zeitmensch ist empfindlich. (lb.)

Das Haus denkt mit

Zukunft ist, wenn die Waschmaschine den Klempner ruft und das Fenster weiß, wann es lüften muss

VON LILLO BERG

Deutschlands klügstes Haus steht in Duisburg. Die Gegend ist ruhig und grün, Wohngebäude auf der einen Straßenseite, Universitätsinstitute auf der anderen. Von außen fällt das weiß gestrichene Haus mit dem zwei Eingängen nicht weiter auf. Seine Werte liegen innen.

Klaus Scherer öffnet die Tür zum Wohnhaus mit einer Chipkarte. Das Licht geht automatisch an und erhellt den offenen, modern eingerichteten Wohnbereich mit Essisch, Sofaecke und großem Bildschirm. An der Wand stehen niedrige Glaskästen, erhellt von weißen Leuchtdioden – herkömmliche Energiesparlampen sucht man hier vergeblich. Rechts neben der Haustür liegt die Küche. Eine Wendeltreppe führt in den ersten Stock, wo sich Schlafzimmer, Arbeitszimmer und Bad befinden.

Das intelligente Haus in Duisburg, kurz iHaus1 genannt, ist das Lebenswerk von Klaus Scherer. Seit Anfang der Neunzigerjahre tüftelt der große, stattliche Elektroingenieur mit seinen Kollegen von sieben Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft an der komplexen Technik, die das Gebäude unsichtbar durchzieht. Oft sitzt Scherer in der anderen Hälfte des Doppelhauses, wo sich Labor und Werkstatt befinden. Dort werden neue Geräte präpariert und die passenden Computerprogramme entwickelt.

Auf dem Küchentisch des iHauses liegt ein iPad. Es ist die Steuerzentrale, die vom Keller bis zum Dach vieles miteinander verbindet: die Heizung mit der Tür, das Fenster mit der Heizung, den Küchencomputer mit dem Kühlschrank, die Haustür mit dem Bügeleisen – und alles mit dem Internet.

Die klassische Urlaubsfrage „Hast Du das Bügeleisen wirklich abgeschaltet?“ ist mit dieser Technik schnell beantwortet. Im Notfall kann das heiße Eisen aus der Ferne abgeschaltet werden. Auf Urlaubersseite reicht dazu ein Smartphone mit passendem Computerprogramm, das per Funk die Steckdose abschaltet.

Doch so weit lasse es das iHaus gar nicht kommen, versichert Scherer. „Beim Verlassen der Wohnung gehen Licht, Herd und Bügeleisen automatisch aus, die Heizung fährt herunter und offen stehende Türen und Fenster werden geschlossen.“ Möglich wird dies durch eine Fülle von winzigen Sensoren und Motoren, die per Funk Befehle austauschen und umsetzen.

In der Küche überwachen Sensoren die Luftqualität, etwa den Feuchtigkeitsgehalt, und sorgen dafür, dass das Fenster rechtzeitig geöffnet wird. Die Waschmaschine und andere Geräte lassen sich so programmieren, dass



FRAUNHOFER
Von außen sieht das intelligente Haus ganz normal aus. Seine Werte stecken im Verborgenen.

sie bei einem Defekt selbsttätig den Wartungsdienst informieren und ihm einen Fehlerbericht senden.

Im Wohnzimmer hat Klaus Scherer unterdessen das Abendprogramm aktiviert – sanfte Jazzmusik und gedämpftes Licht. Morgens, so sagt er, übernimmt der Hausrechner zur eingestellten Zeit die Initiative: Jalousien hoch, rhythmische Klänge, Kaffeemaschine an.

Das iHaus gehört der Fraunhofer-Gesellschaft und es ist das erste Smart Home Deutschlands. Eröffnet wurde es 2001. Mittlerweile gibt es auch in anderen Städten vollvernetzte Musterhäuser. Aber das Duisburger Haus ist immer noch das größte weit und breit. Seit 2008 wird es übertrag von einem dreistöckigen Gebäude, dem iHaus2, in dem die Fraunhofer-Forscher Ideen für die Büros, Konferenzsäle, Hotels, Kliniken und Seniorenwohnungen von morgen erproben.

„Wohnen trah ich gelernt, wohnen kann ich“, sagt der Kabarettist Gerhard Polt. Wohntechnisch versiert fühlen sich auch die meisten Deutschen und entsprechend skeptisch ist die Einstellung zum Smart Home. Im Auto hat man sich an die bis zu hundert regeln und auch manchmal herrischen Rechner gewöhnt. Sie tragen sogar zur Beruhigung des Fahrers bei. Nicht so bei der computergestützten Wohnung. Beim Gedanken daran wagt, wie alle Umfragen zeigen, die Angst vor Kontrollverlust auf. Was ist, wenn der Strom ausfällt? Wenn das Haus – wie im Buch Game Over von Philipp Kerl – plötzlich verknüpft wird und seine Bewohner terrorisiert?

Smart-Home-Missionare wie Klaus Scherer haben es nicht leicht mit dem modernen Menschen und seiner urzeitlichen Sehnsucht nach Rückzug und Ruhe. Aber neuerdings trifft er auf etwas mehr Verständnis, und das hat mit den großen Themen der Zeit zu tun.

Zum Beispiel mit der Energiewende. Häuser verbrauchen gut 40 Prozent der Gesamtenergie, und dieser Anteil soll in Deutschland in

den nächsten Jahren drastisch gesenkt werden. Möglich ist das vor allem durch eine gute Isolierung von Wänden, Decken und Fenstern. Auf diese Weise verbraucht ein modernes Passivhaus kaum noch Heizenergie: Es speichert die Wärme, die seine Bewohner und die von ihnen benutzten Elektrogeräte ausstrahlen und gibt sie wieder ab, sobald es kühl wird. Plusenergiehäuser, wie sie hier und da bereits zu sehen sind, erzeugen mit ihren Solarzellen sogar mehr Energie als eine Durchschnittsfamilie benötigt.

„Aber was nützt die beste Dämmung“, fragt Klaus Scherer, „wenn die Heizung auf Volttouren läuft und das Fenster offensteht?“ Wirklich sinnvoll, so sein Plädoyer, ist die gute Verpackung erst mit intelligenter Technik. Der Energieverbrauch lasse sich dadurch um bis zu dreißig Prozent senken. Beiragen kann die Vernetzung auch zu einer besseren Qualität der Raumluft. Gerade in vollisolierten Häusern steigt der Kohlendioxidgehalt schnell an. Das trübt die Stimmung der Bewohner und beeinträchtigt ihre Konzentrationsfähigkeit. Ein Gassensor kann dafür sorgen, dass sich das Fenster öffnet, wenn die Luft schlecht wird.

Mehr Zulauf bescheren könnte auch die demografische Wende. Zum einen nimmt die Zahl der Alteinwohner und der alten Menschen zu, zum anderen wachsen immer weniger Junge nach, die sich um sie kümmern könnten. Das wollen die meisten Älteren auch gar nicht, lieber möchten sie ohne fremde Hilfe in ihren vier Wänden leben. Was aber ist, wenn zum wiederholten Mal vergessen wird, die Herdplatte abzuschalten? Wenn es nach einem Sturz nicht mehr gelingt sich hochzurappeln?

Hier kommt Ambient Assisted Living ins Spiel, eine technische Lösung, die älteren Menschen das Leben in der eigenen Wohnung ermöglichen soll. Wie Überwachung mit größtmöglicher Wahrung der Privatsphäre kombiniert werden können, lässt sich im iHaus2 beschreiben. Da gibt es zum Beispiel die Spezialfolie, die registriert, wenn jemand länger bewegungslos auf dem Boden liegt. Sie löst zuerst eine Anfrage per Telefon oder Bildschirm an den Bewohner aus. Ist alles in Ordnung, gibt er Entwarnung. Reagiert er nicht, wird die Rettungswache alarmiert. Gleiches passiert, wenn das Aktivitätsprofil des Bewohners vom Normalen abweicht, wenn er also weder das Licht einschaltet noch die Fenster öffnet oder die Toilette aufsucht. Das funktioniert über Sensoren an Schaltern und Griffen – Kameras und Mikrofone sind nicht nötig. In die Toilette integrierte Technik sorgt zudem dafür, dass medizinisch relevante Messwerte wie der Blutzucker erfasst und an den Arzt weitergeleitet werden.

Im Jahr 2030, darin sind sich die Experten einig, wird man nicht mehr von Smart Home sprechen, dann gehört die entsprechende Technik zur baulichen Standardausstattung. Das erfordert ein Umdenken bei den Architekten und bei den Handwerkern. Sie müssen stärker kooperieren als heute, und speziell auf die Elektriker kommen kniffligere Aufgaben zu. Immerhin: Die unterschiedlichen Gerätestandards der Hersteller, lange ein Hemmnis für die Branche, werden zunehmend vereinheitlicht. „Jetzt muss die Industrie nur noch mehr internetfähige, erschwingliche Geräte auf den Markt bringen und dafür sorgen, dass alles intuitiv bedienbar ist“, sagt Günther Ohland, Autor des Buchs „Smart Home für alle“.

Doch was passiert mit den bereits existierenden Häusern? Knapp achtzig Prozent der Wohnungen in Deutschland wurden vor 1986 gebaut – sie schlucken mehr als 90 Prozent der heute im Immobilienbereich verbrauchten Energie. Viele dieser Häuser werden auch im Jahr 2030 noch bewohnt sein.

Außerdem lassen sie sich mit einer besseren Isolierung, künftig etwa mit dünnen Phasenwechselmaterialien, die Wärme in paraffingefüllten Mikrokapseln speichern und bei Bedarf abgeben. So bleibt die Wohnung im Sommer kühl, im Winter warm. Die Fenster von morgen werden voraussichtlich dünne, durchsichtige organische Solarzellen enthalten, die zusätzlich Strom erzeugen. Im Keller liefert vielleicht ein mit Gas betriebenes Mikrokraft-Wärme-Kopplungsgerät umweltfreundlich Strom und Wärme. Und im Wohnzimmer bringen organische Leuchtdioden eine ganze Wand zum Leuchten. Die Kunststoffolie kann auch zum Großbildschirm umfunktioniert werden – fürs Heimkino oder den Videochat mit der Tochter in Amerika.

Heute bereits möglich ist eine nachträgliche Vernetzung der Hausfunktionen. Die Fenster von morgen werden voraussichtlich dünne, durchsichtige organische Solarzellen enthalten, die zusätzlich Strom erzeugen. Im Keller liefert vielleicht ein mit Gas betriebenes Mikrokraft-Wärme-Kopplungsgerät umweltfreundlich Strom und Wärme. Und im Wohnzimmer bringen organische Leuchtdioden eine ganze Wand zum Leuchten. Die Kunststoffolie kann auch zum Großbildschirm umfunktioniert werden – fürs Heimkino oder den Videochat mit der Tochter in Amerika.

Heute bereits möglich ist eine nachträgliche Vernetzung der Hausfunktionen. Die Fenster von morgen werden voraussichtlich dünne, durchsichtige organische Solarzellen enthalten, die zusätzlich Strom erzeugen. Im Keller liefert vielleicht ein mit Gas betriebenes Mikrokraft-Wärme-Kopplungsgerät umweltfreundlich Strom und Wärme. Und im Wohnzimmer bringen organische Leuchtdioden eine ganze Wand zum Leuchten. Die Kunststoffolie kann auch zum Großbildschirm umfunktioniert werden – fürs Heimkino oder den Videochat mit der Tochter in Amerika.

So können viele intelligente Häuser am Ende zu einer intelligenten Stadt werden.

SERIE

Wissenschaftler in aller Welt arbeiten heute bereits daran, die Probleme von morgen zu lösen. Für unserer Serie haben wir sie in Universitäten, Schulen und Labors der Industrie besucht.

Teil 1: Ernährung

Essen nach den Genen? Steaks aus dem Labor?

Teil 2: Bildung

Mathe aus dem Internet? Online-Uni statt Alma mater?

Teil 3: Wohnen

Vollvernetzt im SmartHome? Nachhaltig in der Megacity?

Teil 4: Gesundheit

Maßgeschneiderte Arzneimittel? Heilung aus der Stammzelle?

Teil 5: Kommunikation

Smartphone, Skype und dann? Wann lesen wir Gedanken?

Teil 6: Arbeit

Worauf stellen Firmen sich ein? Hochproduktiv mit 75?

Teil 7: Energie

Szenario: Wie lebt es sich in der Energiezukunft?

Teil 8: Mobilität

Welche Autos gibt es? Wie werden wir fliegen?

BERLINER-ZEITUNG.DE
Weitere Informationen, Diskussionen und Hintergründe zur Serie unter:
berliner-zeitung.de/zukunft

Die Spree als Flussbad

Im Jahr 2030 lebt ein Großteil der Weltbevölkerung in Städten. Das kommt den Menschen zugute – und der Umwelt

Jede Sekunde ziehen zwei Menschen vom Land in die Stadt, jeden Tag sind es 170 000, jede Woche 1,2 Millionen. Im Jahr 2030 werden sechzig Prozent der Erdbevölkerung in Städten leben, viele von ihnen in Megacities mit mehr als zehn Millionen Einwohnern. Und zwanzig Jahre später, wenn voraussichtlich neun Milliarden Menschen die Erde bevölkern, sind voraussichtlich siebzig Prozent von ihnen Städter.

Das Wachstum konzentriert sich vor allem auf Asien. Allein China plant derzeit den Bau fünfhundert neuer Städte im Osten des Landes. In der westlichen Hemisphäre werden wohl kaum noch weitere Städte gegründet. Hier geht es vielmehr um Modernisierung und gelegentlich auch um Rückbau. Der einst blühenden Automobilstadt

Detroit fehlt heute das Geld für die Straßenbeleuchtung, sie gibt ganze Stadtteile auf.

Der bestimmende Trend jedoch geht zur Verstädterung und das ist eine gute Nachricht. Auch für die Umwelt, wie das Beispiel New York zeigt. Dort liegen Energieverbrauch und Kohlendioxid-Ausstoß pro Person weit unter dem Landesdurchschnitt. In armen Ländern ist der urbane Entlastungseffekt noch größer.

Stadtluft macht nicht nur frei, sondern auch kreativ und wohlhabend. „Es gibt keine armen urbanen Länder“, sagt der amerikanische Wirtschaftswissenschaftler Edward Glaeser. In seinem Buch „Triumph der Stadt“ feiert er die Kreativität der Metropole. Keine Technologie, schreibt Glaeser, vernetze die Menschen so produktiv wie

die Stadt. Das komme allen zugute. Auch den Ungelernten, die in Städten, deren Einwohner durchschnittlich gut gebildet sind, höhere Löhne erhalten.

Die Globalisierung wird Einfluss und Macht der Städte weiter stärken. Schon ist die Rede davon, dass Nationalstaaten zunehmend an Bedeutung verlieren und stattdessen ein internationales Netzwerk einflussreicher Städte die weltweite Entwicklung bestimmt.

Zum Zirkel der Mächtigen dürfte Seoul die Hauptstadt Südkoreas, gehören, aber auch London und vielleicht Berlin. Wie lebt es sich in diesen Metropolen im Jahr 2030? Antwort geben Experten, die heute schon an der Stadt von morgen arbeiten. (lb.)



Seoul 2030
Hans-Jörg Bullinger
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft



Berlin 2030
Regula Lüscher
Senatsvizepräsidentin von Berlin



London 2030
Roland Busch
Mitglied des Vorstands der Siemens AG

Seit einigen Jahren wächst die Bevölkerung in der Region Seoul nicht mehr und bleibt nun deutlich unter dreißig Millionen Einwohnern. In dem zersiedelten Ballungsraum bilden sich einzelne Zentren mit dazwischenliegenden Grünflächen und Erholungsgebieten. Schnellbahnen verbinden die Knotenpunkte. Die Hauptverkehrsströme wurden unter die Erde verlegt. Auf den Straßen sind nur noch Elektrofahrzeuge unterwegs: Elektroautos, -autos und -busse. Per Smartphone bestellt, bringen die fahrerlosen Citymobile den Gast zum Ziel und suchen sich selbst einen Platz zum Parken.

Jedes neue Gebäude produziert mehr Energie als es verbraucht – durch Solarzellen auf dem Dach, in der Fassade und auf überdachten Parkplätzen. Wärmepumpen in der Erde sorgen für die Heizung. In Gewächshäusern auf den Flachdächern gedeihen Salat und Tomaten.

Der Weg Seouls zur grünen Stadt begann vor mehr als zwanzig Jahren mit einem Besuch von Oberbürgermeister Oh Se Hoon in Freiburg. Er war mit einer Delegation nach Deutschland gereist, um zu sehen, wie eine ökologisch vorbildliche Stadt funktioniert. Daraus entstand eine enge Partnerschaft: Zum Start hatten Experten des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in der südkoreanischen Hauptstadt ein Ausstellungenszentrum für erneuerbare Energien aufgebaut. Damit brachte die Stadtregierung ihre ehrgeizigen Energieparolen unter Volk. Schon im Jahr 2016 wurde der ökologisch vorbildliche, von Stararchitekt Daniel Libeskind entworfene Musterstadteil „Archiepal 21“ eröffnet. Seit 2025 müssen im ganzen Land alle Neubauten Nullenergiehäuser sein.

Zugleich wurden Programme zur Sanierung des alten Gebäudebestands aufgelegt. Seoul hat kalte Winter, ist aber im Sommer sehr heiß. Für angenehme Temperaturen sorgen neben Dreifachverglasung und intelligenter Abschattung Wasserrohre in den Innenwänden und Decken. Sie können kühlen oder heizen, je nach Bedarf.

Die Energie wird überwiegend aus regenerativen Quellen gewonnen. Solaranlagen an jeder Ecke und große Windparks auf den Bergen, an der Küste und auf dem Meer liefern Strom. Aus biologischen Abfällen und Reststoffen wird Biogas erzeugt und aus Abwasser Wärme zurückgewonnen. Seoul kann damit seiner wirtschaftlichen Stärke den Umbau schnell vorantreiben.

In Berlins Mitte verschmilzt Alltagskultur mit Hochkultur. Gegenüber dem Humboldtforum am zentralen Schlossplatz finden im Sommer allabendlich politische oder kulturelle Veranstaltungen statt. Die Spree ist zum Flussbad geworden. Es ist ein metropolitänischer Ort, der die Offenheit Berlins symbolisiert.

Ähnlich die Tempelhofer Freiheit: Die neue Zentralbibliothek ist architektonisches Wahrzeichen. Hier wird ausgebildet und gelehrt, gelernt und studiert – inmitten des neuen Parks. Wohnungen zu erschwinglichen Preisen sind entstanden, die Energie erzeugen und den Blick freigeben auf den Himmel über Berlin. Junge Start-ups, die an der Aorta des Wissens und der Kommunikation hängen, lassen sich in der direkten Nachbarschaft nieder.

In der Abendsonne lockt der Humboldthafen am Hauptbahnhof mit seinen zahlreichen Cafés. Der Kunstcampus bleibt Tor und Anziehungspunkt ins neue Stadtquartier jenseits des Europaplatzes, dort, wo zentrales Wohnen am Wasser zur städtischen Norm wird.

Orte wie die Gropiusstadt oder die Karl-Marx-Allee haben durch Anbau im Bestand und punktuell Neubauten ihr Gesicht verändert. Reine Schlafstädte wandeln sich in grüne, gemischte Quartiere, die die offene Bauweise respektieren, sogar als Stärke verstehen.

Berlin steht für Wachstum in geordneten Maßen. Baustellen und Brachen werden klug bewirtschaftet. In Zeiten des Klimawandels braucht die Stadt ihre grüne Inseln und den Raum zum Atmen mehr denn je.

Der Druck auf die Innenstadtquartiere wird gelindert durch eine Strategie der Nachverdichtung und Nutzungsanreicherung. Eben nicht mehr funktionale Orte, sondern Kieze mit sozialer und kultureller Durchmischung sind die Lebenswelt der Berlinerinnen und Berliner. Motor war auch die IBA 2020, für die im Neubau und Bestand experimentelle, erschwingliche und ökologische Wohnungen entstanden sind. Das öffentliche Verkehrsnetz wird gekoppelt mit Fahrradsharing und Car2-go-Konzepten – ein einheitliches eTicket macht das Umsteigen denkbar einfach.

Berlin im Jahr 2030, das ist eine vielfältige und anziehende Stadt – mit Lebenswelten in dichten Quartieren und in unmittelbarer Nachbarschaft zu Weite, Wasser, Grün.

Endlich hat der Sturm nachgelassen, nachdem er tagelang die Windräder vor der Küste bis aufs Äußerste angetrieben hatte. Rund eine Million Haushalte profitierten von der grünen Energie, und Tausende von Autobesitzern freuen sich, dass sie ihre Elektroautos billig voll tanken konnten. Nun können sie, ohne Maut zu bezahlen, in die Innenstadt fahren – oder den Strom zu einer Tageszeit, wo er aufgrund hoher Nachfrage teuer geworden ist, wieder in die Smart Grids zurückspeichern. Als private Energiehändler verdienen sie mit den Batterien ihrer Autos sogar Geld.

Eigentlich muss niemand mehr mit dem Auto unterwegs sein: Die U-Bahnen Londons verkehren nun oft im 60-Sekunden-Takt, und auch die Hybridbusse sind ein Vorbild an Komfort und Pünktlichkeit. Dank der neuen Complete-Mobility-Lösungen sind alle Verkehrsmittel miteinander vernetzt, und die Reisenden wissen zu jeder Zeit, wie sie am besten von A nach B kommen. Ihre Smartphones zeigen die besten Umsteigemöglichkeiten, und sie informieren über Staus ebenso wie über freie Parkplätze und Schnellladestationen oder darüber, wo die nächsten Car-Sharing-Elektroautos oder -fahrräder stehen.

Überhaupt sind Smartphones zu wahren Wundergeräten geworden: Sie sind nicht nur das Tor zum Internet des Wissens und der Dienstleistungen, sondern auch zu den Smart Homes ihrer Besitzer. Bauelemente und Sensoren, Computertechnik und Kommunikationstechnik automatisch. Sie holen sich sogar den Wetterbericht aus dem Internet und fahren die Heizung herunter, wenn eine Warmfront kommt.

Vieles von dem, was London im Jahr 2030 erleben wird, ist bereits heute Realität. In den zurückliegenden Jahren von den Spezialisten in „The Crystal“ – dem Kompetenzzentrum für nachhaltige Stadtentwicklung, das Siemens im Herbst 2012 in der britischen Hauptstadt eröffnete. Hier erfährt nicht nur die Öffentlichkeit, wie man Gebäude mit maximaler Energie- und Ressourceneffizienz errichtet, hier diskutieren auch Stadtplaner, Architekten und Politiker, wie man Locks in Tausenden von Kilometer langen Wasserstraßen findet, wie man Verkehrs- und Energiestrome umweltfreundlich gestaltet und das Leben für die Bewohner der Metropolen der Welt so angenehm und sicher wie möglich macht.

Wissenschaft



1954 in Pittsburgh: Impfaktion gegen Kinderlähmung.



1918 in Port Riley/Kansas: Hospital zu Zeiten der Spanischen Grippe.

RÜCKBLICK

Vom Gipsbett zum Burnout

Ein beliebtes Altheilmittel früherer Zeiten war die Ruhigstellung. Heute ist es kaum noch vorstellbar, aber bis in die Siebzigerjahre hinein wurden manche Kinder nachts in eine enge Schale gelegt: Das sogenannte Gipsbett sollte den Rücken strecken und Verwachsungen vermeiden. Ruhig gestellt wurde lange Zeit auch das gebrochene Bein. Wenn nach mehreren Wochen der Gips abkam, war es bleich und dünn und sah gar nicht gesund aus. Inzwischen setzen die Ärzte auf frühe Mobilisierung. Das stärkt nicht nur die Muskeln, es senkt auch die Kosten im Krankenhaus.

Jede Zeit hat ihre eigenen Therapien, jede ihre Leiden. Die Manager-Krankheit ist eine Kreislauferkrankung, der vor allem Männer in verantwortlicher Stellung ausgesetzt sind. Die Grundlage bilden ständige Überlastung und nervöse Überanstrengung, heißt es in dem traditionellen Bestseller „Die Frau als Hausärztin“. Über beruflichen Druck klagen heute Millionen Menschen, die Störung heißt nun Burnout.

Gesundheit, das ist nach einer Definition der Weltgesundheitsbehörde nicht nur das Fehlen von Krankheiten, sondern ein Zustand vollständiger körperlicher, geistigen und sozialer Wohlergehen. Von diesem Ideal sind wir weit entfernt. Und doch werden die Menschen nicht nur immer älter, sie bleiben auch gesünder länger gesund als früher. Das hat mit besserer Hygiene und Ernährung zu tun, aber auch mit den Fortschritten der Medizin. Ein Magen-schwür zum Beispiel lässt sich in nur zehn Tagen mit Medikamenten heilen, noch vor drei Jahrhunderten wurde ein großer Teil des Magens herausoperiert. Die einst lebensbedrohliche Immunschwäche HIV ist dank einer Arzneimixtur zur chronischen Krankheit geworden. Und auch mit einem Herzleiden kann man immer länger leben. Wie sehr das Herz von einer gesünder Umwelt profitiert, zeigen die Rauchverbote in jüngster Zeit. Dadurch ist die Zahl der Infarkte bereits deutlich gesunken. Es ist eine Wende zum Besseren und sie spielt sich direkt vor unseren Augen ab. (Ib.)

Bessere Heilungschancen – Welche Fortschritte Mediziner erwarten

Alzheimer-Demenz
Die Krankheit kann frühzeitig diagnostiziert und mit regelmäßig eingenommenen Arzneien gebremst werden. (VfA)

Erkältungen
Gegen Erkältungen ist leider immer noch kein Kraut gewachsen. Es gibt einfach zu viele verschiedene Erreger. (VfA)

Zahnerkrankungen
Eigene dritte Zähne zu erzeugen dürfte mithilfe der regenerativen Medizin möglich sein. (DGZMK)

Chronische Herzinsuffizienz
Weil die Menschen immer älter werden, ist die Herzschwäche weiterhin sehr verbreitet. Die Behandlungsoptionen verbessern sich. (DGK)

Herzinfarkt
Nehmen wir an, die Menschen rauchen nur halb so viel wie heute und Bluthetser werden vermehrt angewendet. Dann halbiert sich die Herzinfarktrate und es kommt zu einer weiteren Erhöhung der Lebenserwartung um vier Jahre. (DGK)

Prostatakrebs
Mithilfe besserer Magnetresonanztomografien können wir unterscheiden, ob und wie behandelt werden muss oder ob regelmäßige Kontrolluntersuchungen ausreichen. (DKFZ)

Rheumatoide Arthritis
Die gezielte Immuntherapie mit Medikamenten lässt Patienten viele Jahre fast symptomfrei leben. (VfA)

Arthrose
Die Krankheit wird meist im Frühstadium medikamentös aufgehalten. Zerstörte Gelenkknorpel wird durch im Labor gezüchteten Knorpel aus eigenen Zellen ersetzt. (VfA)

HIV/AIDS
Infizierte können meist geheilt werden – mit einem Medikamentencocktail, der Virus-Erbmaterial in den Zellen zerstört. (VfA)

Diabetes Typ 1
Schulkinder werden jährlich getestet, ob sich bei ihnen Diabetes entwickelt. Wenn ja, sorgen immunmodulierende Medikamente lange für eine funktions-tüchtige Bauchspeicheldrüse. (Charité, Dife, VfA)

Diabetes Typ 2
Individualisierte Medikamente verhindern krankhaftes Übergewicht und dadurch weitgehend die Krankheit. (Charité, Dife)

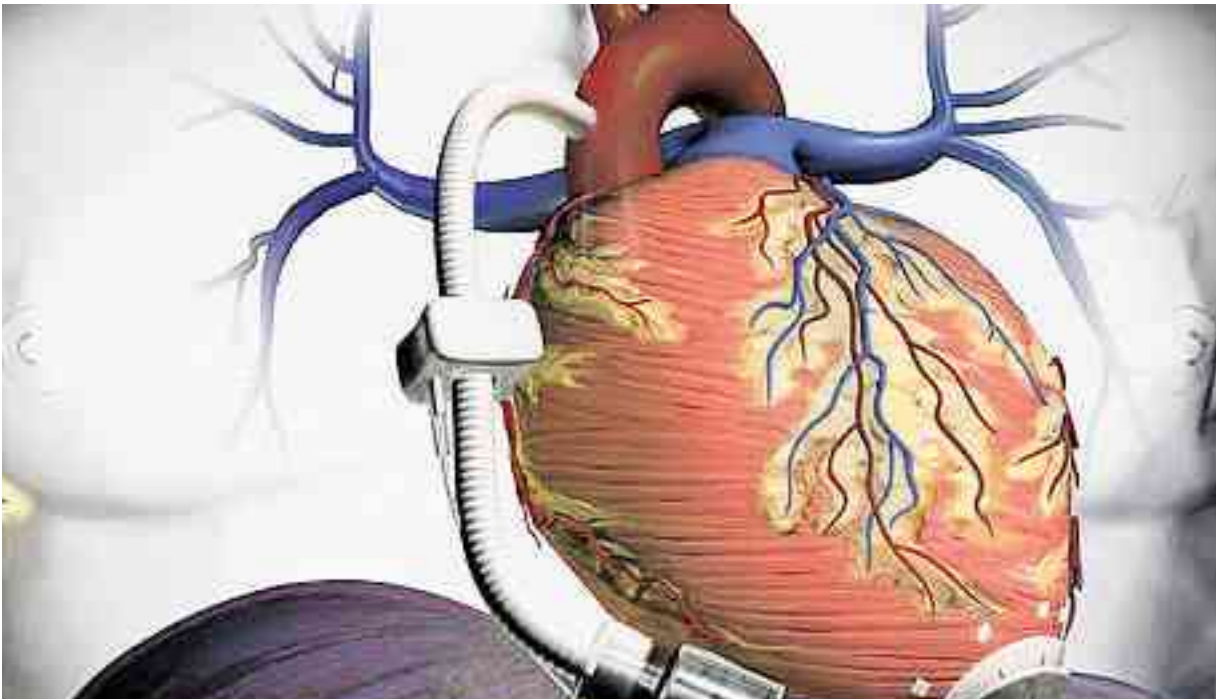
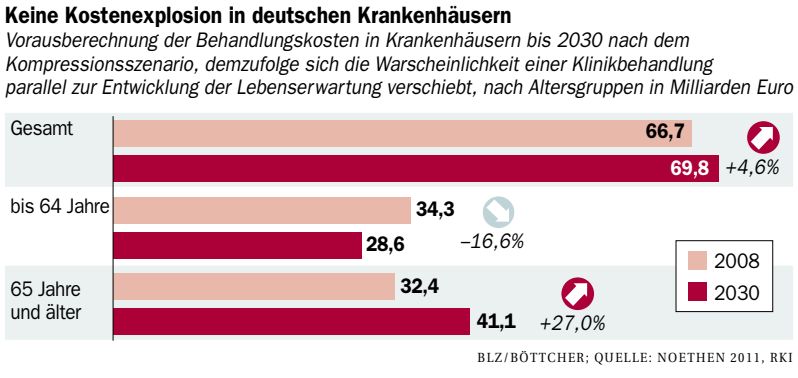
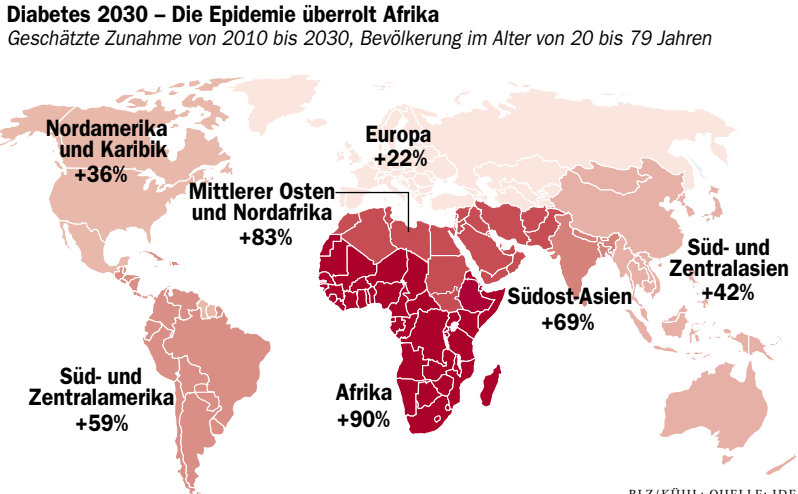
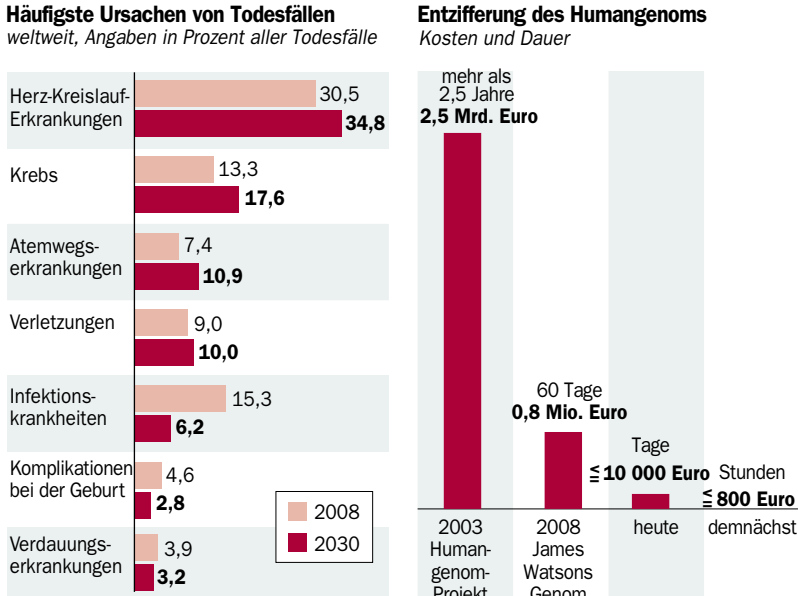
Heuschnapfen
Eine Art Impfung kann Menschen mit erhöhtem Risiko schützen. Betroffene werden häufig durch Desensibilisierung geheilt, gern per Tablette. (VfA)

Asthma
Bei hohem Risiko beugt eine Art individueller Impfung im Kindesalter der Krankheit vor. Wer doch Asthma bekommt, hält mit Medikamenten die Krankheit in Schach. (VfA)

Brustkrebs
Früherkennung und personalisierte Behandlung, die die molekularen Eigenschaften der Erkrankung und der Patienten berücksichtigt, verbessern die Überlebenschancen noch mehr. (NCT, VfA)

Darmkrebs
Je mehr Menschen heute an der Früherkennung-Darmspiegelung teilnehmen, desto weniger Krebsfälle werden wir 2030 haben. (DKFZ)

Charité, Abteilung Endokrinologie, Diabetes und Ernährungsmedizin und Deutsches Institut für Ernährungsforschung, Abteilung Klinische Ernährung; Prof. Dr. Andreas Pfeiffer, DGK, Deutsche Gesellschaft für Kardiologie; DGZMK, Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund und Kieferheilkunde; DKFZ, Deutsches Krebsforschungszentrum; Prof. Dr. Lutz Gissmann, Prof. Dr. Heinz-Peter Schlemmer, Prof. Dr. Hermann Brenner; NCT, Nationales Centrum für Tumorerkrankungen; Prof. Dr. Andreas Schneeweiss, VfA, Verband der forschenden Pharma-Unternehmen; Birgit Fischer (die Prognosen entsprechen einem optimistischen Szenario)



ZUKUNFT 2030: Gesundheit

Schematische Darstellung eines Mini-Kunstherzens. Das nur 92 Gramm schwere Gerät pumpt das Blut aus der geschwächten linken Herzkammer in die Hauptschlagader. Es ist so klein, dass es in den Herzbeutel eingebettet wird.

Erst Gentest, dann Therapie

Personalisierte Medikamente für spezielle Patienten setzen sich durch. Den Anfang macht die Krebsmedizin

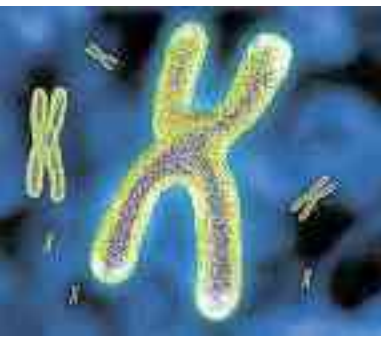
VON LILO BERG

Kopfschmerzen hat Anna nur noch selten. Sie kann wieder Trompete spielen und nach der Schule geht sie am liebsten zum Fußballspielen. Vor ein paar Wochen ist das hübsche, dunkelhaarige Mädchen acht Jahre alt geworden. Dass es an einem Hirntumor erkrankt ist, sieht man ihm nicht an. Vor einem Jahr wurde die Geschwulst entdeckt. Immer öfter hatte Anna über Kopfschmerzen geklagt und manchmal musste sie sich ohne ersichtlichen Grund übergeben. Im Krankenhaus stellte sich heraus, dass in ihrem Kopf ein Astrozytom wuchs, ein Tumor im Stützgewebe des Gehirns. Um fürs Erste die Beschwerden zu lindern, entfernte ein Chirurg ein Stück davon. Eine nachhaltige Therapie war das nicht, das wussten Annas Eltern, die noch zwei jüngere Kinder zu versorgen haben. Doch welcher Weg war nun der beste: eine sofortige Chemo- und Strahlentherapie oder einfaches Abwarten?

Ein gefährlicher Eingriff

Annas Eltern entschieden sich zunächst für einen neuartigen molekulargenetischen Test. Im Labor wurden daraufhin charakteristische Gendefekte im Tumor entziffert, und zwar anhand des kleinen Gewebestücks, das man bei der Operation entnommen hatte. Als das Ergebnis feststand, eine Veränderung im Gen B-RAF, wussten die Eltern erleichtert. Diese Mutation kommt bei 70 Prozent der Astrozytome vor und sie ist das Erkennungszeichen der harmlosesten, weil nur langsam wachsenden Variante des Tumors. Kinder, die davon betroffen sind, leben mit einer Wahrscheinlichkeit von gut 90 Prozent auch noch zehn Jahre nach der Erstdiagnose. Andere Hirntumore sind viel aggressiver. Anna musste nicht wieder ins Krankenhaus. Die Ärzte rieten den Eltern, sich in Geduld zu fassen und ihr Kind alle halbe Jahre im Kernspintomographen untersuchen zu lassen. Dann jedoch zeigte eine Aufnahme, dass der Tumor wieder wächst. Der Chirurg riet nun dringend, ihn diesmal ganz zu entfernen. Der Eingriff sei nicht ungefährlich, denn empfindliche Hirnstrukturen könnten zerstört werden. Annas Eltern zögerten und wandten sich an die Heidelberger Universitätskinderklinik – mit der Bitte um eine zweite Meinung.

Dort arbeitet Stefan Pfister. Der junge Arzt ist Spezialist für Gehirntumore bei Kindern und forscht im benachbarten Deutschen Krebsforschungszentrum. Bei seinen Untersuchungen hat er entdeckt, wie eine B-RAF-Mutation über eine Kaskade von Signalen in den Zellen bestimmte Tumore auslöst. Das war vor vier Jahren und seither hat ihn



Beim Krebsgenomprojekt wird auch das X-Chromosom untersucht.

das Thema nicht mehr losgelassen. Für Anna wird er keine Operation empfehlen, sondern eine Strahlentherapie oder Chemotherapie. Das ist die herkömmliche Art der Krebsbehandlung, bei der die Wirksamkeit nicht garantiert ist. Oft stellen sich vor allem die Nebenwirkungen ein, der gewünschte Effekt bleibt gering. Vorhersagen lässt sich das Ergebnis kaum, und so probieren die Ärzte, bis endlich etwas ansetzt oder das Repertoire an Wirkstoffen erschöpft ist. Millionen von Krebskranken haben das am eigenen Leib erfahren. Ob künftige Generationen sich damit abfinden müssen, hängt von Forschungen ab, wie Stefan Pfister sie verfolgt.

Das Ziel ist die personalisierte Therapie. Damit ist nicht das Eingehen des Arztes auf die persönlichen Bedürfnisse des Patienten gemeint. Es handelt sich vielmehr um ein Konzept, bei dem vor der Gabe von Medikamenten molekulare Tests gemacht werden, um abzuschätzen, ob sie dem Kranken helfen. Im Idealfall erhält der Patient auf diese Weise schnell die Arznei, die am besten für ihn geeignet ist und ihm am wenigsten mit Nebenwirkungen belastet. Anders als der Name suggeriert, wird die personalisierte Medizin keine individuell maßgeschneiderte Therapie bieten, sondern gezielte, gezielte Behandlungen für kleine Gruppen von Patienten. Aber auch das wäre schon ein großer Fortschritt und das, was schon viele Experten eine neue Ära der Heilkunst voraus.

Tablette gegen Leukämie

Wie erfolgreich das Konzept sein kann, zeigen die Erfolge in der Blutkrebsbehandlung. Noch in den Siebzigerjahren war die Diagnose chronisch myeloische Leukämie praktisch ein Todesurteil. Der Wendepunkt kam 1983, als der Gendefekt entdeckt wurde, der die Krankheit verursacht. Nun konnte die Entwicklung eines Medikaments beginnen, das den Defekt zielgenau ausgleicht. 1998 kam ein Präparat mit dem Handelsnamen Gleevec auf den Markt. Es wird einmal am Tag in Form einer Tablette eingenommen und verwandelt das einst tödliche



ZUKUNFT 2030: Gesundheit

Moderne Prothesen ermöglichen es ihren Trägern, den Verlust von Gliedmaßen zu kompensieren. Sie sind extrem beweglich und passen sich von selbst den Gegebenheiten beim Gehen oder Greifen an. Etliche Modelle basieren auf Entwicklungen für den Hochleistungsport, wie diese Beinprothese des Bahnradsportlers Erik Winkler.



ZUKUNFT 2030: Gesundheit

Moderne Prothesen ermöglichen es ihren Trägern, den Verlust von Gliedmaßen zu kompensieren. Sie sind extrem beweglich und passen sich von selbst den Gegebenheiten beim Gehen oder Greifen an. Etliche Modelle basieren auf Entwicklungen für den Hochleistungsport, wie diese Beinprothese des Bahnradsportlers Erik Winkler.



Ein sogenannten Exoskelett kann gelähmten Menschen helfen, die Gliedmaßen zu bewegen.



Fünfeizeller menschlicher Embryo, dessen Stammzellen für die Forschung verwendet werden.

Hoffnung aus der Petrischale

Rudolf Jaenisch forscht mit humanen Embryostammzellen – weil das in Deutschland schwierig ist, arbeitet er in den USA

INTERVIEW



Rudolf Jaenisch

Zur Welt kam Rudolf Jaenisch 1942 in Niedersachsen. 1967 ging er in die USA. Dort entwickelte er die ersten Mausmodelle zur Erforschung menschlicher Krankheiten. Heute ist er einer der führenden Stammzellforscher.

Als Medizinstudent hat Rudolf Jaenisch noch gelernt, dass eine Körperzelle, wenn sie einmal ausgereift ist, nicht mehr in den ursprünglichen Zustand zurück kann. Das war in den Sechzigerjahren in München, bevor er gen Westen aufbrach und in den USA einer der angesehensten Biowissenschaftler der Welt wurde. Auch dank seiner Studien ist heute klar, dass die Entwicklung einer Zelle sich sehr wohl umkehren lässt und man, jedenfalls im Prinzip, alle Zelltypen in alle anderen umwandeln kann: Hautzellen in Blutzellen, Leberzellen in Nervenzellen. Die Geschichte vom gestürzten Dogma bekommt jede neue Studentengeneration zu hören, die zu Jaenischs Whitehead Institute in Cambridge im US-Bundesstaat Massachusetts pilgert. Sie enthält viel von der Lebenserfahrung des 70-jährigen, jugendlichen Stammzellforschers, der ans Aufhören nicht denkt.

Herr Professor Jaenisch, welche Rolle spielen Stammzellen für die Medizin der Zukunft?
Sie werden bei vielen Krankheiten den Durchbruch bringen. Zum Beispiel beim weit verbreiteten Diabetes Typ 1. Das ist eine Autoimmunkrankheit, bei der eigene Immunzellen die insulinproduzierenden Zellen des Körpers abtöten. Ich gehe davon aus, dass man in Zukunft aus Hautzellen eines Patienten körpereigene Insulin-Zellen herstellen kann. Die werden dann transplantiert und produzieren im Körper das dringend benötigte Hormon. Für den Patienten wäre das eine große Erleichterung im Vergleich zum heute noch obligatorischen, lästigen Insulinspritzen.
Wann ist mit dieser Therapie zu rechnen?
Es wäre unseriös, wenn ich Ihnen jetzt ein Datum nennen würde. Aber solche Transplantationen von körpereigenen Zellen sind in der Entwicklung. Nicht nur für Diabetes 1, sondern auch für bestimmte Blutkrankheiten. Etwa die Sichelzellenanämie, die zu lebensgefährlichen Durchblutungsstörungen führen kann.

Wie weit ist man da?
Aus Tierversuchen wissen wir, dass die Therapie im Prinzip funktioniert. Sie muss jetzt auf den Menschen übertragen werden. Einige technische Fragen sind noch zu klären, aber daran wird in zahlreichen Labors mit Hochdruck gearbeitet. Es wird gelingen, da bin ich sicher.
Gibt es heute schon erfolgreiche Anwendungen der Stammzelltherapie beim Menschen?
Eine Therapie bewährt sich seit dreißig Jahren, das ist die Knochenmarktransplantation. Dabei werden, etwa nach einer Chemotherapie, ausge-reifte Blutzellen übertragen, die dann im Patienten neue Blutzellen bilden. Jüngeren Datums sind Therapieversuche mit embryonalen Stammzellen. Die waren alle ineffektiv und zum größten Teil sogar skandalös.

Was hat Sie am meisten aufgeregt?
Dass eine Düsseldorfer Klinik eine völlig unerprobte Therapie mit Stammzellen aus dem Knochenmark gegen Parkinson und Alzheimer anbieten durfte. Als bei Patienten starben, konnten die Behörden die Klinik im vergangenen Jahr schließen. Es gibt derzeit keine wissenschaftlich begründete Stammzelltherapie gegen solche Hirnleiden, und wer so etwas heute anbietet, ist ein Schmarotzer.
Besteht denn Aussicht auf eine wirksame Stammzellbehandlung bei Parkinson und Alzheimer?
Ich glaube nicht so recht daran. Bei diesen Krankheiten sind ja alle Nervenzellen irgendw-

Werden die Medikamente auch denen helfen, die erst im Alter erkranken?
Da ist unsere Hoffnung.

Eignet sich diese Methode auch für andere Krankheiten?

Ja. Überall auf der Welt, in Tausenden von Labors, werden auf diese Weise Zellen von Patienten gezüchtet. Es geht um die unterschiedlichsten Krankheiten und darum, die Mechanismen auf molekularer Ebene zu verstehen. Was genau führt zu dem Defekt, der die Krankheit auslöst? Und mit welchen Wirkstoffen lässt sich die unheilvolle Kaskade unterbrechen? Solche Fragen beschäftigen derzeit eine ganz Armada von Forschern. Das Gebiet ist überhitzt, die Konkurrenz wahnsinnig groß. Und leider werden immer wieder Ergebnisse vorschnell publiziert.

Mit welchen Konsequenzen?
Die Forscher kommen schnell an ihre Meriten, können aber auch tief stürzen, wenn ihre Studie nichts taugt. Und die Patienten entwickeln möglicherweise völlig überzogene Hoffnungen.

Braucht gute Stammzellforschung heute noch Embryozellen?

Ja. Stammzellen aus dem Embryo haben das größte Entwicklungspotenzial. An ihnen müssen wir die Ergebnisse unserer Arbeit messen, sie sind unser Goldstandard. Wenn wir irgendwann einmal exakt wissen, was eine gute Zelle ausmacht, brauchen wir sie vielleicht nicht mehr. Aber bis dahin ist es erforderlich, immer wieder neue Zelllinien aus Embryonen anzulegen, weil die bestehenden nicht optimal sind.

Was Sie an Ihrem Institut machen, wäre in Deutschland illegal.

Meine ganze Forschung wäre in Deutschland unmöglich gewesen. Das ist ein wichtiger Grund, weshalb ich nicht nach Deutschland zurückgegangen bin. Diese ideologisch verhärtete Diskussion, diese wahnwitzige Bürokratie, das schreckt mich ab. In den USA gibt es auch strenge Kontrollen, aber die Forschung wird nicht behindert. Und genau dazu führt die deutsche Gesetzgebung. Sie ist, aus der Warte der Patienten betrachtet, unethisch, weil sie ihnen Heilungschancen vorenthält. Ich verstehe medizinische Ethik anders und habe absolut kein Problem damit, abgetriebene und für Forschungszwecke freigegebene Embryonen zu nutzen.

Wird man die Medikamente aus Ihrer Forschung auch in Deutschland nutzen, obwohl zu ihrer Entwicklung Embryostammzellen nötig waren?

Davon bin ich überzeugt. Diese ganze Debatte wird irgendwann eine historische Posse sein.
Wenn Sie an 2030 denken: Was werden Stammzellforscher dann erreicht haben?
Man wird vielleicht einige der heute noch unheilbaren Krankheiten beherrschen lernen, mit Hilfe hochwirksamer Medikamente oder durch Zelltransplantationen. Die Menschen werden dadurch länger leben können.

Vielleicht sogar ewig, wie es einige Science-Fiction-Autoren verheißen?
Das ist Unsinn. Die Zellen degenerieren mit der Zeit, man wird nicht den gesamten Alterungsprozess aufhalten können. Aber man kann die schweren Symptome von Krankheiten lindern. Das macht das Leben lebenswerter.

Interview: Lilo Berg

Wissenschaft



Fernschreiber dienten lange Zeit der drahtgebundenen Textübertragung.



Mobiles Telefon von 1956. Der handliche Apparat wog 45 Kilogramm.

RÜCKBLICK

Von Gutenberg zu Google

Vor zwanzig Jahren flog die Menschheit auch schon von Kontinent zu Kontinent, es gab schnelle Autos und Hochgeschwindigkeitszüge. Aber wie steinzeitlich war die Kommunikationstechnik! Von unterwegs anrufen? Ging nur im Telefonhäuschen. Einen Text verschicken? Konnte mit Briefpost einige Tage dauern. Schneller ging es per Telex, Telegramm oder Fax, war aber teuer. Etwas nachschlagen? Dafür hatte man zu Hause ein Lexikon oder ging in die Bibliothek.

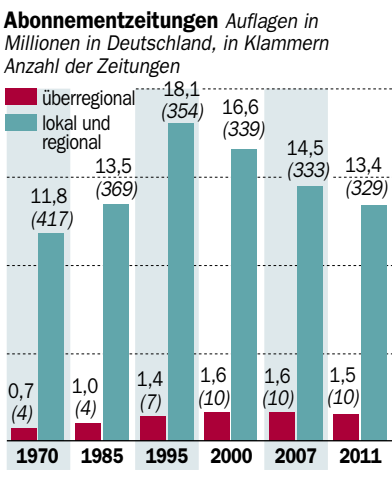
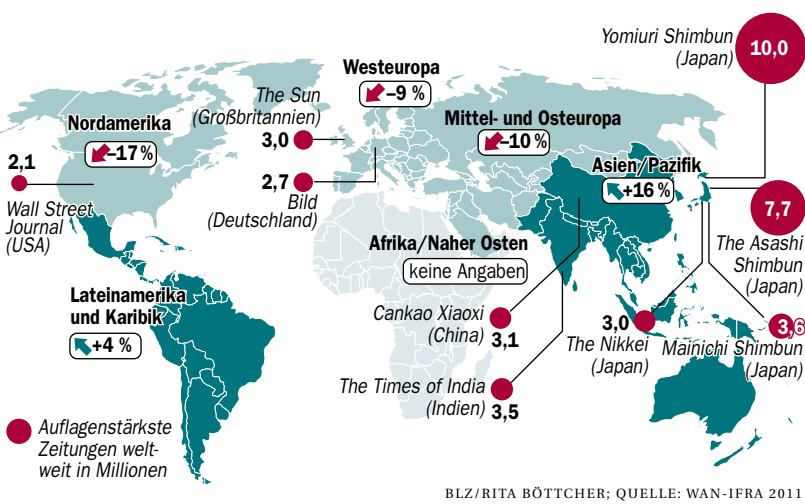
Nach der Erfindung des Buchdrucks blieb es, medial betrachtet, jahrhundertlang ruhig. Im 19. Jahrhundert wurde das Telefon entwickelt, es folgten Radio und Fernsehen und schließlich der Computer. Praktische Bedeutung hatten die neuen Medien lange Zeit nur für wenige, weil die Apparate zu teuer, der Bedarf nicht vorhanden oder die Netze nicht ausgebaut waren. So hatten viele Haushalte in Ostdeutschland Anfang der Neunzigerjahre keinen Telefonanschluss.

Im November 1990 ging die erste Internetseite online. Dass es sich um eine neue Kulturtechnik handelte, verstanden nur wenige. Selbst Bill Gates soll 1995 noch gesagt haben: „Das Internet ist ein Hype.“ Aber es brach sich schnell Bahn, vor allem, seit clevere Suchmaschinen das Aufspüren von Informationen erleichterten. Wie aus dem Nichts schossen Firmen wie Apple, Google und Facebook nach oben und erfüllten immer neue, bis dahin unbekannte Bedürfnisse.

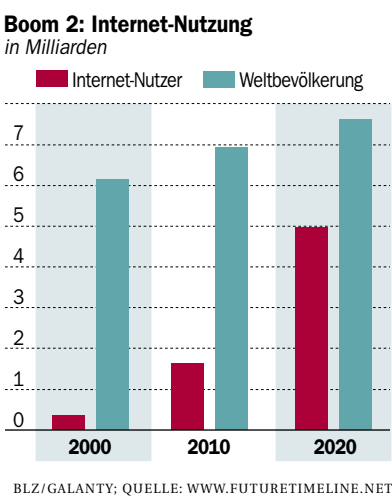
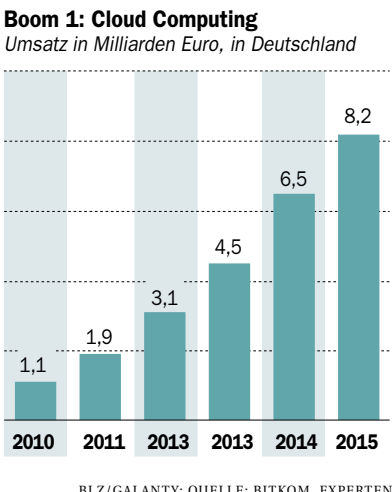
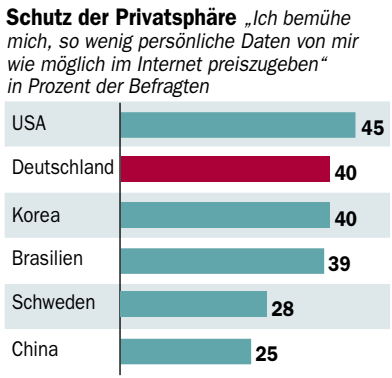
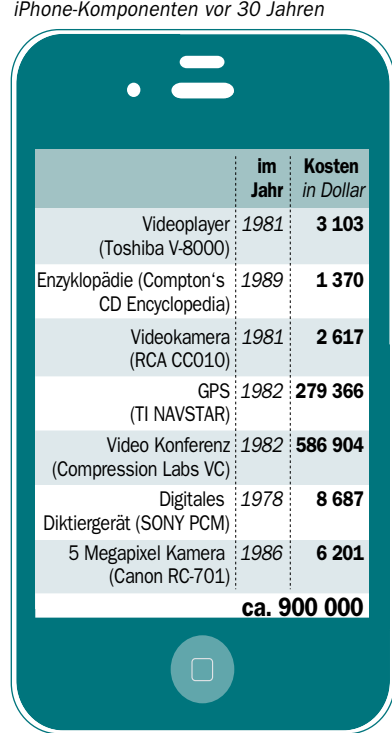
Die ersten Laptops hießen im Volksmund Schlepptops. Auch die Mobiltelefone waren anfangs schwer und klobig. Das änderte sich bald, und als alle eins hatten, kamen die Smartphones.

Bei der täglichen E-Mail-Flut freut sich manch einer wieder über einen richtigen Brief. Das Telex gibt es übrigens auch noch. Doch seine Tage sind gezählt. Dabei profitierten einst ganze Wirtschaftszweige vom Telex-Tempo. Etwa die Tageszeitungen, deren Korrespondenten ihre Artikel auf diesem Weg in die Zentrale schickten. Es funktioniert. Erstaunlicherweise.

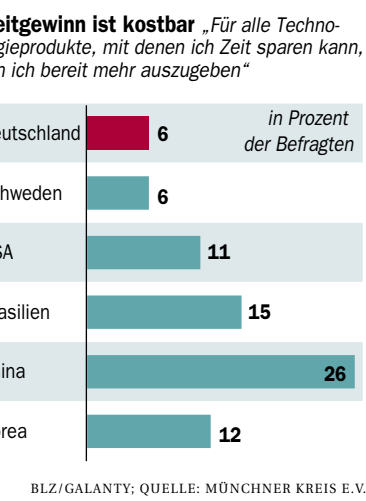
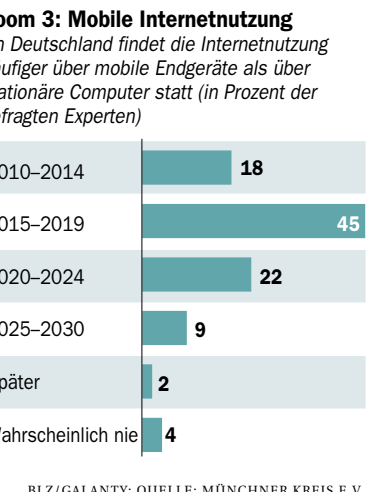
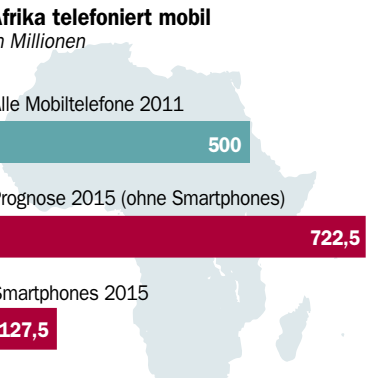
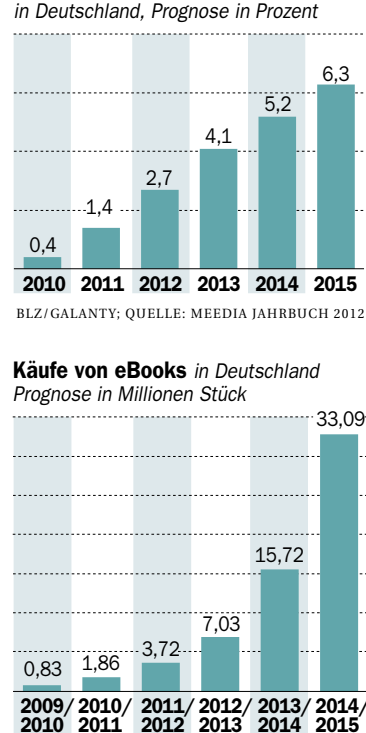
Auflagen von Printmedien Veränderung der Zeitungsauflagen von 2006 bis 2010



Früher unbezahlbar: Preis der iPhone-Komponenten vor 30 Jahren



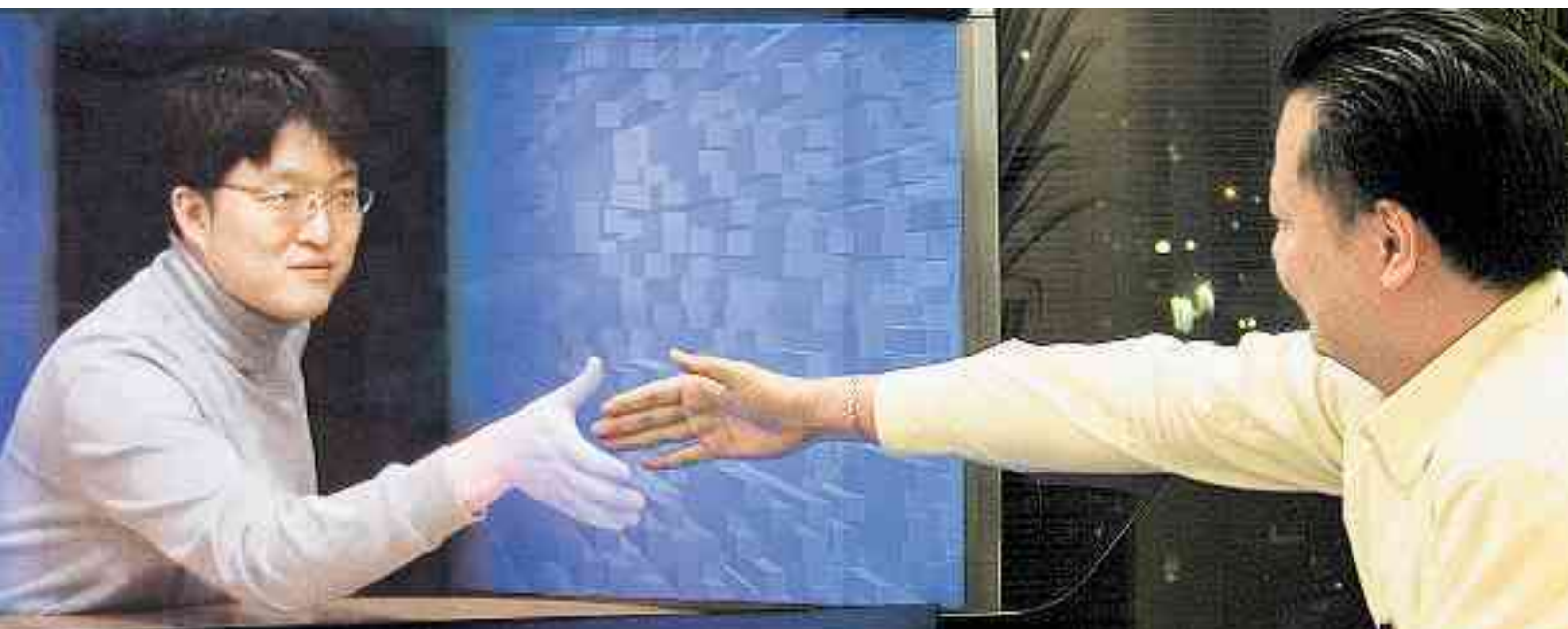
eBook-Anteil am Belletristikmarkt in Deutschland, Prognose in Prozent



Der Datenhelm dient als Bildschirmsatz und erlaubt es, direkt in virtuelle Realitäten einzutauchen.



Videokonferenzen werden dank 3D-Technologie realistischer. Zugute kommt das Geschäftsleuten, aber auch Patienten, die solcherart ihren Arzt konsultieren.



Die internetgestützte sogenannte Google-Brille zum Videochatten, Navigieren und Online-Shopping könnte einmal das Smartphone ersetzen.



Das biegsame Display macht die elektronische Zeitung robust und handlich.



Die internetgestützte sogenannte Google-Brille zum Videochatten, Navigieren und Online-Shopping könnte einmal das Smartphone ersetzen.



Das biegsame Display macht die elektronische Zeitung robust und handlich.

Gedanken, die die Welt bewegen

Verständigung wird zunehmend auf direktem Weg funktionieren – vom Gehirn zur Maschine

VON LILO BERG

Wie gut, dass Jack Gallant keine Gedanken lesen kann. Die erste Vereinbarung mit dem amerikanischen Psychologieprofessor platzt, weil er den Termin im Kalender übersehen hat. Als es dann im zweiten Anlauf zu einem Treffen kommt – in seinem engen Büro in der kalifornischen University of Berkeley –, nervt der Lärm eines Rasenmähers. Trotzdem wird es ein gutes Gespräch. Und was den kleinen Ärger angeht, so war es von Vorteil, dass er verborgen blieb.

Doch ausgerechnet Gallants Forschung trägt dazu bei, dass sich das wohl ändern wird. „In zehn Jahren“, sagt er, „werden wir den ständigen Strom der Gedanken entziffern können.“ Die Prognose des legeren und doch schätzungsreichen Wissenschaftlers hat Gewicht. Für die Zukunft der Kommunikation sind die Arbeiten aus seinem Labor wegweisend. Ein Experiment erregte im vergangenen Herbst weltweites Aufsehen. Die Wissenschaftler um Gallant hatten drei Probanden im Kernspintomographen kurze Videos zeigen vorgespielt und dabei die Hirnaktivität gemessen. Ein von ihnen entworfenen Computerprogramm lernte, welche Aktivitätsmuster die Signale aus den Videoclips in den Nervenzellen erzeugten. Anschließend gingen die Forscher den umgekehrten Weg. Sie ließen dasselbe Programm Bilder aus den Nervenzellscans von Probanden rekonstruieren. Herausgekommen sind ein paar verwackelte Szenen, die dennoch verblüffende Ähnlichkeit mit dem Original aufwiesen (<http://gallantlab.org/>). Künftig, sagt Gallant, würden sich mit der Methode auch Träume und Erinnerungen darstellen lassen.

Fremdsprachen aus dem Hut Was mit bewegten Bildern ansatzweise gelingt, soll jetzt vor allem auf die Sprache ausgedehnt werden. Einfache mentale Bilder wie „rechts“ oder „links“ lassen sich bereits aus den Hirnströmen ableiten, und es gelingt auch schon, damit einen Rollstuhl oder einen Roboterarm zu lenken. Jack Gallant aber denkt an abstraktere Konzepte – an Fremdsprachen etwa.

„So ein Übersetzungshut wäre doch eine coole Sache“, sagt der Psychologe und deutet auf den Monitor seines Laptops. Zu sehen ist eine ganz normale Kappe. Darunter, so prophezeit Gallant, verbirgt sich irgendwann ein kleiner Hirnscanner, der in einer Sprache formulierte Gedanken ohne Verzögerung in eine Fremdsprache übersetzt und mit elektronischer Stimme wiedergibt. Und dies viel eleganter, schneller und korrekter, als aktuelle Handys das vermögen. Das Gerät könnte einfach auf die Kopfhaut gesetzt



Für den Anfang nicht übel: Originalszene aus einem Film (links) und das, was der Computer aus der Hirnaktivität eines Betrachters rekonstruiert (rechts).

werden. Mit heutiger Technologie wäre eine solche mobile Anwendung unmöglich und doch ist Jack Gallant optimistisch. „Ich weiß, dass es irgendwann passieren wird.“ Wer will angesichts der rasanten Fortschritte der Kommunikationstechnik schon noch an Grenzen glauben? Computer, Internet und Mobiltelefone haben das Leben in noch nicht einmal zwei Jahrzehnten gründlich verändert und die Welt näher zusammenrücken lassen. Mit den sozialen Netzwerken und ihrem globalen Geraune entstehen neue Kraftfelder jenseits der Nationalstaaten. Facebook mit seinen rund 900 Millionen Nutzern wäre heute schon der zweitgrößte Staat nach China und Indien.

Bis jetzt haben die Menschen miteinander und mit den Dingen kommuniziert, in Zukunft werden die Dinge sich untereinander verständigen – im sogenannten Internet der Dinge. Möglich wird es durch immer billigere und kleinere Mikrochips, die unsichtbar in alltägliche Gegenstände integriert werden können: in Kleidungsstücke etwa oder in Verpackungen. Die Hose kann der Waschmaschine dann mitteilen, bei wie viel Grad sie gewaschen werden will, die Händchen-Verpackung weiß, ob sie korrekt gelagert wurde, die Chipstüte erfasst über das Handy des Verbrauchers dessen Allergierisiko und rät gegebenenfalls vom Kauf ab.

Ohne die unsichtbare Technik wären die Smart Cities, die intelligenten Städte der Zukunft, gar nicht denkbar. Deren Visionäre verfolgen zum Beispiel die Idee von weitläufigen Sensornetzwerken, die die Bewohner das Leben erleichtern. Etwa, indem sie alte Menschen, die mit einem entsprechend ausgerüsteten Rollator unterwegs sind, zum gewünschten Ziel führen. In den Straßen wird man künftig auf elektronische Stimmen stoßen. Eine Alternative könnten flexible, dünne Displays mit organischen Leuchtdioden sein, sogenannte Oleds. Mit dem Internet verbunden, erscheint



Für den Anfang nicht übel: Originalszene aus einem Film (links) und das, was der Computer aus der Hirnaktivität eines Betrachters rekonstruiert (rechts).

die Realität erweitern, indem Informationen direkt auf die Brillengläser gespiegelt werden: beim Betrachten des Brandenburgertors etwa dessen Geschichte. Mit ihren zahlreichen Handy-Funktionen könnten Datenbrillen künftig den Smartphones Konkurrenz machen. Der mobile Kommunikation gehört die Zukunft, darin sind sich die Experten einig. Auf kleinen, intelligenten Endgeräten wird wohl schon bald sehr viel mehr Persönliches gespeichert als heute – die Gesundheitsdaten etwa.

Teilnehmer von Videokonferenzen und Funde der Videotelefonie, zum Beispiel auch der einfache Skyscraper, dürften künftig von der Forschung im Berliner Heinrich-Hertz-Institut profitieren. Die dort entwickelte Technik ermöglicht es, den Gesprächspartnern in die Augen zu schauen – das macht die Unterhaltung deutlich lebensechter als bisher. Andersorts geht es um die Präsenz von Personen, also ihre lebensgroße, dreidimensionale Darstellung.

Wisch und weg Auch das traditionelle Leitmedium Tageszeitung werde immer stärker ins Internet gezogen, sagt Emmer. Das bedeute nicht automatisch, dass man sich die Beiträge nur noch am Computer oder auf einem Mobilgerät anschauen kann. Eine Alternative könnten flexible, dünne Displays mit organischen Leuchtdioden sein, sogenannte Oleds. Mit dem Internet verbunden, erscheint

auf ihnen die aktuelle Zeitung – auf Wunsch nach Themenpräferenzen zusammengestellt.

Das Internet verdoppelt etwa alle 18 Monate sein Datenvolumen. Und durch den Ausbau des Glasfasernetzes wird es erheblich schneller werden. Die Suche nach verlässlichen Informationen beansprucht jedoch immer mehr Zeit – schon jetzt sind es im Durchschnitt ein Fünftel der online verbrachten Stunden. Abhilfe soll das Web 3.0 schaffen, das semantische Web, das die Bedeutung von Fragen versteht und hilft, die passende Entscheidung zu treffen. Ein Schritt in diese Richtung ist Siri, die Assistenzsoftware von Apple.

Bald wird es Gestensteuerungen für den Computer geben, bei denen eine in der Luft angedeutete Wischbewegung zum Beispiel für das Ausschalten des Gerätes sorgt. Auch Sprachsteuerungen werden entwickelt. Mündliche Kommandos werden genügen, um mit den vielen Rechnern in der Umgebung zu kommunizieren – ob sie im Handy stecken, im Auto oder im Laptop.

Moderne Lügendetektoren Am Ende der heute absehbaren Entwicklung, etwa in der zweiten Jahrhunderthälfte, steht dann die Kommunikation mittels Gedankenkraft. Vielleicht gibt es dann tatsächlich eine Art Übersetzungshut, wie er Jack Gallant vorschwebt. Texte könnten allein durch Denken in den Computer gelangen. Brain Art und Brain Music als direkt aus dem Gehirn abgeleitete Kunstformen sind die gegenwärtigen Vorboten dieser Technologie.

Zuerst eingesetzt wird die Gedankensteuerung vermutlich im Pflegebereich. Gelähmte könnten ihren Rollstuhl damit steuern und Amputierte ihre künstlichen Gliedmaßen. Der Sprung in die Alltagswelt wäre dann nicht mehr groß. Bereits heute gibt es in den USA Firmen, die Lügendetektion per Kernspintomographie anbieten. Vor Gericht seien derartiger gewonnene Gutachten nicht anerkannt, glücklicherweise, sagt Jack Gallant. Dafür sei die Technik noch viel zu unsicher. Was aber, wenn sie besser wird? Wenn damit geheime Absichten aufgedeckt oder Entscheidungen vorhergesagt werden können?

„Dass Terroristen am Flughafen enttarnt werden können, finden sieher viele gut, aber was ist, wenn ein Diktator die Methode anwendet, um Andersdenkende zu entlarven?“ Juristen und Neuro-Ethiker diskutieren bereits lebhaft über das Thema.

Denkbar ist immerhin, dass künftige Generationen das Decodieren von Gedanken auf einzelne Anwendungen beschränken. So könnte der Mensch weiterhin vieles für sich behalten. Diese Kommunikationstechnik bewahrt sich immerhin schon seit Jahrtausenden.

In jeder Woche verschwinden zwei Sprachen

Dafür werden immer mehr Menschen Englisch, Spanisch und Chinesisch sprechen, sagt der Germanist Wolfgang Klein

Wer wissen will, wie das menschliche Gehirn Sprache hervorbringt und versteht oder wie wir Fremdsprachen erlernen, der ist im holländischen Nijmegen am richtigen Platz. Dort gibt es seit 1980 das Institut für Psycholinguistik der deutschen Max-Planck-Gesellschaft, an dem heute mehr als hundert Forscher aus verschiedenen Fachgebieten und Ländern tätig sind. Auch das weltgrößte Archiv bedrohter Sprachen ist hier angesiedelt. Der Germanist Wolfgang Klein arbeitet als Direktor am Institut, und zwar von Anfang an. In seiner Forschung hat er sich nicht nur mit dem Spracherwerb beschäftigt, sondern auch mit dem Ausdruck von Raum und Zeit sowie der Verbindung von Sprache und Literatur. Ihn fasziniert, sagt er, die unendliche Vielseitigkeit der menschlichen Sprache.

Herr Professor Klein, welche Sprachen werden im Jahr 2030 auf der Welt dominieren?

Englisch und Spanisch werden sich weiter ausbreiten. Und Mandarin-Chinesisch, die im Norden Chinas gebräuchliche Sprache, gewinnt enorm an Bedeutung. Mit dem Erstarken des Islam und dem neuen Selbstbewusstsein in Nordafrika wird auch das Arabische wichtiger. Heute sprechen bereits 250 Millionen Menschen Hindi oder das nahe verwandte Urdu, im Jahr 2030 werden es weitaus mehr sein, was mit dem raschen Bevölkerungswachstum in Südasien und der zunehmenden Wirtschaftskraft zu tun hat.

Und welche Sprachen verlieren an Bedeutung?

Zum Beispiel Russisch. Die Bevölkerung Russlands nimmt ab und als Gemeinsprache im ehemaligen Ostblock kommt das Russische nicht in Frage – die Abneigung gegen die frühere Großmacht sitzt zu tief. Auch das Französische zählt zu den Verlierern. Derzeit gibt es noch 75 Millionen Muttersprachler und bis zu 300 Millionen, die Französisch als zweite Sprache verwenden, vor allem in den ehemaligen Kolonien. Dort wird Französisch aber zunehmend vom Arabischen und Englischen verdrängt. Im Abschwung befindet sich auch das Deutsche.

Bisher sprach man von knapp 100 Millionen Muttersprachlern weltweit. Wohin entwickelt sich das?

Der Schwund wird nicht gewaltig sein. Und durch eine offensive Sprachpolitik – mit einem breiten Angebot an Deutschkursen und Kulturveranstaltungen im Ausland – wäre er aufzuhalten. Stattdessen wird das Budget des Goethe-Instituts und anderer Auslandsrepräsentanten gekürzt. Die deutsche Kultur hat heutzutage kaum Weltgeltung, ganz anders als die deutsche Wirtschaft. Aber gerade jetzt ließe sich das leicht ändern: Viele Osteuropäer würden liebend gern Deutsch lernen, auch in den Mittelmeerländern gibt es dazu eine große Bereitschaft. Aber da wird sich wenig bewegen, ich bin da pessimistisch.

Wie viele Sprachen wird es 2030 noch geben?

Die Zahl wird deutlich schrumpfen. Heute gibt es 6 000 bis 7 000 Sprachen und pro Woche sterben schätzungsweise zwei davon. Wenn wir diesen Trend fortschreiben, dann ist bis 2030 ein Drittel nicht mehr vorhanden.

Wo werden die meisten Verluste auftreten?

In Ozeanien, vor allem in Papua-Neuguinea, wo derzeit die größte Sprachvielfalt der Welt herrscht. Auch in Amazonien, in den Regenwäldern Südamerikas, verschwinden mit der zunehmenden Assimilation der ursprünglichen Bewohner viele Sprachen. Bei den Minderheiten-

Interview



Wolfgang Klein

Er ist seit 1980 Direktor am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik in Nijmegen. Zusätzlich leitet er an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften eine Gruppe, die ein digitales Wörterbuch der deutschen Sprache erarbeitet. Der studierte Germanist, Romanist und Philosoph kam 1946 in der saarländischen Gemeinde Spiesen zur Welt.

Sprachen in Europa, etwa beim Sorbischen, sehe ich wenig Gefahr – da wird fleißig konserviert.

Wie viel kann erhalten werden, was geht unweiderbringlich verloren?

Die VW-Stiftung finanziert ein wunderbares Projekt, die Dokumentation bedrohter Sprachen, kurz Dobes. Ich denke, dass bis zum Auslaufen von Dobes im Jahr 2016 vielleicht hundert Sprachen konserviert werden können. Der Aufwand ist riesig: Um eine Sprache zu dokumentieren, muss ein Forscher ein bis zwei Jahre mit den Sprechern in deren Heimat leben. Das kostet etwa 100 000 Euro. Ich wüsste niemanden, der so viel Geld investieren würde, wie zur Konservierung alter untergehenden Sprachen erforderlich wäre. Die meisten von ihnen haben keine Schriftkultur, sie werden spurlos verschwinden.

Entstehen auch neue Sprachen?

Das passiert selten. Eine Ausnahme sind die Gebärdensprachen. Es gibt immer wieder Berichte über taubstumme Kinder, die eigene Zeichensysteme entwickeln. Ein berühmtes Beispiel ist die Nicaraguanische Gebärdensprache, die in den Achtzigerjahren entstand. Solche Sprachen entstehen und vergehen oft mit ihren Erfindern.

Es gibt Mischformen, die durch das Aufeinandertreffen der Sprachen von Migranten und der Sprache ihres Gastlandes entstehen. Wird dieser Trend mit fortschreitender Globalisierung zunehmen?

Solche Mischformen haben sich immer wieder gebildet. Die derzeit einflussreichste aller Sprachen, das moderne Englisch, ist ja auch ein Mischprodukt aus dem ursprünglich germanischen Englischen und dem Französischen. Mischsprachen wird es auch weiterhin geben. Ich bezweifle allerdings, dass daraus stabile Sprach-

formen entstehen. Zum einen, weil der normative Druck durch die Schule, vor allem aber durch die Medien, viel stärker ist als früher. Und zum anderen, weil die Globalisierung dazu führt, dass Menschen aus unterschiedlichen Sprachräumen beim Kontakt auf eine dritte Sprache ausweichen – und das ist heute vorzugsweise das Englische.

Seit einiger Zeit gibt es Globlish, eine vereinfachte Form des Englischen mit nur 1 500 Wörtern. Welche Bedeutung haben solche Slangsprachen?

Die meisten Leute, die sich auf Englisch verständigen, benutzen eher noch weniger Wörter. Englisch als Zweitsprache und oft genug sogar Englisch als Muttersprache ist in der Praxis häufig eine Singsprache. Man kann das Globlish nennen oder Basic English. So hieß eine andere vereinfachte Form des Englischen, die vor neunzig Jahren kreiert wurde.

Was ist die meistgesprochene Sprache der Welt?

Bad english. Ja, ich kenne den alten Scherz. Er trifft die Situation nach wie vor und daran wird sich in nächster Zeit auch nicht viel ändern.

Die Kommunikation wird zunehmend digitalisiert. Hat das einen Einfluss auf unsere Sprache?

Das System der Sprache, ihre Grammatik, bleibt davon mit Sicherheit unberührt. Wir verwenden nicht plötzlich den Akkusativ, wo früher ein Genitiv gestanden hätte. Es ist auch nicht zu befürchten, dass der Kasus verschwindet und wir nur noch „Hut meine Tante“ statt „der Hut meiner Tante“ sagen. In der Art, wie wir schreiben, sehe ich aber gewisse Einflüsse. Ein Beispiel sind die Smiley und anderen Icons in Texten. Etwas grundlegend Neues ist das jedoch nicht: Früher hat man auch Herzenchen in die Briefe gemalt.

Sollten wir noch Handschrift lernen, wenn Computergedruck alles für uns notieren?

Ich glaube, wir werden es uns so schnell nicht nehmen lassen. Gedanken mit Bleistift auf Papier zu notieren. Das geht schnell, ist einfach und billig – und man braucht keine stromfressende Technik dafür.

Was meinen Sie: Wird es 2030 den Chip für Fremdsprachen geben?

Nein, und dafür lege ich meine Hand ins Feuer. Die automatische Übersetzung ist so ungeheuer kompliziert, das beherrschen wir nie und nimmer in 18 Jahren. Ich habe mir kürzlich einmal eine automatische Übersetzung aus dem Russischen von Dostojewskis „Idiot“ angesehen. Das Deutsch war schauderhaft, aber man verstand, worum es ging. Mehr wird auf absehbare Zeit nicht möglich sein. Um eine Sprache treffend zu übersetzen, ist sehr viel Wissen über den Kontext nötig. Es kann sein, dass ein einziges Wort durch eine komplexe Umschreibung wiedergegeben werden muss, wenn es in der Zielsprache richtig verstanden werden soll.

Wie sehen Sie die Zukunft des Deutschen?

Innerhalb Deutschlands sind keine nennenswerten Veränderungen zu erwarten. Dabei denke ich vor allem an die Grammatik. Der Wortschatz hingegen changiert ständig. Es entstehen neue Wörter wie Herdprämie oder Zeitfenster, und sie vergehen auch wieder. Ich rechne jedoch mit einem weiteren Rückgang der Dialekte. Der Dialekt ist sehr reich an Mundarten. Die werden zu sehends eingeengt, wenn sie nicht gar ganz aus der alltäglichen Kommunikation verschwinden.

Interview: Lilo Berg

Wissenschaft



Bergwerk 1948: In Handarbeit baut der Hauer Adolf Hennecke in einer sächsischen Grube Steinkohle ab.



Montage 1924: Ein Ford Modell T rollt in Detroit vom Fließband. Es war das erste Auto aus Massenproduktion.

RÜCKBLICK

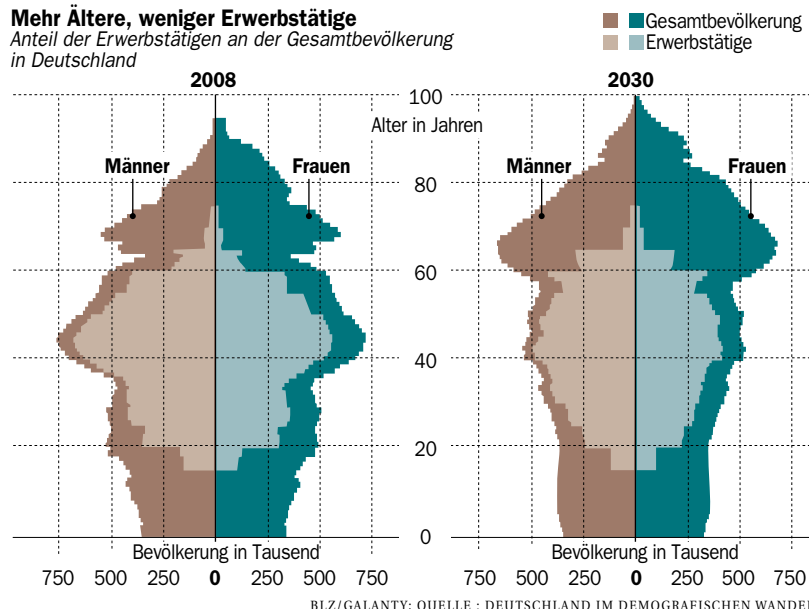
Von Vollzeit zu Freizeit

Wer heute wöchentlich sechzig Stunden arbeitet, gilt als Workaholic. Doch um 1900 war die Sechzigstundens-woche normal. 1950 arbeiteten die meisten immer noch 48 Stunden pro Woche, und zwar von montags bis sonnabends. Der freie Sonnabend wurde erst in den Sechzigerjahren schrittweise eingeführt. Die in einigen Branchen immer noch geltende 35-Stunden-Woche kam dann Mitte der Neunzigerjahre.

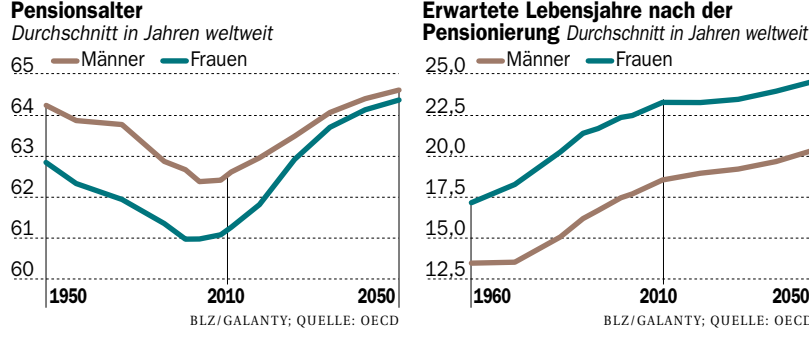
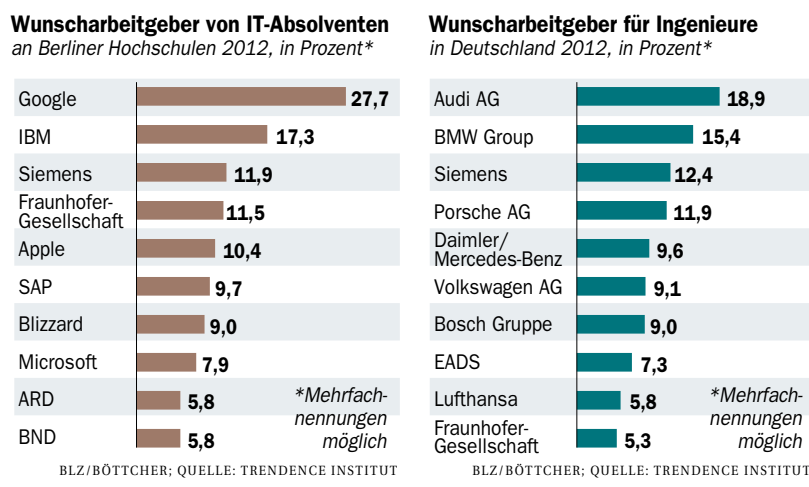
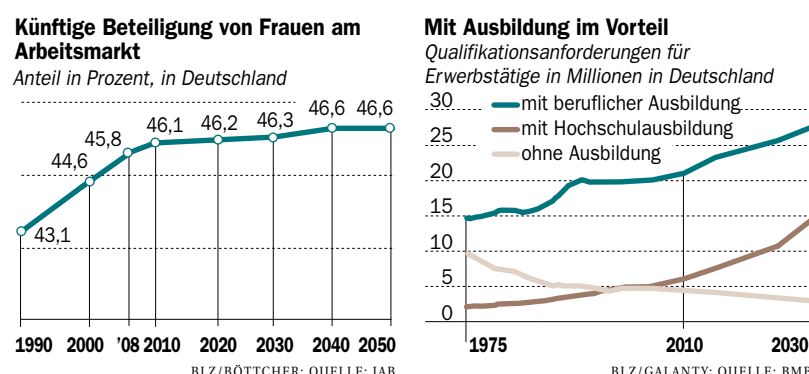
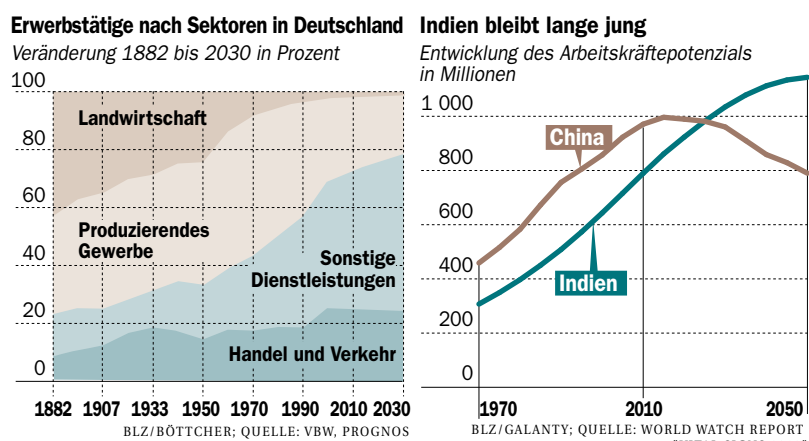
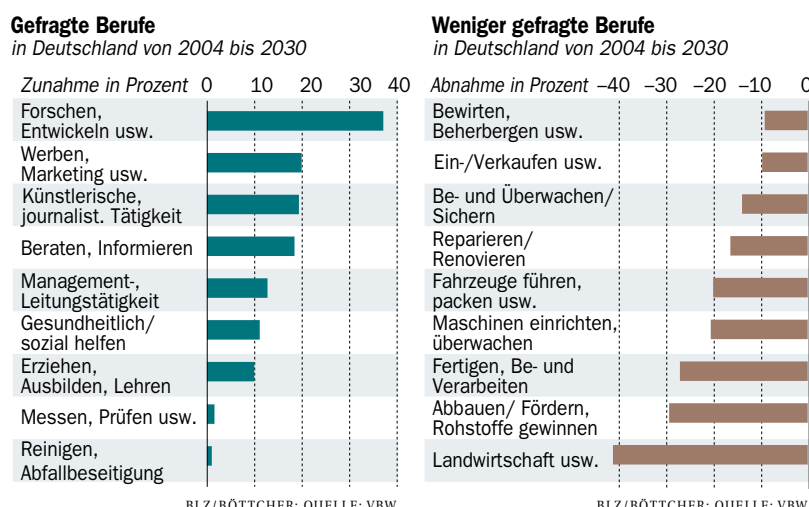
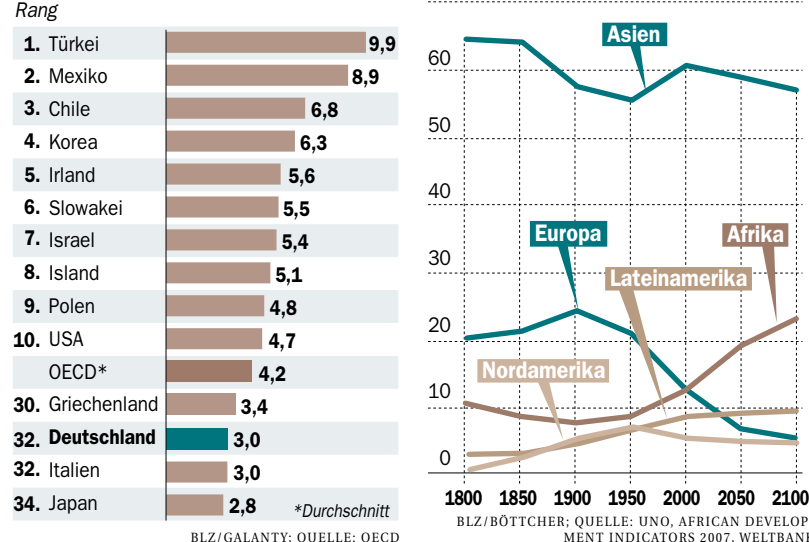
Was im vergangenen Jahrhundert passierte, ist eine leise Revolution: Während die durchschnittliche Wochenarbeitszeit in vielen westlichen Ländern um fast die Hälfte sank, kam es tendenziell zu einer Verdoppelung der Lebenserwartung. Im Jahr 1900 hatte ein neugeborener Junge 46 Jahre vor sich, heute sind es 82 Jahre.

Der Arbeitstag ist nicht nur kürzer geworden, sondern auch leichter. Viele Knochenjobs werden inzwischen von Automaten verrichtet. Das entlastet Millionen Beschäftigte – in der Landwirtschaft, in den Fabriken und selbst auf dem Bau. Es führt aber auch dazu, dass immer mehr Menschen bei der Arbeit sitzen und sitzen und über Kreuzschmerzen und Stress klagen. Ein Büro ohne Computer, Bildschirm, Tastatur, Maus, Drucker und Kopierer kann sich kaum noch jemand vorstellen. Bis in die Neunzigerjahre aber waren all diese Funktionen in einem Gerät vereint: der Schreibmaschine. Briefe wurden in dreifacher Ausfertigung getippt, mit zwei Blättern Kohlepapier zwischen den Lagen, Tippfehler waren schwer auszumerken. Einen Brief zu schreiben, überlegte man sich gut – es sei denn, man hatte eine Sekretärin.

Das war lange Zeit der Frauenberuf schlechthin. Mindest in Westdeutschland. Dort brauchten verheiratete Frauen, wenn sie eine Erwerbstätigkeit aufnehmen wollten, lange die Zustimmung ihres Mannes. Bis 1958 konnte er den Arbeitsvertrag sogar ohne ihr Einverständnis kündigen. Es dauerte bis 1977, bis ein Gesetz abzuschaffen, nach dem der Mann einer beruflichen Tätigkeit seiner Frau zustimmen muss. Emanzipation ist harte Arbeit. (lb.)



Mehr Ältere, weniger Erwerbstätige
Anteil der Erwerbstätigen an der Gesamtbevölkerung in Deutschland



ZUKUNFT 2030: Arbeit

Mit geschärftem Blick: Ein Techniker auf der Hannover-Messe eicht die Kamera-Augen eines humanoiden Roboters.



Rüssel trifft Rüssel: Die Firma Festo aus Esslingen bei Stuttgart hat sich auf die Entwicklung von Robotersystemen spezialisiert, deren Vorbilder in der Tierwelt zu finden sind.



Aqualellies sind künstliche Quallen mit elektrischem Antrieb und einer intelligenten Mechanik.



Kuschelroboter Poro mit Erfinder Takahiro Shikata.

Tischtennis statt Stechkarte

Geld ist nicht alles: Was Firmen ihren Fachkräften künftig bieten müssen – nicht nur den jungen

VON LILLO BERG



Immer auf Talentsuche: Frederik Hermann von der Online-Kreativagentur Talenthouse in Palo Alto.

und zu halten. Hochschulabsolventen mit den gesuchten Qualifikationen erwarten jedoch weit mehr. So versuchen die potenziellen Arbeitgeber, einander mit Zusatzangeboten zu übertrumpfen. Das große Vorbild ist Google, der Wunscharbeitgeber vieler junger Leute. Der Hauptsitz des Suchmaschinenkonzerns im kalifornischen Mountainview ist ein modernes Schlaffenland: Es gibt Gourmet-Mahlzeiten, Eiscreme, italienischen Kaffee und Massagen für den verspannten Nacken. Alles ist kostenlos, die jungen Wissensarbeiter sollen sich wohlfühlen. Über den parkartigen Campus fahren sie mit bunten Fahrrädern, die am Ziel einfach abgestellt werden. Eine Runde Beachvolleyball, Tischtennis oder Kicker? Gelegenheit dazu bietet sich an jeder Ecke. Und dank neuester Kommunikationstechnologie ist gelegentliche Heimarbeit kein Problem. Relativ neu sind die Kurse für werdende Väter – Kinderbetreuung ist bei Google seit jeher inklusive.

Bindung zum Mitarbeiter

Was in der Computerbranche begonnen hat, setzt sich in der Industrie fort. Den allseits beklagten Fachkräftemangel spüre sein Chef, der Leiter des Personalmarketings bei Audi in Ingolstadt. Tatsächlich belegt der Automobilkonzern bei Umfragen unter Absolventen seit Jahren Spitzenplätze. Was den Nachwuchs lockt, sind nach Auskunft von Groß nicht nur die branchenüblichen guten Gehälter, sondern auch die Aussicht, einen Teil der Karriere in einer Auslandsrepräsentanz zu verbringen. Bildungs-kredite, Sportangebote, Ernährungsberatung, Gesundheits-Check-ups. Im Wettbewerb um die Talente der Zukunft komme es darauf an, sagt der Personallexperte, eine langfristige Bindung zum Mitarbeiter aufzubauen und individuelle Arbeitsbiografien zu ermöglichen. „Unternehmen müssen für jede Lebensphase etwas anbieten.“

Das versuchen nicht nur die Großen, sondern auch kleine Firmen wie das Sanitätsklinikum Koch in Berlin. Mareen Koch hat 38 Angestellte, darunter viele junge Frauen mit kleinen Kindern und dem Wunsch nach eigenständiger Arbeit. Jede Lebensphase wird etwas angeboten. „Bei schwelenden Werkzeugzeugmaschinenbauer Trumpf ist Individualität seit Anfang des Jahres Programm. Jeder der 4 500 Mitarbeiter kann über seine Arbeitszeit selbst entscheiden, und zwar inner-

halb eines Rahmens von 15 bis 40 Stunden pro Woche. Bis zu tausend Stunden können auf einem Konto angespart werden, um sie später abzurufen – für einen langen Urlaub, die Pflege eines Verwandten oder mehr Zeit mit den Kindern. Oder man spart für eine Zusatzrente: Zwei Stunden Mehrarbeit pro Woche können sich zu einem Plus von bis zu tausend Euro summieren. Ein weiteres Angebot sieht vor, zwei Jahre mit halbem Gehalt zu arbeiten, um die nächsten zwei Jahre bei gleicher Bezahlung frei zu machen. „Früher hätten wir gesagt, das geht nicht“, sagt Gerhard Rübiling, der Personalchef von Trumpf, „aber es geht.“ Und dafür gab es im Februar den deutschen Innovationspreis.

Junge Fachkräfte bei Laune zu halten, ist das eine. Für die wachsende Zahl der Arbeitnehmer über fünfzig jedoch gibt es bisher jedoch kaum neue Ideen. Dabei reichen oft schon kleine Änderungen aus, um die Leistungskraft deutlich zu erhöhen. Die besten Ergebnisse erzielen nachweislich gemischte Teams aus älteren und jungen Fachkräften. Sie funktionieren nach dem Motto: Die Jüngeren sind zwar schneller, aber die Älteren kennen den Umweg. In der Produktionslinie 2017 bei BMW sind es die bequemen Sessel für kleine Ruhepausen, Lupen, höhenverstellbare Arbeitsstühle und andere Umbauten im Wert von 40 000 Euro, die den Unterschied ausmachen. Die Produktivität der älteren Facharbeiter ist seither um sieben Prozent gestiegen.

Möglich ist so etwas auch im Dienstleistungsbereich. Seit die US-Drogeriemarkette CVS herausgefunden hat, dass die Kunden eine Beratung durch erfahrene Mitarbeiter vorziehen, können diese sich ihren Einsatzort aussuchen – im Sommer zum Beispiel in einer Filiale im Norden des Landes, im Winter im Süden.

Rente mit 67 als Zwischenlösung

Die größte Barriere auf dem Weg in die neue, ältere Arbeitswelt scheint das vorherrschende negative Altersbild zu sein. „Meine Generation ist die erste in der Menschheitsgeschichte, die mit einem so langen Leben rechnen kann“, sagt die 58-jährige US-Psychologin Laura Carstensen. Und die Lebenserwartung steigt weiter. Schon jetzt zeige sich, dass viele der gewonnenen Jahre gesunde Jahre seien, sagt Carstensen. Und wie alt die Menschen wirklich einmal werden können, lasse sich noch längst nicht einschätzen. Die Rente mit 67 ist wohl nur eine Zwischenlösung. Keine Gesellschaft kann sich Rentenzugewinne von dreißig Jahren und mehr leisten. Viele Ältere wollen das auch gar nicht, wie Paul Duncan von Vita Needle betont: „Ich will gebraucht werden – das hält mich am Leben.“

Weil die Erwerbsbevölkerung schrumpft, müssen die Deutschen bald länger arbeiten, sagt der Volkswirt Hilmar Schneider

Eine Villa am Rhein mit Blick auf das Siebengebirge: Über die Lage kann man sich im Institut für die Zukunft der Arbeit kaum beschweren. Hier entstehen im Austausch mit Ökonomen in aller Welt Lösungen für die Arbeitsmärkte von morgen. Hilmar Schneider ist Direktor für Arbeitsmarktpolitik an dem unabhängigen Forschungsinstitut. Er hat sich mit seinen Analysen zur sozialen Sicherung und Demografie international einen Namen gemacht. Der 55-Jährige möchte auch als Rentner weiterarbeiten – und hofft, einen Teil der Aufträge von einem Seelboot im Mittelmeer aus erledigen zu können.

Herr Schneider, wie stellen Sie sich die Arbeitswelt im Jahr 2030 vor?

Selbstbestimmter als jetzt, aber auch anstrengender.

Noch anstrengender als heute schon?

Ich fürchte, ja. In Zukunft werden die Bedürfnisse des Kunden stärker im Mittelpunkt stehen. Wer etwas verkaufen will, muss flexibel reagieren können. Die starke Handlungsanweisung vom Chef wird immer mehr abgelöst durch Zielvereinbarungen. Und an die Stelle von strengen Hierarchien treten Teams, in denen man in unterschiedlichen Rollen tätig ist. Erfolgsprämien ersetzen zu einem gewissen Grad das Festgehalt.

Arbeitnehmer werden also gewissermaßen zu Unternehmern?

Ja, auch wenn sie formell Angestellte bleiben. Das bringt mehr Freiheit, aber auch mehr Verantwortung.

Werden die Menschen damit zurechtkommen?

Viele werden sich schwer tun, weil sie nicht gelernt haben. Nein zu sagen – weder zu sich selbst noch zu anderen. Sie aktern bis zum Gehirnschmerz. Burn-out ist die Folge, und in Zukunft wird dieses Problem weiter zunehmen.

Dabei wird angesichts der demografischen Krise doch jede Arbeitskraft gebraucht.

Die Erwerbsbevölkerung schrumpft schon seit dem Jahr 2000. Und das wird jetzt noch mindestens vierzig Jahre so weitergehen: Bis 2050 verlieren wir jährlich bis zu einer halben Million Menschen auf dem Arbeitsmarkt. Bislang war das noch einigermaßen verkraftbar, weil die Unternehmen auf viele Arbeitslose zurückgreifen konnten. Das ändert sich allmählich, insbesondere die Fachkräfte werden rar. Richtig eng wird es zwischen 2020 und 2035, wenn ein großer Teil der Babyboomer in Rente geht.

Ein Ende der Arbeit, wie es der amerikanische Bestsellerautor Jeremy Rifkin vor Jahren prognostizierte, ist also nicht zu befürchten?

Davon kann überhaupt keine Rede sein. Rifkin hat übersehen, dass der gleiche technische Fortschritt, der Arbeitsplätze zerstört, zugleich Raum für neue Bedürfnisse und damit neue Märkte schafft. Dieser Prozess begleitet die Menschheit seit Anbeginn. Technischer Fortschritt ist der unaufhaltsame Versuch, dem Fluch der Arbeit zu entgehen. Statt weniger Arbeit bekommen wir einfach immer nur andere Arbeit. Die Herausforderung besteht darin, Arbeitnehmer dazu zu befähigen, mit diesem Wandel Schritt zu halten.

Eine Stunde mehr am Tag



Geboren 1957 in Niedermendig/Eifel. Nach dem Studium der Volkswirtschaftslehre forschte Hilmar Schneider an der Universität Frankfurt am Main. 1994 wechselte er an das Institut für Wirtschaftsforschung Halle und 2001 an das Institut für die Zukunft der Arbeit in Bonn.

was aus Arbeitnehmersicht zunächst einmal erfreulich klingt, kann sich schon sehr bald in einem Alptraum verwandeln. Sollte der Lohnanstieg nämlich dazu führen, dass hierzulande massiv Arbeitsplätze abgebaut werden, dann steigen die Arbeitskosten und unsere Produkte werden zu teuer auf dem Weltmarkt. Wenn es ganz schlimm kommt, kollabiert die Alterssicherung.

Wie lässt sich das verhindern?

Es läuft darauf hinaus, dass wir mehr arbeiten müssen. Vermutlich ist eine Erhöhung der Wochenarbeitszeit erforderlich. Im statischen Durchschnitt liegt sie derzeit bei knapp 30 Stunden, in Zukunft werden es wohl 35 Stunden sein müssen. Das geht, wenn alle eine Stunde mehr am Tag arbeiten. Selbstverständlich bei vollem Lohnausgleich. Andere Länder haben auch schon umgestellt: In den USA und in Japan liegt die durchschnittliche Wochenarbeitszeit heute bereits bei 37 Stunden.

Und wenn mehr Frauen erwerbstätig werden?

Das wäre großartig. Derzeit stellen Frauen allerdings oft fest, dass Mehrarbeit sich nicht lohnt, weil das zusätzliche Gehalt für die Kosten der Kinderbetreuung drauf geht.

Wie viele der Frauen nur Teilzeit arbeiten. Wird sich das bis 2030 ändern?

Viele Frauen würden gerne mehr arbeiten, sie werden aber durch ein im Steuer- und Transfer-system festgeschriebenes antiquiertes Rollenmodell daran gehindert. Insbesondere für verheiratete Frauen lohnt sich Erwerbsarbeit oft nur bis zur 400-Euro-Grenze. Ehegattensplitting, beitragsfreie Mitversicherung. In der gesetzlichen Krankversicherung, Minijobs und womöglich auch noch das Betreuungsgeld sind Instrumente, mit denen Frauen auf subtile Weise an der Entfaltung ihrer Möglichkeiten gehindert werden. Diese Anachronismen gehören abgeschafft.

Was halten Sie von einer Abschaffung der Regelaltersgrenze?

Grundsätzlich ist das eine gute Idee. Allerdings muss man bedenken, dass das in Deutschland einen Konflikt mit dem Kündigungsschutz heraufbeschwört. Bislang ist es nämlich so, dass die Regelaltersgrenze den Unternehmen eine Art Sonderkündigungsrecht eröffnet. Würde die Re-

gelaltersgrenze entfallen, könnten Arbeitnehmer mit guten Aussichten auf Erfolg gegen eine altersbedingte Entlassung klagen. Das hätte zur Folge, dass sich jeder den Renteneintritt mit einer Abfindung vergolden lassen könnte. Altersbedingte Entlassungen stellen einen Diskriminierungstatbestand dar, gegen den schon heute immer häufiger erfolgreich geklagt wird. Die Frage, wie die vielen Konflikte gelöst werden kann, wird sicher noch viele Juristen beschäftigen.

Wie sieht es mit der Leistungsfähigkeit älterer Arbeitnehmer aus?

Die Forschung hat sehr eindrucksvoll nachgewiesen, dass vergleichsweise geringe Investitionen in altersgerechte Arbeitsbedingungen genügen und ältere Arbeitnehmer sind genauso produktiv wie jüngere. Dass sich hierzulande in der Vergangenheit viele Arbeitnehmer schon mit Mitte fünfzig aus dem Arbeitsleben verabschiedet haben, hatte mehr mit den attraktiven Frührentierungsoptionen als mit ihrer Leistungsfähigkeit zu tun. Seit diese Möglichkeiten faktisch im Zuge der Arbeitsmarktreformen abgeschafft wurden, ist die Erwerbstätigenquote der Älteren enorm angestiegen.

Schaffen deutsche Unternehmen altersgerechte Arbeitsbedingungen?

Das beginnt jetzt, ausreichend würde ich es noch nicht nennen. Einige Autobauer haben zum Beispiel ihre Produktionslinien so umgestaltet, dass die für Ältere besonders anstrengende Überkopfarbeit entfällt. Im Wesentlichen beschränken sich die Unternehmen darauf, sich gegenseitig die Fachkräfte abzugeben. Die Intensivierung des Wettbewerbs ist zwar notwendig, aber es erhöht nicht die Zahl der Fachkräfte.

Wie lässt sich der Mangel beheben?

Indem wir die Reserven erschließen.

Frauen, Alte und Migranten mobilisieren?

Ja. Und dabei ist eine bessere Infrastruktur zur Kinderbetreuung ganz wesentlich. Bislang scheitern insbesondere Jugendliche mit Migrationshintergrund an ihren Bildungswegen häufig an Sprachbarrieren, weil sich in frühen Entwicklungsphasen niemand um sie kümmert.

Welche Berufe werden im Jahr 2030 gefragt sein?

Von Berufen werden wir in Zukunft immer weniger sprechen. An deren Stelle treten Qualifikationsprofile. Man muss sich nur mal in der sogenannten Kreativbranche anschauen, um zu ahnen, worauf es in Zukunft ankommt.

Worauf denn?

Es gibt Leute, die Firmen darin beraten, wie sie ihr Image im Internet beeinflussen können. Um das zu schaffen, braucht man eine Mischung aus Programmierkenntnis, Medienenerfahrung, Designverständnis und was weiß ich noch alles. Bis vor Kurzem bestand für diese Tätigkeit noch kein Bedarf. Deshalb gibt es das auch wieder als Ausbildungsberuf, noch kann man es studieren.

Was raten Sie Jugendlichen, die vor der Berufswahl stehen?

Ihre Stärken zu ergründen und das persönliche Qualifikationsprofil konsequent darauf auszurichten. Einen Beruf zu erlernen, nur weil man sich davon ohne Rücksicht auf eigene Neigungen und Fähigkeiten gute Beschäftigungsaussichten verspricht, ist vergebende Zeit.

Interview: Lilo Berg

SERIE

Wissenschaftler in aller Welt arbeiten heute bereits daran, die Probleme von morgen zu lösen. Für unserer Serie haben wir sie in Universitäten, Schulen und Labors der Industrie besucht.

Teil 1: Ernährung
Essen nach den Genen? Steaks aus dem Labor?

Teil 2: Bildung
Mathe aus dem Internet? Online-Uni statt Alma mater?

Teil 3: Wohnen
Vollvernetzt im Smarthome? Nachhaltig in der Megacity?

Teil 4: Gesundheit
Maßgeschneiderte Arzneimittel? Heilung aus der Stammzelle?

Teil 5: Kommunikation
Smartphone, Skype und dann? Wann lesen wir Gedanken?

Teil 6: Arbeit
Worauf stellen Firmen sich ein? Hochproduktiv mit 75?

Teil 7: Energie
Szenario: Wie lebt es sich in der Energiezukunft?

Teil 8: Mobilität
Welche Autos gibt es? Wie werden wir fliegen?

BERLINER ZEITUNG.DE
Weitere Informationen, Diskussionen und Hintergründe zur Serie unter:
berliner-zeitung.de/zukunft



Kohlekraftwerk in Hessen. Rauchende Schloten stehen für den Aufbruch ins Industriezeitalter.

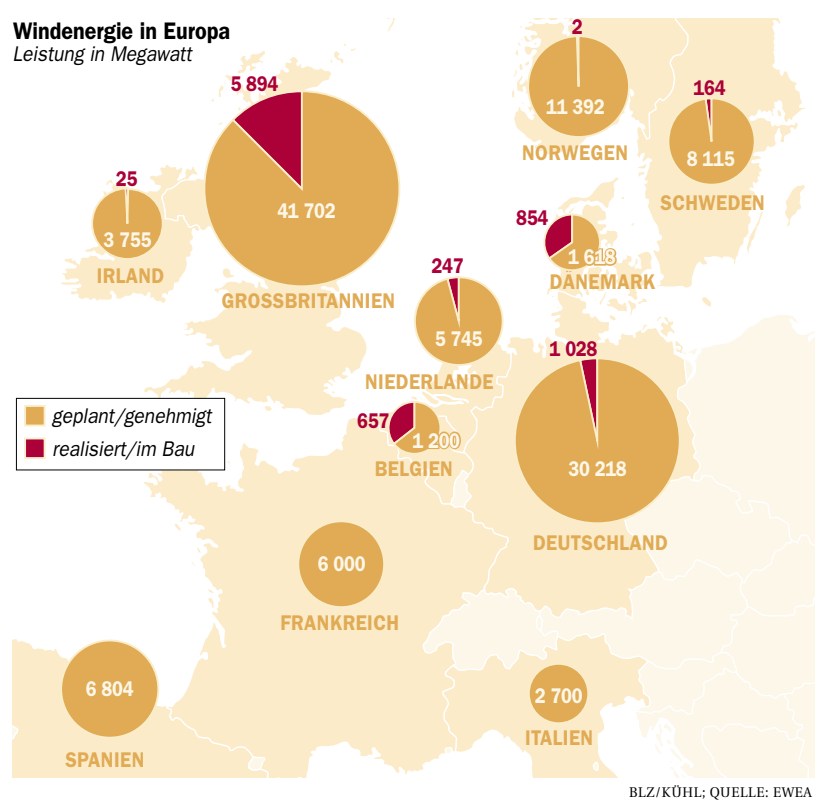
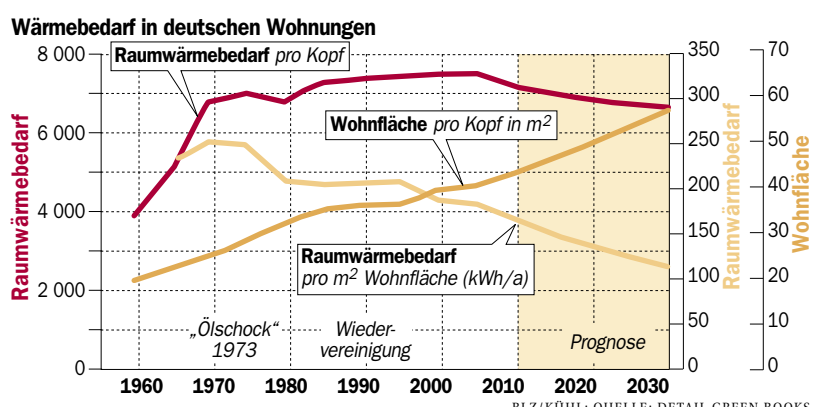
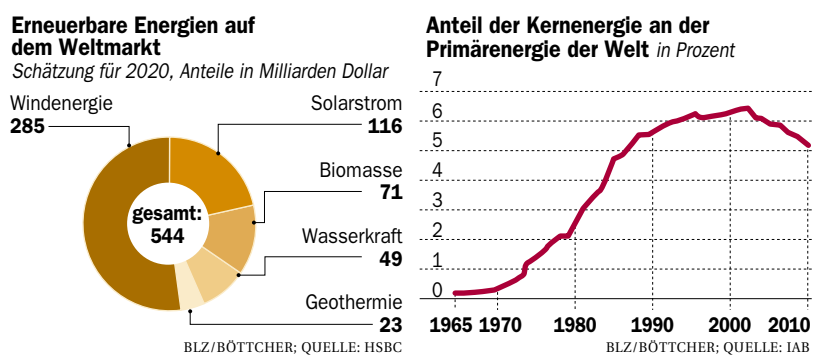
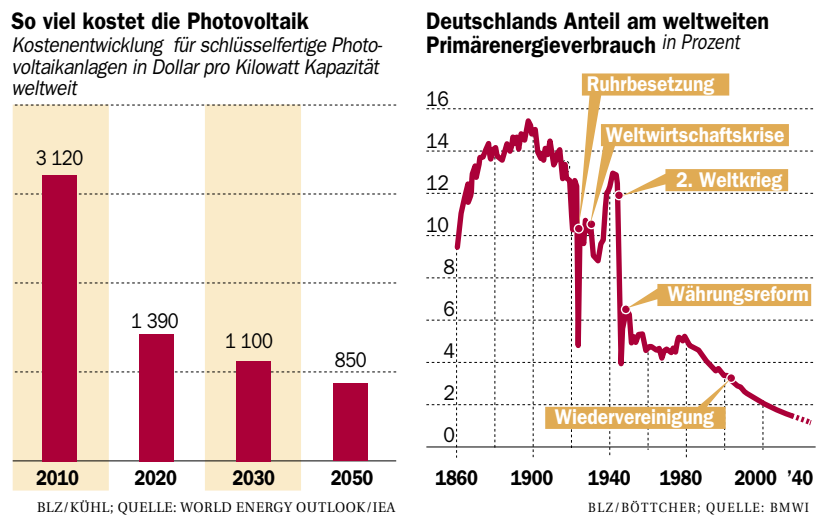
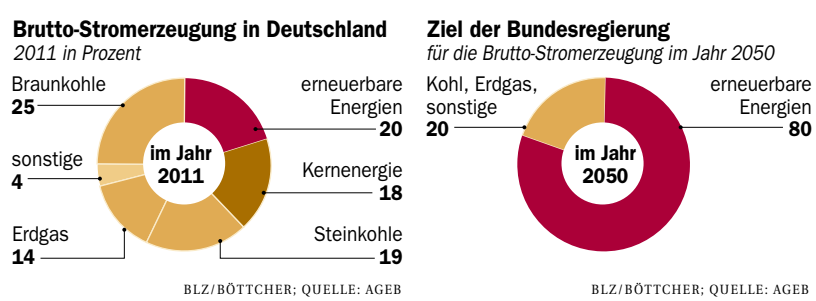
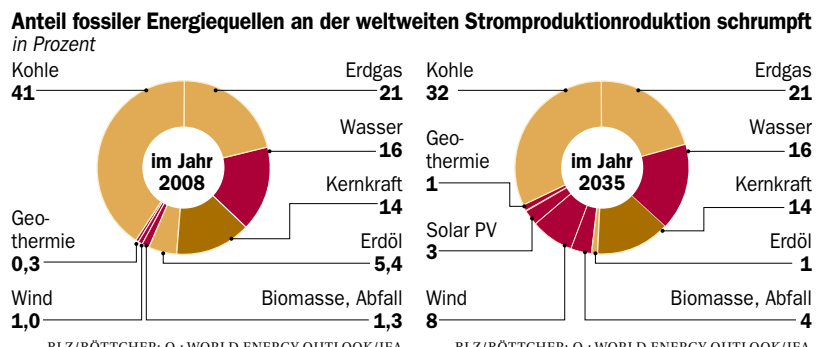
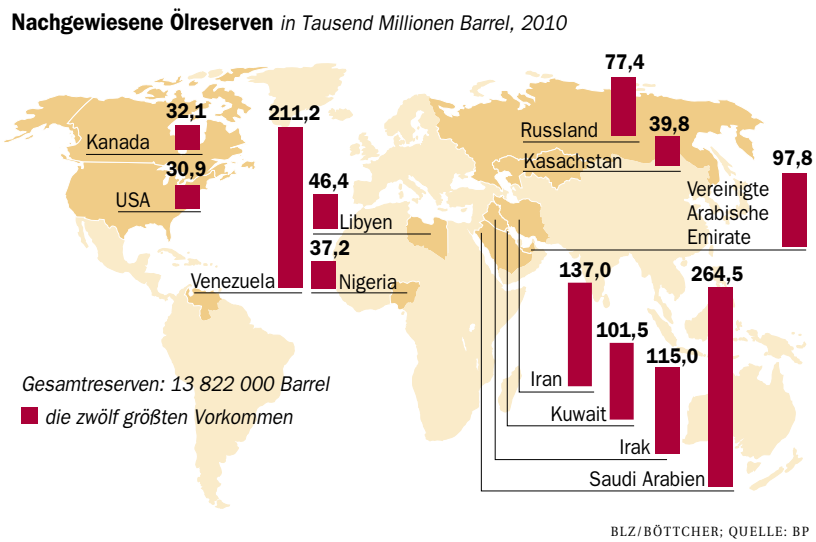


Eine der letzten Gaslaternen in Berlin – die erste Stadt mit öffentlicher Gasbeleuchtung war 1814 London.

RÜCKBLICK

Vom Wasser zum Strom

Die Columbia University in New York ist eine der besten Hochschulen der Welt. In den traditionsreichen Gebäuden arbeiten Tausende Wissenschaftler im Dienst der Zukunft. So bald es in einem Büro zu warm wird, ist es mit dem Fortschritt jedoch vorbei: Die Heizkörper sind ural, Thermostate fehlen, und so werden die Fenster geöffnet, während die Zentralheizung auf Hochtouren boht. Vor rund hundert Jahren, als die Universität gebaut wurde, machte sich kaum jemand Sorgen um die Energieversorgung. Das Erdöl floss in Strömen, nachdem John Rockefeller's Standard Oil Company im Jahr 1870 das Geschäft in Schwung gebracht hatte. Auch die Kohlevorräte schienen unerschöpflich zu sein. Mit Steinkohle waren um das Jahr 1800 die ersten Dampfmaschinen betrieben worden, ihre Energie befeuerte die industrielle Revolution. Auf's Ganze gesehen ist die Geschichte der Energie allerdings keine des Überflusses, sondern eine des Mangels. Um Wärme zu erzeugen, war der Mensch jahrtausendlang auf Brennholz angewiesen. Und wer in der Vergangenheit etwas bewegen wollte, musste dafür menschliche oder tierische Muskelkraft einsetzen. Für zusätzlichen Schub sorgten in Europa seit dem Mittelalter Wasserräder und Windmühlen. Erst mit Hilfe fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas gelang es, große Mengen von Energie zu transportieren und an anderer Stelle zu nutzen. Etwa in Fabriken oder Eisenbahnen. Bis in den letzten Winkel vordringen konnte die Energie dann mit der Erfindung der Elektrizität. Nach dem Zweiten Weltkrieg setzte man große Hoffnungen in die friedliche Nutzung der Kernenergie. Aber die Akzeptanz schwand, als die Gefahren der Technologie deutlich wurden. Welche Umweltschäden fossile Brennstoffe anrichten und wie begrenzt ihre Vorkommen sind, führte 1972 das Buch „Die Grenzen des Wachstums“ vor Augen. Damals kostete ein Barrel Öl zwei Dollar, heute sind es gut achtzig Dollar – Tendenz steigend. Thermostate bleiben eine lohnende Investition. (lb.)



ZUKUNFT 2030: Energie

Dieses Gezeitenkraftwerk soll künftig Elektroenergie mit der Kraft des ein- oder ablaufenden Wassers erzeugen.



Konzeptstudie für ein kombiniertes Wind- und Gezeitenkraftwerk, bei dem auf schwimmenden Inseln Windräder und Turbinen miteinander verknüpft sind.



Vision eines Ringwallkraftwerks mit Solarenergieanlagen, Windrädern und Pumpspeicherbecken.



Stromgewinnung in der Meeresströmung.

Flatrate für die Steckdose

Ob Privathaushalt oder Großbetrieb, künftig wird jeder sein eigener Energiemanager sein – ein Szenario

VON JAKOB SCHLANDT

Die Tagesschau am 26. Juni 2030 beginnt mit einer guten Nachricht. 15 Jahre nach dem Energieschok ziehen der Bundeskanzler und seine Energieministerin Bilanz über den dritten nationalen Fünfjahresplan zur Energiesicherheit. Deutschland, erklärt der Kanzler vor dem Parlament, habe die Energiewende geschafft. Der katastrophale Stromausfall vom Jahr 2015 hat sich nicht wiederholt. Der 76-jährige Jürgen Trittin, seit kurzem Alterspräsident des Bundestages, lehnt sich mit verschränkten Armen im Sessel zurück und blickt zufrieden über Rand seiner Brille. Der Blackout von 2015 allerdings war ein gewaltiger Schock für die Bürger und vor allem die Wirtschaft. Bis dahin war die nach Fukushima eingeleitete Energiewende weitgehend ungesteuert verlaufen. Immer mehr Grünstrom wurde produziert, vor allem von Solaranlagen, die sich bald auch für den Eigenverbrauch lohnten, und von Windrädern auf See und an Land.

Die Blackout-Kids

Doch bald machten sich Lücken im System bemerkbar. Alte Kraftwerke, die eigentlich dringend im Winter gebraucht wurden, rentierten sich nicht mehr und wurden abgeschaltet. Zudem hielt der Ausbau des Stromnetzes mit der Grünstromerzeugung nicht mit. Die im Jahr 2012 vorgestellten Pläne für neue Stromtrassen wurden nicht in die Tat umgesetzt, sondern von den betroffenen Gemeinden blockiert. Und für die Verbraucher gab es kaum Anreize, ihr Verhalten den extremen Strompreisen der Öko-Kraftwerke anzupassen.

Das Stromnetz war deshalb immer öfter überlastet. Bei klirrendem Frost im Januar 2015 fielen dann auch noch ein altes Kohlekraftwerk, zwei der neuen Atommeiler und eine Hochspannungsleitung aus. Es folgten unkontrollierte Zwangsschaltungen. Entsetzt stellten die Stromnetzbetreiber fest, dass sie das System nicht wieder hochfahren konnten. Erst nach drei Tagen ging das Licht wieder an. Die Schäden beliefen sich auf zweistellige Milliardenbeträge. Kurz wurde diskutiert, zur alten, schmutzigen Energiewelt zurückzukehren. Doch bald bildete sich ein parteiübergreifender Konsens: Die Energiewende muss gelingen, nur besser und effizienter.

Kinder, die im Herbst 2015 zur Welt kamen, werden 15 Jahre später in der Schule manchmal noch als Blackout-Kids bezeichnet. Ansonsten erinnert im Jahr 2030 so gut nichts mehr an die Energiepanik. Die grundsätzlichen Probleme der Energiewende sind längst Schritt für Schritt gelöst worden. Das heißt vor allem, dass die enormen Schwan-

Allein mit einem gesteuerten Verbrauch ist es jedoch nicht getan. Weil der Ökostrom-Anteil die Fünfzig-Prozent-Marke schon deutlich überschritten hat, müssen auch Energiespeicher eingesetzt werden. 2030 hat Deutschland sieben große Seen mehr als zwanzig Jahre zuvor. Sie wurden – gegen den Protest der örtlichen Bevölkerung – angelegt, um große Pumpspeicherkraftwerke zu speisen. Auch vergleichsweise weniger leistungsfähige Lithium-Batterien kommen im Stromnetz zum Einsatz, sie sind aber immer noch sehr teuer. Immerhin wird erwartet, dass spätestens bis zum Jahr 2050 neue große Speicher zur Verfügung stehen könnten. Dann würde auch das erklärte Ziel, eine Umstellung auf nahezu hundert Prozent Ökostrom, in Reichweite geraten. Zwei Ansätze werden hauptsächlich verfolgt und erhalten im Jahr 2030 Milliarden an Forschungs- und Investitionszuschüssen: Power to Gas, die Umwandlung von Strom in speicherbaren Wasserstoff. Zum anderen geht in der Nordsee das erste große Meereskügel-Kraftwerk in Betrieb. Wird Strom benötigt, lässt man durch Turbinen Wasser in die Hohlkugeln aus Beton einströmen. Die optimalen Bedingungen für diese Technologie findet man auf dem Meeresgrund in zirka 2 000 Metern Tiefe. Hier herrscht von Natur aus ein hoher Druck. Dieser lässt sich in Elektroenergie umwandeln, wenn man ihm einen niedrigen Druck gegenüberstellt. Genau das geschieht mit Hilfe der riesigen, hohlen Betonkugeln. Durch den Druckunterschied wird mit enormer Kraft Wasser ins Innere der Hohlkugel gedrückt. Bei Überschüssen im Stromnetz wird es wieder herausgepumpt.

Engmaschig vernetzt

Energiewendeland – glückliches Land? Für Umweltaktivisten und Kernkraftgegner der ersten Stunde, die 2030 längst in Rente leben, in jedem Fall. Sie haben Deutschland auf grünen Kurs gebracht und sich am Ende durchgesetzt. Ein paar Illusionen sind dabei freilich auf der Strecke geblieben. Dezentralität und Energieautarkie zum Beispiel haben sich als Irrwege entpuppt. Im Gegenteil: Deutschland, ja ganz Europa werden immer engmaschiger vernetzt. Strom wird mit seinen Gleichstromtrassen nahezu verlustfrei über den ganzen Kontinent verfrachtet. Vier Leitungen zu den großen norwegischen Pumpspeicherkraftwerken machen es möglich, die dortigen Kapazitäten zu nutzen. Auch das lange belächelte Wüstenstromprojekt Deserte liefert im Jahr 2030 endlich Energie aus Nordafrika nach Südeuropa, wenn auch der Großteil von den wirtschaftlich aufstrebenden nordafrikanischen Republiken verbraucht wird.

SERIE

Wissenschaftler in aller Welt arbeiten heute bereits daran, die Probleme von morgen zu lösen. Für unserer Serie haben wir sie in Universitäten, Schulen und Labors der Industrie besucht.

Teil 1: Ernährung
Essen nach den Genen? Steaks aus dem Labor?

Teil 2: Bildung
Mathe aus dem Internet? Online-Uni statt Alma mater?

Teil 3: Wohnen
Vollvernetzt im Smarthome? Nachhaltig in der Megaquity?

Teil 4: Gesundheit
Maßgeschneiderte Arzneimittel? Heilung aus der Stammzelle?

Teil 5: Kommunikation
Smartphone, Skype und dann? Wann lesen wir Gedanken?

Teil 6: Arbeit
Worauf stellen Firmen sich ein? Hochproduktiv mit 75?

Teil 7: Energie
Szenario: Wie lebt es sich in der Energiezukunft?

Teil 8: Mobilität
Welche Autos gibt es? Wie werden wir fliegen?

BERLINER-ZEITUNG.DE
Weitere Informationen, Diskussionen und Hintergründe zur Serie unter:
berliner-zeitung.de/zukunft

Die Alternativen von morgen

Von der Vision zur Wirklichkeit – die nächste Generation von Energieerzeugern wirkt heute mitunter noch wie Science Fiction

VON LILO BERG

Die Energiewende scheint die menschliche Kreativität ungemein anzuspornen. Allorten wird mit neuen Ideen experimentiert. Nicht selten handelt es sich dabei um Konzepte, die bereits vor Jahrzehnten entstanden, dann aber in der Schublade verschwanden. Manchmal fehlten die technischen Voraussetzungen oder die Entwicklung wäre unrentabel gewesen. Mit steigenden Preisen für Öl und Gas wird manche Vision von gestern nun wieder interessant. Die Welt greift gierig nach jeder guten Idee. Mal wartete sie schon lange auf eine Lösung, etwa beim Biomüll, mal kommt der neue Ansatz völlig überraschend wie beim Strom aus dem Beet. Und was auf den ersten Blick abwegig wirkt, ist vielleicht schon morgen der Renner. Die Experimentierfreude war nie größer als heute.

Solarstrom aus dem Weltall

Eine faszinierende Idee: In der Erdumlaufbahn auf Satelliten montierte, riesige Solarfarmen sammeln rund um die Uhr hochkonzentrierte Sonnenenergie und beamten sie zu Empfangsstationen auf der Erde. Das Science-Fiction-Konzept beschäftigt seit fast fünfzig Jahren die Fachwelt, wurde jedoch immer wieder verworfen. Abschreckend sind die Kosten und die technischen Schwierigkeiten. Teuer ist das Vorhaben vor allem wegen der vielen Raketenstarts, die zum Aufbau des Solarfeldes erforderlich wären. Unklar ist zudem, wie die Energie zur Erde gelangen soll; in der Diskussion sind Mikrowellen und Laser. Auch wenn die Technik noch unausgereift ist, will das kalifornische Unternehmen Solaren schon in wenigen Jahren 200 Megawatt Strom aus dem Weltall liefern. Das Schweizer Unternehmen Space Energy hat sich mit ähnlichen Plänen verlobt und befindet sich in der Auflösung. Die amerikanische Raumfahrtagentur Nasa, die das Projekt vom außerirdischen Kraftwerk schon in den Sechzigerjahren gehegt, später aber aus Kostengründen gestrichen hatte, will sich nun erneut damit beschäftigen. Erste Designstudien zeigen eine Blume aus Solarspiegeln und in absehbarer Zukunft sollen Prototypen in den Orbit geschossen werden. Auch die japanische Raumfahrtagentur Jaxa sowie das europäische Raumfahrtunternehmen EADS Astrium haben entsprechende Pläne bekanntgegeben. **Verwirklichungschance: mittel**
Energiepotenzial: hoch

Fliegende Kraftwerke

Mit seinen Lenkdrachen will der Niederländer Wubbo Ockels den Windrädern am Boden Konkurrenz machen. Kite Power nennt der Professor für Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität Delft das Prinzip der Energieerzeugung. Es entspricht dem des Jo-Jos – mit dem Unterschied, dass das Auf- und Abwinkeln des Zugsels, mit dem der Delfter Drachen gelenkt wird, einen Generator antreibt. Besonders sinnvoll sei der Einsatz in einer Höhe von 500 Metern, wo die Windströme konstanter sind als in tieferen Schichten. Die Drachen seien nicht nur billiger, unauffälliger und leiser, sie seien auch viel effektiver als konventionelle Windräder, sagt Ockels. Heutige Windräder sind maximal 200 Meter hoch. In Zukunft will der Niederländer die Drachen in Schwärmen fliegen lassen, um die Energieausbeute zu erhöhen. **Verwirklichungschance: mittel**
Energiepotenzial: mittel

TRENDS



Orbitales Kraftwerk



Energie des Drachens



Biodiesel aus Biomüll



Strom vom Dachgarten

Kraft der Meereswellen

Gezeitenkraftwerke gibt es schon, die Energie der Meereswellen jedoch ist weitgehend unerschlossen. Dabei könnte sie ein Zehntel des weltweiten Strombedarfs liefern, heißt es. Die Technologie steht noch am Anfang, erste Prototypen werden jedoch bereits getestet. Dabei treibt das Auf und Ab der Wellen Rotoren an, deren Bewegungsenergie in Strom umgewandelt wird. Zwei Konzepte konkurrieren miteinander: Anlagen, die komplett unter der Wasseroberfläche installiert sind, wie es das Konzept des deutschen Maschinenbauers Voith vorsieht, und die Unterwasserarmen des britischen Herstellers Marine Current Turbines. Sie sind an einem Mast angebracht, der aus dem Wasser ragt und lassen sich, etwa zu Reparaturzwecken, relativ leicht hochziehen. Großes Potenzial für die Nutzung der Wellenenergie haben Länder wie Großbritannien, Frankreich, Russland, Indien, China sowie die USA und Kanada. Ob die kommenden Prototypen den rauen Bedingungen im Ozean gewachsen sind, wird sich in den kommenden Jahren zeigen. In die Seerferntigung gehen Wellenenergiekraftwerke nach Expertenschätzungen wohl erst nach 2030. **Verwirklichungschance: hoch**
Energiepotenzial: hoch

Das elektrische Beet

Nachwachsende Energie kennt man: Die Pflanzen werden geerntet und in Treibstoffe umgewandelt. Neu ist die direkte Energiegewinnung aus der lebenden Pflanze. Ein europäisches Wissenschaftlerteam nutzt dabei den Umstand, dass Pflanzen einen Teil der organischen Moleküle, die sie per Photosynthese aufgebaut haben, über die Wurzeln an den Boden abgeben. Bakterien bauen die Moleküle ab. Dabei werden positiv und negativ geladene Teilchen frei, die sich mit Hilfe einer ausgeklügelten Apparatur zur Stromerzeugung nutzen lassen. Die Idee funktioniert im Prinzip, nur ist die Energieausbeute noch sehr gering. Ein niederländisches Unternehmen namens Plant-e will das Konzept nun vorantreiben. Als Standort für ein Pflanzenkraftwerk kommt im Prinzip jede Grünfläche in Frage. Bis zu 20 Prozent des Haushaltsstroms, so schätzen die Wissenschaftler, könnte in Zukunft von Dachgärten kommen. Urban Farming, das Gärtnern in der Stadt, würde sich also doppelt lohnen. **Realisierungschance: mittel**
Energiepotenzial: gering

Biodiesel aus Abfall

Energiepflanzen wie Raps nehmen auf den Äckern den Platz weg, der zum Anbau von Nahrungsmitteln gebraucht würde. Biotreibstoffe lassen sich aber auch anders herstellen, wie Forscher am Mülheimer Max-Planck-Institut für Kohlenforschung demonstrieren. Sie nutzen den Biomüll, der weltweit in großer Menge weggeworfen oder verbrannt wird: Holzreste, Stroh und andere Abfallprodukte aus der Landwirtschaft. Mithilfe spezieller Katalysatoren gelingt es ihnen, Cellulose und Lignin, die Hauptbestandteile von Biomasse, in kleine Moleküle zu zerlegen. Daraus lassen sich Ausgangsstoffe für die chemische Industrie sowie flüssiger Kraftstoff herstellen. Solche Holz-zu-Bio hat einen höheren Wirkungsgrad als heutiger Biodiesel. Das Verfahren könnte, wenn das Erdöl richtig knapp wird, zu einer Schlüsseltechnologie werden. **Realisierungschance: hoch**
Energiepotenzial: hoch

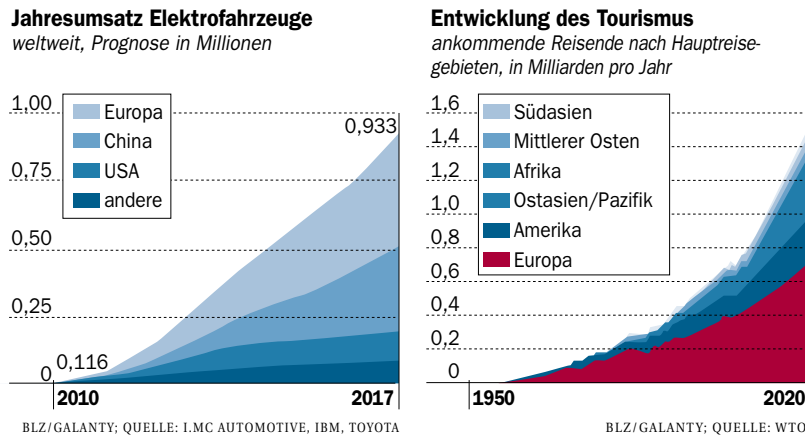
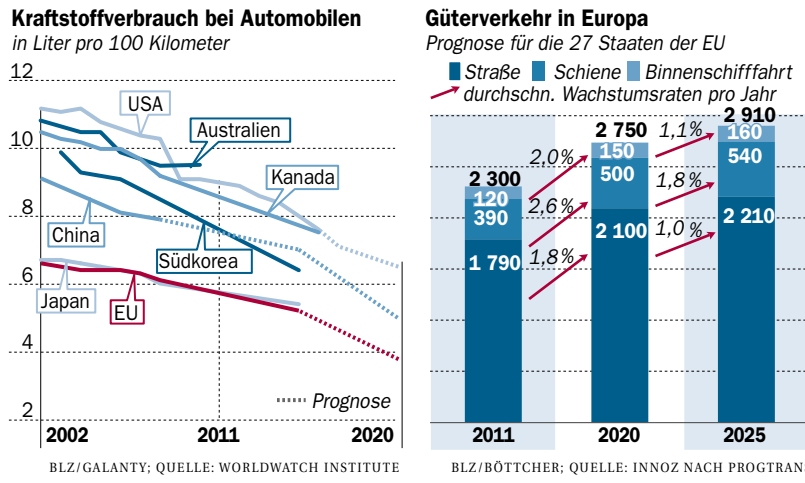
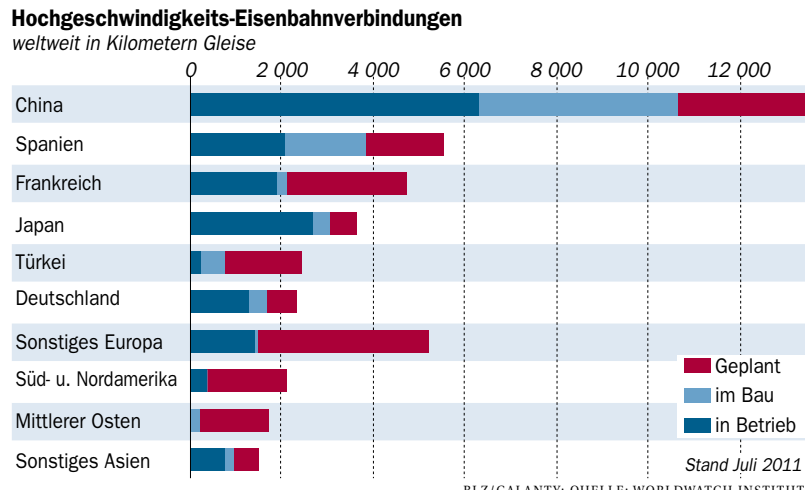
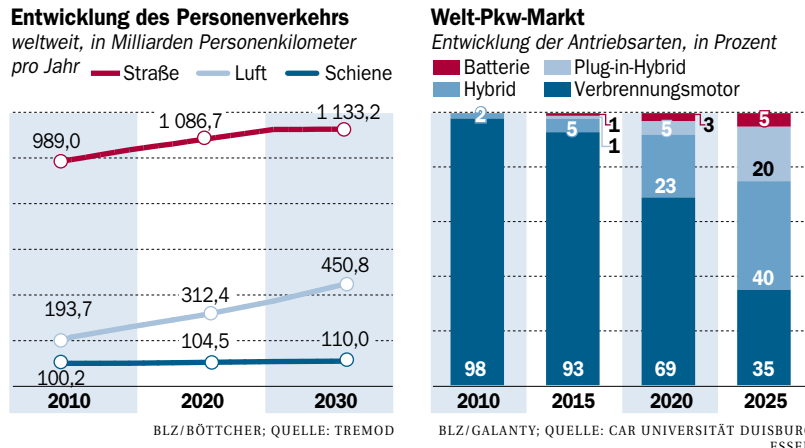
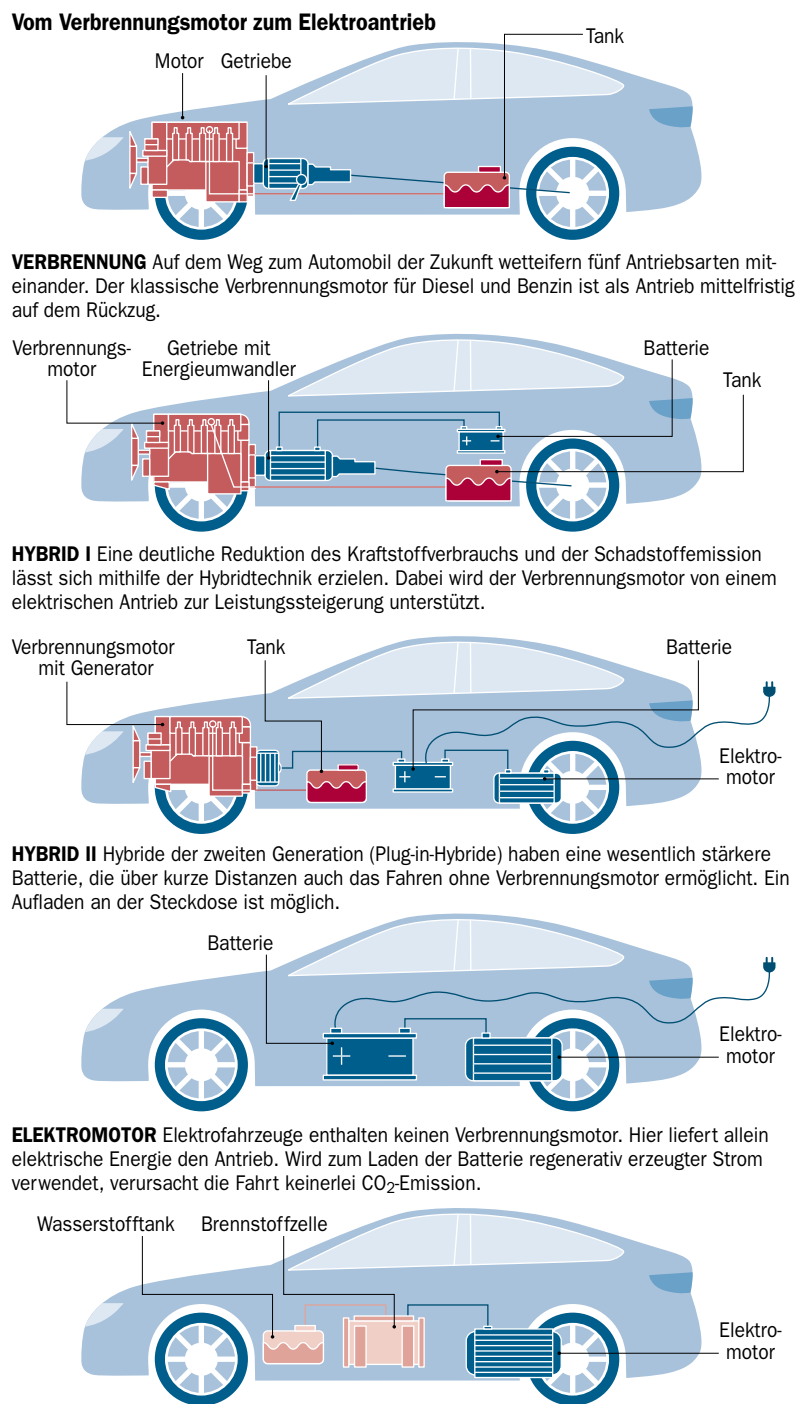
Wissenschaft



Die Junkers F13 aus dem Jahr 1919 war das erste moderne Verkehrsflugzeug. Es bot Platz für vier Passagiere.



Der „Fliegende Hamburger“ von 1933 benötigte für die Strecke nach Berlin 2 Stunden und 18 Minuten.



Studie der Firma Boeing für einen sogenannten Nurflyger, bei dem die Passagiere in einer fensterlosen Kabine sitzen.

Freihändig im Straßenverkehr

Intelligente Autos kommunizieren künftig miteinander und mit der Stadt – zum Vorteil der Menschen

VON LILLO BERG

Dieses Auto zieht die Blicke der Passanten auf sich. Denn mit seinem Laserscanner auf dem Dach ähnelt es einem Google-Fahrzeug, das die Umgebung ablichtet. Doch der mit modernster Technik gespickte, silberne VW Passat im Wert von mehreren Hunderttausend Euro ist in anderer Mission unterwegs. An diesem Freitagvormittag geht es darum, die Strecke vom Berliner Stadtteil Dahlem bis zur Siegestraße im westlichen Zentrum zu bewältigen. Und zwar so, dass der Fahrer die Hände in den Schoß legen kann.

Das Auto ist ein Roboter und heißt MadeInGermany, kurz Mig. Entwickelt wird es seit zweieinhalb Jahren von einem Team um den Informatikprofessor Rüdiger Knebel an der Freien Universität Berlin. Auf den Autobahnen, sagt Rojas, würden völlig eigenständig fahrende Fahrzeuge spätestens in zehn Jahren zum üblichen Bild gehören. Und in die Städte kämen sie wenig später, vielleicht noch vor dem Jahr 2030.

Bis dahin wird der Leiter des Projekts, Tinoch Ganjineh, noch viele Testfahrten absolvieren. Der Informatiker promoviert bei Rojas über den Aufbau von autonomen Fahrzeugen. Er hat das Fahrzeug in das Navigationssystem eingegeben und auf dem Fahrersitz Platz genommen. Der 32-jährige verkörpert sozusagen die letzte Sicherheitsinstanz, die der TIV in einer detaillierten Ausnahme Genehmigung verlangt, und kann im Fall der Fälle schnell die Kontrolle über das Auto übernehmen – wie in einem normalen Personenvanwagen per Lenkrad, Bremse und Gaspedal. Ganjinehs Befahrer und Kollege balanciert einen Laptop auf seinen Knien. Im Fond sitzen zwei Mitreisende.

Der fahrende Roboter

Eines der schwierigsten Manöver ist das Einfädeln in einen Kreisverkehr. Zum Beispiel am Ernst-Reuter-Platz, an dem die fünf Straßen einmünden. Der Bildschirm zeigt, dass alle Sensoren funktionieren, also die ringsum montierten Laserscanner, Radare, Kameras und andere Messgeräte, mit denen das Auto seine Umgebung dreidimensional erfasst. Auch das hochgenaue Navigationssystem, das die Position des Autos mit einer Genauigkeit von einigen Zentimetern bestimmt, verrichtet seinen Dienst tadellos.

Tinoch Ganjineh nimmt die Hände vom Steuer und übergibt per Knopfdruck die Kontrolle ans Fahrzeug. Aus dem Bordcomputer erklingt eine weibliche Stimme und sagt: „System engaged“. Der fahrende Roboter erkennt die grüne Ampel, fährt in die Rotunde, hält sich dabei in der mittleren Spur, reduziert das Tempo für ein Fahrzeug,

Computer das Geschehen auf der Straße weitgehend unter sich ausmachen. Bei der Annäherung an eine Kreuzung könnte ein Auto einem entgegenkommenden Fahrzeug funken: „Wenn ich auf 54 Kilometer pro Stunde beschleunige und du auf 46 Kilometer pro Stunde runterbremsst, bräuchste keiner von uns anzuhalten.“ So könnte künftig ein Großteil der Ampel wegfallen und der Verkehr besser fließen.

Die Welt der Mobilität verändert sich derzeit grundlegend, autonom agierende Fahrzeuge spielen dabei eine Schlüsselrolle. Schon heute kann man viele Kraftfahrzeuge als Computer auf Rädern bezeichnen: Mit Spurhalte-, Brems- und Einparkassistent, Tempomat, Antiblockiersystem und elektronischer Stabsicherung kommt man schnell auf knapp hundert Rechner. Die Smart Cars von morgen werden zusätzlich noch kommunizieren können: mit den Fahrgästen, aber auch untereinander und mit der Umgebung.

Monitor statt Armaturenbrett

Das Auto der Zukunft hat frühmorgens vielleicht schon Kontakt mit dem Terminkalender des Fahrers aufgenommen und per Internet die beste Route zum Ziel ausgewählt. Sobald der Fahrer sich nähert, erkennt ihn das Fahrzeug und stellt den Sitz auf seine bevorzugte Position ein. Im Radio läuft der Lieblingssender. Informationen über Sehenswürdigkeiten, die an der Strecke liegen, erscheinen auf einem großen Bildschirm, der den Platz des früheren Armaturenbretts ausfüllt. Gerät ein Fahrzeug ins Schleudern, etwa auf Glatteis, erkennen das Sensoren und der Computer sorgt dafür, dass die Information per Funk verbreitet wird, um nachfolgenden Autos eine schnelle Reaktion zu ermöglichen.

Aber ist das Auto der Zukunft noch ein eigenes Auto? Oder ist es ein Fahrzeug aus dem Carsharing, das man immer bequemer für ein paar Stunden oder Tage ausleihen kann? Junge Menschen sind heute längst nicht mehr so autobesessener wie früher, das zeigen auch die Zulassungszahlen: Im Jahr 2010 besaßen rund 34 Prozent der 18- bis 29-jährigen Männer einen Wagen, 2000 waren es noch 52 Prozent. Klimawandel, teure Treibstoffe und verstopfte Straßen haben zu diesem Imageverlust beigetragen.

Hinzu kommt eine nie gekannte Vielfalt bei den Antriebskonzepten: Benzin, Diesel, Erdgas, mehrere Hybridvarianten, Batterie und Brennstoffzelle. In den nächsten zehn Jahren, so prognostiziert das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, wird der weiten verbreiteter, Treibstoff sparen Staus vermeiden.

Tinoch Ganjineh freut sich schon auf den Tag, an dem alle Fahrzeuge entsprechend ausgerüstet sind. Dann, so sagt er, werden die



Bei diesem Konzept des europäischen Herstellers Airbus sitzen die Fluggäste in einem Panoramasaal, dessen transparentes Dach einen Blick auf den nächtlichen Sternenhimmel erlaubt.



Künftige ICE könnten wie dieser Zug aussehen, der von Aerodynamikern in Göttingen design wurde.



Kompaktwagen: das chinesische E-Mobil Xiao.

Kampf ums Gewicht

Die Flugzeuge der nächsten Generation sollen leichter, leiser und effizienter sein. Mirko Horning arbeitet daran

SERIE

Wissenschaftler in aller Welt arbeiten heute bereits daran, die Probleme von morgen zu lösen. Für unserer Serie haben wir sie in Universitäten, Schulen und Labors der Industrie besucht.

Teil 1: Ernährung

Essen nach den Genen? Steaks aus dem Labor?

Teil 2: Bildung

Mathe aus dem Internet? Online-Uni statt Alma mater?

Teil 3: Wohnen

Vollvernetzt im Smarthome? Nachhaltig in der Megacity?

Teil 4: Gesundheit

Maßgeschneiderte Arzneimittel? Heilung aus der Stammzelle?

Teil 5: Kommunikation

Smartphone, Skype und dann? Wann lesen wir Gedanken?

Teil 6: Arbeit

Worauf stellen Firmen sich ein? Hochproduktiv mit 75°?

Teil 7: Energie

Szenario: Wie lebt es sich in der Energiezukunft?

Teil 8: Mobilität

Welche Autos gibt es? Wie werden wir fliegen?

BERLINER ZEITUNG.DE
Weitere Informationen, Diskussionen und Hintergründe zur Serie unter:
berliner-zeitung.de/zukunft

Im Foyer ein paar Flugzeugmodelle, ansonsten sieht es im Bauhaus Luftfahrt aus wie in einem normalen Bürogebäude. Die Forschungsstätte im Münchener Norden bringt 35 Wissenschaftler aus verschiedenen Disziplinen zusammen. Von ihren Ideen zum Flugverkehr der Zukunft verspricht sich die Industrie neue Impulse. Gefördert wird die Einrichtung von vier großen Unternehmen der europäischen Luftfahrtbranche und dem Freistaat Bayern. Seit gut zwei Jahren leitet Mirko Horning das Forscherteam. Derzeit arbeitet der 40-jährige Ingenieurwissenschaftler am Konzept eines elektrisch angetriebenen Verkehrsflugzeugs. Ein Modell wird im September auf der Internationalen Luft- und Raumfahrtstellung in Berlin zu sehen sein.

Herr Professor Horning, wissen Sie schon, wie die Flugzeuge des Jahres 2030 aussehen werden?

Das Bild wird sich nicht sehr vom heutigen unterscheiden. Die meisten Flugzeuge, die jetzt in Betrieb sind, werden auch dann noch fliegen. Manche Modelle haben dann aber bereits sparsamere Triebwerke, etwa die neue Generation von Kurz- und Mittelstreckenflugzeugen wie der Airbus A320 und die Boeing 737.

Wann ist mit wirklichen Änderungen zu rechnen?

Erst nach 2030. Das erklärt sich aus den langen Zyklen der Luftfahrtindustrie: Es dauert fünfzehn Jahre, um ein Flugzeug zu entwickeln und dann ist es rund dreißig Jahre in Betrieb. Die Konzepte, die wir derzeit entwickeln, werden frühestens in zwanzig Jahren realisiert. Im Einsatz wären die Flugzeuge dann ungefähr ab 2040.

Wie unterscheiden die Maschinen von übermorgen sich von den heutigen?

Nehmen wir zum Beispiel den Claire Limer, der aus dem Bauhaus Luftfahrt stammt. Die Besonderheit dieses Luftfahrzeugs sind die beiden tief in Flugzeugheck integrierten Turbinentriebwerke. Dadurch werden Treibstoffverbrauch und Lärmpegel gesenkt. Im hinteren Teil des Rumpfs entsteht Platz für eine doppelstöckige Economy-Kabine, im vorderen, spitz zulaufenden Teil ist die besonders geräumige Businessklasse untergebracht. Radikale Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes entstehen durch das sogenannte Morphing, mit dem wir derzeit experimentieren. Dabei verändern Tragflügel, Leitwerke und Rumpf ihre Geometrie, um sich den Flugbedingungen optimal anzupassen. Beim Blick aus dem Kabinenfenster könnte der Passagier dann zum Beispiel beobachten, wie sich auf einmal die Flügelspitzen verformen.

Arbeiten Sie auch an Überschallflugzeugen?

Nein. Es geht bei uns wie in der ganzen Luftfahrt derzeit vorrangig darum, Flugzeuge leiser und sparsamer zu machen. Überschallflugzeuge stehen nicht im Fokus. Dennoch gibt es hier und da Gedankenspiele um neue Überschalljets, etwa für Geschäftsreisende.

Wie werden sich die Flugzeuge in naher Zukunft verändern?

Bis 2030 werden einige neue Flugzeugmodelle auf den Markt kommen, die weitere Verbesserungen aufweisen, etwa der Airbus A 350 mit einem hohen Anteil an leichten Verbundwerkstoffen. Auch bei der kürzlich in den Liniendienst übernommenen Boeing 787 werden Rumpf und Flügel fast komplett aus Verbundwerkstoffen gefertigt. Dadurch sinkt das Gewicht und mit ihm der Treibstoffverbrauch. Zudem sollte es gelingen, die Triebwerke effizienter und leiser zu machen.

INTERVIEW



Mirko Horning (40) ist Professor für Luftfahrtsysteme an der Technischen Universität München und zugleich Vorstand für Wissenschaft und Technik am Bauhaus Luftfahrt. Zuvor war er mehrere Jahre beim Luft- und Raumfahrtkonzern EADS für Militärflugzeuge zuständig. Horning hat Luft- und Raumfahrttechnik in München studiert; er promovierte mit einem Entwurf für ein neues Raumtransportsystem.

Wie viel leiser?

Die nächste Generation von Flugzeugen wird voraussichtlich bis zu 15 Dezibel leiser sein. Das ist schon eine Menge; es entspricht etwa dem Unterschied zwischen normaler Sprache und einem Staubsauger, beides aus einem Meter Entfernung wahrgenommen. Der Lärm hängt auch mit der Routenführung in der Luft zusammen. Hier sind ebenfalls Verbesserungen zu erwarten.

Wird irgendwann das Flüsterflugzeug kommen?

Das ist physikalisch kaum möglich. Lärm entwickelt sich dort, wo Luft beschleunigt wird und nur durch Luftbeschleunigung entsteht der Schub, den ein Flugzeug braucht, um voranzukommen. Absolut leise wird das auch in Zukunft nicht gehen.

Für Economy-Passagiere ist das Fliegen oft unbequem. Wird das Reisen künftig komfortabler?

Auch daran arbeiten wir. Eine Idee ist, ungezogene Sitze zu komprimieren, so dass mehr Platz für die tatsächlich anwesenden Passagiere entsteht. Auch der Gang zwischen den Sitzreihen könnte dadurch breiter werden. Das hilft, Staus zu vermeiden. – Mitreisende, die beim Ein- oder Aussteigen mit ihrem Gepäck hantieren, können dann überholt werden.

Wie wird sich die Nachfrage im Luftverkehr in den nächsten Jahren entwickeln?

Die Schätzungen gehen von einer weltweiten Zunahme um vier bis fünf Prozent pro Jahr aus. Auch bei der kürzlich in den Liniendienst übernommenen Boeing 787 werden Rumpf und Flügel fast komplett aus Verbundwerkstoffen gefertigt. Dadurch sinkt das Gewicht und mit ihm der Treibstoffverbrauch. Zudem sollte es gelingen, die Triebwerke effizienter und leiser zu machen.

Welche Folgen hat das für das Klima?

Von 2020 an soll das Wachstum ohne weiteren Anstieg der Kohlendioxidemissionen erfolgen. Dazu hat sich die Luftfahrtindustrie verpflichtet. Und bis 2050 will sie den Ausstoß des Gases im Vergleich zu 2005 sogar halbieren.

Wie kann das gelingen?

Durch Verbesserungen an allen Ecken und Enden. Gewichtseinsparungen sind ein Ansatz, Verbesserungen der Aerodynamik ein anderer. Für den Übergang wird man Biokraftstoffe verwenden, zum Beispiel synthetisches Kerosin, das unter anderem aus Rapsöl oder der Jatropha-Nuss gewonnen werden kann. Es kann, das zeigen alle bisherigen Tests, wie konventionelles Kerosin eingesetzt werden. Allerdings ist auch der Schadstoffausstoß, was Stickoxid und Kohlenmonoxid angeht, in etwa der gleiche. Mittelfristig brauchen wir andere Lösungen.

Das Solarflugzeug Solar Impulse bricht derzeit einen Rekord nach dem anderen: Sind auch Passagiermaschinen nach diesem Vorbild denkbar?

Nein. Diese Flugzeuge sind sehr leicht und jedes Kilogramm mehr gefährdet ihren Erfolg. Mit Solarzellen allein ist kein Verkehrsflugzeug denkbar, selbst dann nicht, wenn die Kollektoren viel besser werden. Aber das heißt nicht, dass solare Energie keine Zukunft im Luftverkehr hat.

Welche Chancen sehen Sie?

Statt den Strom in der Luft zu erzeugen, ist es viel effektiver, ihn am Boden zu produzieren und in der Luft zu verwenden. Dafür brauchen wir allerdings hochleistungsfähige Speichermedien und Motoren. Aber die müssen erst noch entwickelt werden.

Ist Wasserstoff eine Alternative?

Diese Frage beschäftigt die Luftfahrtindustrie seit Jahren, und mit entsprechenden Flugzeugen wurde immer wieder experimentiert. Es gibt verschiedene Konzepte, auch bei uns laufen entsprechende Studien. Das Flugzeug müsste dafür aber anders konstruiert werden, etwa um die Drucktanks für den Wasserstoff unterzubringen. Ideal ist dieser Antrieb übrigens nicht: Denn bei der Nutzung von Wasserstoff entsteht zwar nur Wasserdampf, aber auch der belastet das Klima.

Welchem Treibstoff gehört die Zukunft?

Am besten wäre auch in der Luftfahrt die Elektromobilität. Denn mit Strom, der regenerativ erzeugt wurde, ist vollkommen emissionsfreies Fliegen möglich. Als Übergangslösung eignen sich Hybridantriebe – mit einem Elektromotor für die Reisegeschwindigkeit und einem Verbrennungsmotor für Start, Steigflüge und andere Flugphasen, in denen es auf hohe Leistung ankommt.

Schon bald sollen fliegende Autos auf den Markt kommen. Was halten Sie davon?

Im Prinzip können Flugautos eine Bereicherung für den Individualverkehr sein. Voll wird der Himmel ja erst oberhalb von zehn Kilometern, darunter ist Platz. Aber bis zur Praxisreife ist der Weg weit: Die Geräte müssen zum Beispiel effizienter und sicherer werden und noch fehlt ein geeignetes Flugmanagement. Doch sollten Flugfahrzeuge irgendwann der Lage sein, eigenständig ihre Position abzusprechen und sich weitgehend autonom zu steuern, sehe ich durchaus Chancen.

Interview: Lillo Berg