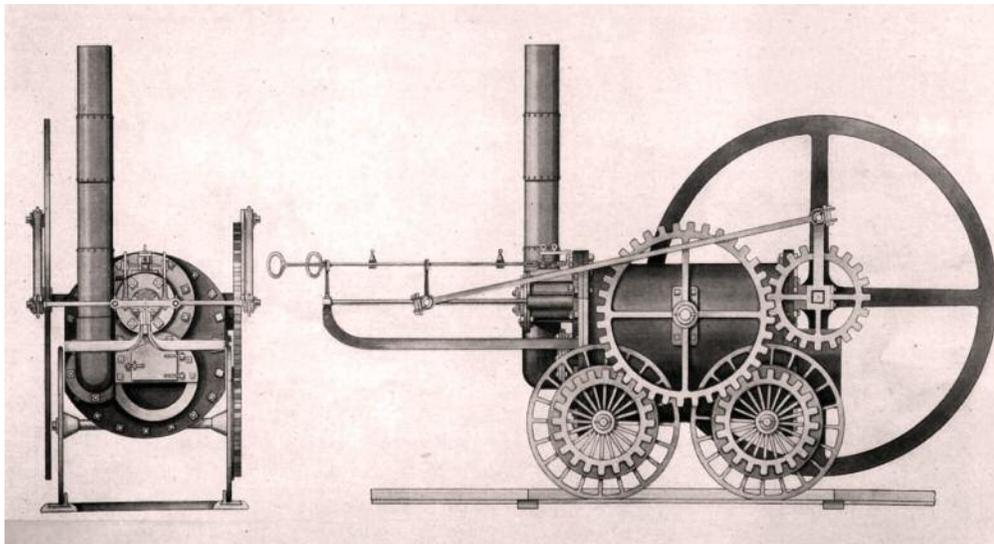


Nicht nur leichter, sondern vor allem schneller machten viele Erfindungen, die die Industrieära prägten, das Leben der Menschen – die neuen Errungenschaften überwand *Raum und Zeit*.

Volles Tempo voraus



Eisenbahn

(1804)

Mit Dampf und Schienen

● Es ging um mehr als eine Wette am 21. Februar 1804 in der südwalisischen Gemeinde Penydarren: 500 Guineen hatte der Eisenhüttenbesitzer Samuel Homfray gegen einen Kollegen darauf gesetzt, dass die neuartige Dampflokomotive seines Ingenieurs Richard Trevithick einen Zug von fünf Wagen, beladen mit zehn Tonnen Eisen, über eine Gleisstrecke von knapp zehn Meilen transportieren könne. Trevithick hatte zuvor schon mit seinen Hochdruckdampfmaschinen Aufsehen erregt, die wesentlich effizienter und kraftvoller arbeiteten als die gängigen Niederdruckapparate, aber auch als gefährlicher galten. Mehrere Versuche mit Stra-

ßen dampfwagen scheiterten: Einer ging in Flammen auf, als der Fahrer ihn auf der Straße geparkt hatte und mit Freunden in einem Pub trank; ein anderer war für die schlechten englischen Pisten auf Dauer nicht geeignet.

Doch auf Schienen hatte der 32-Jährige schließlich Erfolg. Sein Zug, der neben dem Eisen auch 70 Arbeiter geladen hatte, bewältigte die Strecke in rund zwei Stunden. Homfray gewann die Wette – und Trevithick ging als Vater der Eisenbahn in die Geschichte ein. Lange währte die Freude allerdings nicht, denn die zu dieser Zeit üblichen gusseisernen Schienen zerbrachen unter seinen schweren Lokomotiven. So gab er die Eisenbahntwicklung auf, suchte im Bergbau Perus sein Glück – und kehrte 1827 mittellos nach England zurück. Die

Schiffspassage bezahlte ihm ausgerechnet sein Konkurrent Robert Stephenson, der zwei Jahre später mit seiner revolutionären Lok „Rocket“ dem Eisenbahnwesen in Großbritannien zum Durchbruch verhalf.

Stephensons Firma baute auch den „Adler“, der von 1835 an auf der ersten deutschen Zugstrecke zwischen Nürnberg und Fürth verkehrte. Nach seinem Tod 1859 wurde der Ingenieur in Westminster Abbey bestattet. Richard Trevithick, der geniale Erfinder und glücklose Kaufmann, ruhte da bereits seit 26 Jahren in einem anonymen Grab.

Fahrrad

(1817)

Treten, treten, treten

● Es klingt unglaublich, aber ausgerechnet einem Vulkanausbruch verdanken wir die Erfindung des Fahrrads – zumindest indirekt. Als 1815 der Tambora in Indonesien Massen an Asche und Gas aus seinem Inneren in die Atmosphäre spuckte, beeinflusste er damit das Wetter in Europa und löste



dort im Folgejahr Missernten und Hungersnöte aus. Weil auch Hafer knapp und Pferdefutter damit teuer war, ersann der Karlsruher Karl Freiherr von Drais ein pferdeloses Fortbewegungsmittel, das er 1817 vorstellte: das Laufrad. Es besaß keine Pedale, deshalb musste sich der Fahrer mit dem Füßen vom Boden abstoßen, um Fahrt aufzunehmen. Die Erfindung wurde schnell im Ausland kopiert und löste eine erste Zweiradwelle aus.

In den frühen Sechzigerjahren des 19. Jahrhunderts kamen in Frankreich dann die ersten Modelle mit Pedale an den Vorderrädern auf den Markt, und zehn Jahre später waren Hochräder mit Stahl- statt Holzrahmen, Metallspeichen und Vollgummireifen Standard. Die Gefährte waren wegen ihres hohen Schwerpunkts allerdings sehr gefährlich. In den 1880er Jahren wurde deshalb ein Fahrradtyp entwickelt, dessen Aufbau im Wesentlichen unseren modernen Modellen entsprach: Er hatte rund 75 Zentimeter große Räder, der Sattel befand sich über dem Hinterrad, das über Zahnräder und eine Kette angetrieben wurde. Als John Boyd Dunlop 1888 auch noch den Luftreifen erfand, wurde Radfahren bequem und massentauglich.

Heute besitzen die Menschen allein in Deutschland rund 73 Millionen Fahrräder und legen damit zusammen 24,8 Milliarden Kilometer pro Jahr zurück.

Fotografie

(1826)

Bilder des Lichts

- Ein Taubenschlag und ein Birnbaum, ein paar Dächer, links ein Fenster, rechts ein Schornstein und oben ein Stück Himmel – nur mit viel Fantasie lassen sich diese De-



tails auf der ältesten erhaltenen Fotografie der Welt erkennen. Sie zeigt den Blick aus dem Arbeitszimmer von Joseph Nicéphore Niépce im französischen Örtchen Saint-Loup-de-Vareannes, aufgenommen 1826 oder 1827. Zu dieser Zeit suchte Niépce seit Jahren schon nach einer Möglichkeit, Bilder mit einer Camera obscura, einer einfachen Lochkamera, dauerhaft aufzunehmen. Es gelang ihm schließlich, als er in dem Kasten eine mit Bitumen beschichtete Zinnplatte acht Stunden lang belichtete.

Beim Entwickeln blieben die von der Sonne ausgehärteten Bitumenflächen, die die helleren Partien des Bildes darstellen, auf der Platte erhalten. Die anderen Flächen wurden von der Entwicklerlösung aus Lavendelöl und Petroleum weggeschwemmt, an diesen Stellen blieb nur das pure Metall. Niépce nannte seine Entdeckung Heliografie, auf Deutsch Lichtzeichnung. Er fuhr nach England und präsentierte seine Erfindung den Gelehrten der Royal Society in London. Doch weil er nicht alle Details offenlegen wollte, wiesen diese ihn ab.

Niépce gab jedoch nicht auf und arbeitete bis zu seinem Tod 1833 mit Louis Daguerre, einem französischen Maler, zusammen. Daguerre experimentierte mit jodierten, silberbeschichteten Kup-

ferplatten als Bildträgern und schaffte es, die Belichtungszeit nach und nach auf schließlich unter eine Minute zu reduzieren. 1839 wurde seine Technik der Daguerreotypie der Öffentlichkeit vorgestellt. Sie gilt als erste praktikable Methode der Fotografie. Als Anerkennung gewährte der französische Staat Daguerre eine Rente von 6000 Franc und den Erben von Niépce 4000 Franc pro Jahr.

Streichholz

(1827)

Feuer aus der Schachtel

- Die Kunst des Feuermachens beherrschten die Menschen schon seit Jahrtausenden, doch lange war der Vorgang ziemlich mühsam: Durch Aufeinander schlagen eines Steins auf Stahl entstehen Funken, die darunterlie-

genden Zunder zum Glimmen bringen. Damit lässt sich dann ein Feuer entzünden. Zwar entwickelten Alchemisten früh schon allerlei Hilfsmittel dafür, doch die waren unpraktisch, oft gefährlich, unzuverlässig oder teuer – bis der Engländer John Walker 1827 in seiner Apotheke erstmals Streichhölzer anbot, die sich ohne großen Aufwand in Brand setzen ließen.

Dazu präparierte er die Enden von Holzstäbchen mit einer Paste aus Antimonsulfid und Kaliumchlorat. Die Enden entflammten, sobald man sie über Sandpapier rieb. Weil die Flamme dieser Hölzer jedoch unsterblich brannte und der Schwefelgeruch beim Anzünden unangenehm war, fügten andere Chemiker den Streichholzköpfen weißen Phosphor hinzu. Das löste zwar die ursprünglichen Probleme, doch die Substanz war hochgiftig und entzündete sich extrem



schnell an der Luft. Der schwedische Chemieprofessor Gustaf Erik Pasch entschärfte die Gefahren 1844 schließlich, indem er den gefährlichen weißen Phosphor durch ungiftigen roten ersetzte, der nicht so leicht brennt. Zudem verlagerte er das Zündmittel, eben den Phosphor, einfach auf eine spezielle Reibfläche an der Schachtel. So schuf er die Basis für das Sicherheitszündholz, wie wir es noch heute kennen.



Kühlschrank

(1834)

Maschinelle Kälte

● Gekühlte Lebensmittel bleiben länger frisch – das wussten bereits die Völker der Antike, weshalb sie ihre Vorräte zusammen mit Eisblöcken lagerten, die aus den Bergen herangeschafft wurden. Lange war Natureis die einzige gängige Kältequelle, bis der in London lebende Amerikaner Jacob Perkins 1834 den ersten praxistauglichen Kühlschrank baute, nach dessen Prinzip auch heutige Geräte noch arbeiten.

Im Inneren von Perkins' Apparat verdampft eine ätherhaltige Flüssigkeit in ei-

ner Kühlschlange und entzieht die dafür nötige Energie der unmittelbaren Umgebung, also vor allem den Lebensmitteln, die dort lagern. Anschließend saugt ein Kompressor außerhalb des Schanks das Gas ab, verdichtet und pumpt es durch einen Kondensator. Über dessen Gitter leitet das Gas seine Wärme an die Zimmerluft ab und wird wieder flüssig. Zuletzt mindert eine Drossel den Druck des Kühlmittels, das dabei stark abkühlt, bevor es wieder ins Innere des Schanks geleitet wird – wo der Prozess erneut beginnt.

Perkins meldete zwar ein Patent an, vermarktete seine Idee aber nicht. Erst der Deutsche Carl Linde machte das Verfahren um 1875 zunächst für Gewerbekunden wie Brauereien praktikabel, rund 50 Jahre später wurde der Kühlschrank schließlich massentauglich. Sein Siegeszug begann in den USA, wo 1953 bereits 90 Prozent der Haushalte über ein Gerät verfügten; in Westdeutschland wurde diese Quote erst um 1970 erreicht.

Telegraf

(1844)

Kommunikation um die Welt

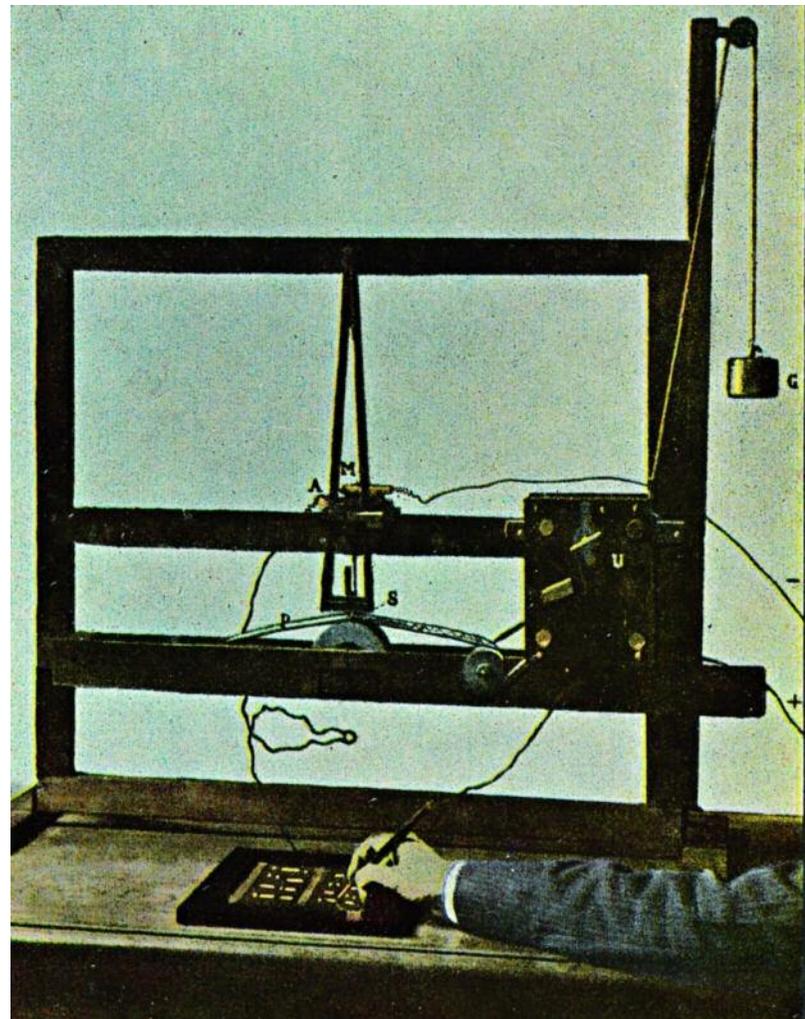
● Vier Worte katapultierten die Welt am 24. Mai 1844 in ein neues Kommunikationszeitalter: „What hath God wrought“ – was hat Gott erschaffen? Samuel Morse sendete die Frage aus einem Saal im Kapitolgebäude in Washington über eine elektrische Leitung an die rund 60 Kilometer entfernte Gegenstation in Baltimore. Als die Empfänger den Satz zur Bestätigung wiederholten, waren die Kongressmitglieder, die Morses Demonstration verfolgen, begeistert: Die 30 000 Dollar, die sie dem Erfinder für das

Experiment bewilligt hatten, waren gut angelegt, die Telegrafie funktionierte – selbst über lange Strecken.

Morse war nicht der Erste, dem die elektrische Nachrichtenübertragung gelang. So hatten zum Beispiel bereits 1833 die Physiker Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber in Göttingen eine elektromagnetische Telegrafverbindung über eine Strecke von rund einem Kilometer installiert. Doch Morses System, das er mit seinen Partnern Alfred Vail und Leonard Gale entwickelt hatte, bestach durch seine konkurrenzlose Einfachheit. Dabei sind zwei Telegrafstationen über einen Stromkreis miteinander verbunden. Die Botschaften werden als Morsezeichen mittels langer und kurzer

Stromstöße über einen Taster gesendet, die im Empfänger als Striche und Punkte auf einen Papierstreifen gedruckt werden. Der Telegrafist übersetzt sie dann wieder in Buchstaben.

Morses System verbreitete sich in den folgenden Jahren überall auf der Welt und beschleunigte mit der Kommunikation das gesamte Leben der Menschen. Zeitungen erhielten über den „singenden Draht“ aktuelle Nachrichten aus fernen Ländern, Geschäftsleute trieben mit seiner Hilfe Handel, Regierungen tauschten darüber Depeschen aus. Die Telegrafie war das erste elektrische Langstreckenkommunikationsmittel – und bahnte allen modernen Techniken vom Telefon bis zum Internet den Weg.





Telefon

(1876)

Stimmen über Kabel

● Manchmal entscheiden Kleinigkeiten über Ruhm und Reichtum im Erfindereleben. Im Fall von Alexander Graham Bell waren es zehn Dollar und zwei Stunden. Angeregt vom Telefonapparat des Deutschen Philipp Reis, den dieser 1861 vorgestellt hatte und der noch erhebliche Schwächen aufwies, experimentierte Bell jahrelang mit der elektrischen Sprachübertragung. Die Grundidee dabei ist, dass eine Membran die Schallwellen der gesprochenen Worte aufnimmt, diese werden über eine Spule in elektrische Impulse umgewandelt, über ein Kabel zum Empfänger geleitet und dort schließlich wieder auf umgekehrte Weise hörbar gemacht.

Als Bell, aus Schottland über Kanada in die USA eingewandert, am 14. Februar 1876 ein Patentbegehren für das Telefon einreichte, profitierte er zunächst von der Armut eines anderen Immigranten, des aus Italien stammenden Antonio Meucci. Der hatte bereits 1871 ein mögliches Patent für sein „Teletrofono“ offiziell beim Amt angekündigt, doch weil ihm die zehn Dollar zur Verlängerung seiner Registrierung fehlten, war sein Anspruch erloschen. Aber Bell hatte doppeltes Glück: Denn am selben Tag wie er gab auch Elisha Gray seine Anmeldung für ein Telefon-

patent ab – allerdings zwei Stunden nach ihm. So war der Weg frei für Bell, sein Gerät in Ruhe praxistauglich zu entwickeln und im Jahr darauf von seiner Firma, der Bell Telephone Company, auf den Markt bringen zu lassen. Bereits innerhalb der ersten zehn Jahre installierte die Firma in rund 150 000 US-Haushalten Geräte, 1910 gab es weltweit bereits zehn Millionen Fernsprecher. Heute werden international rund eine Milliarde Festnetz- und mehr als 7,3 Milliarden Mobilfunkanschlüsse gezählt.

Im Jahr 2002 würdigte das Repräsentantenhaus des US-Kongresses offiziell den verarmt gestorbenen Bell-Rivalen Antonio Meucci für seine Verdienste um die Entwicklung des Telefons – 113 Jahre nach dessen Tod.

Dampfmaschine

(1884)

Die Kraft der Drehung

● Majestätisch glitten Kriegsschiffe aus aller Welt am 26. Juni 1897 anlässlich des 60. Kronjubiläums Queen Victorias durch die Meerenge von Solent, als plötzlich etwas Ungeheuerliches passierte: Ein schmales, rund 30 Meter langes Privatboot schoss mit einer Ge-

schwindigkeit von mehr als 30 Knoten, also annähernd 60 Kilometern pro Stunde, durch die Parade. Keines der Schiffe konnte ihm folgen, auch nicht die königlichen Patrouillenboote, die es vergebens zu stellen suchten. Was für ein Skandal – und das vor den Augen des Prince of Wales, der britischen Admiralität und vielen hochrangigen Besuchern aus dem In- und Ausland!

Aber welch ein Triumph für Charles Parsons, den Mann am Steuer und Erbauer der Dampfmaschinen, die das schnellste Wasserfahrzeug der Welt mit dem passenden Namen „Turbinia“ antrieben. Eine bessere Werbung hätte der Engländer sich für seine Erfindung nicht ausdenken können.

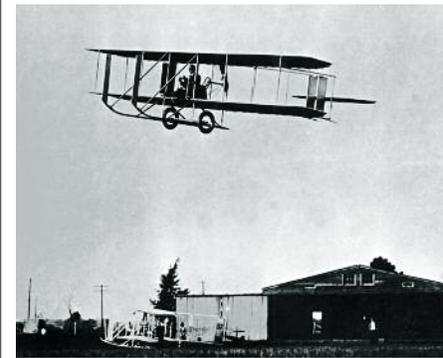
13 Jahre zuvor hatte sich Parsons eine Turbine patentieren lassen, die die Kraft des Wasserdampfes wesentlich effizienter nutzte als herkömmliche Dampfmaschinen und Turbinen. Denn in seiner Konstruktion entlud sich die Energie nicht nur einmal und verpuffte, sondern der Dampf durchströmte nach und nach mehrere Stufen von Schaufelblättern auf einer Achse und wirkte so mehrfach auf sie ein. Ursprünglich hatte Parsons das System zur Energiegewinnung entwickelt, und bis heute basieren Dampfmaschi-

nen in Kraftwerken darauf. Doch auch in der Seefahrt setzte es sich durch. Schon kurz nachdem Parsons die Überlegenheit seiner Technik demonstriert hatte, wurde er mit Bestellungen aus dem In- und Ausland überhäuft – und für seine Chuzpe belohnt.

Flugzeug

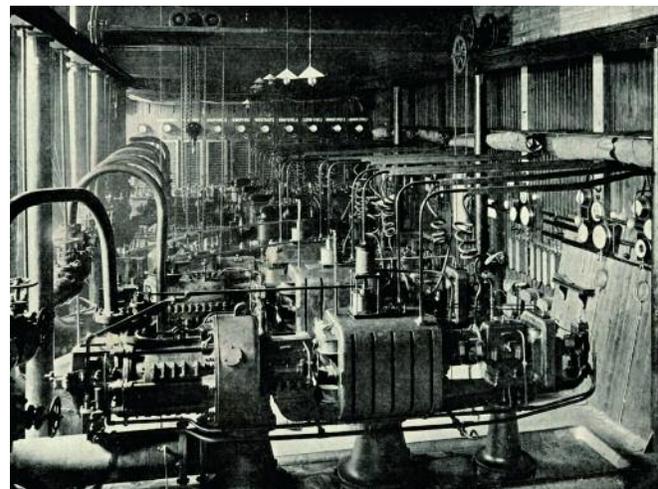
(1903)

Der Traum vom Fliegen



● Warum fliegt ein Flugzeug, obwohl es schwerer ist als Luft? Weil während des Schubs nach vorn die Luft unterschiedlich schnell an den leicht schrägen und gewölbten Tragflächen vorbeiströmt. Dadurch entsteht ein Unterdruck über den Tragflächen und ein Überdruck darunter, sodass die Tragflächen – und damit das ganze Fluggerät – von oben angesaugt beziehungsweise von unten hochgedrückt werden.

Bereits im 19. Jahrhundert experimentierten Flugpioniere wie der Engländer Sir George Cayley und der Deutsche Otto Lilienthal mit diesem Prinzip des Auftriebs. Doch erst Anfang des 20. Jahrhunderts gelang der erste gesteuerte Motorflug der Geschichte, möglicherweise dem fränkischen Auswanderer Gustav Weißkopf, der laut Zeugenaussagen am 14. August 1901 auf einem Feld bei Fairfield im US-Bundesstaat Connecticut mehrmals bis zu 15 Meter hoch



und bis zu 2,4 Kilometer weit mit seiner Maschine abhob.

Die große Mehrheit der Flughistoriker schreibt die Pioniertat jedoch den amerikanischen Brüdern Orville und Wilbur Wright zu, die am 17. Dezember 1903 in North Carolina mit ihrem benzingetriebenen Doppeldecker „Wright Flyer“ in die Luftfahrtgeschichte eingingen: Zunächst blieb Orville zwölf Sekunden über eine Strecke von 37 Metern in der Luft, sein Bruder schaffte später sogar 59 Sekunden und 260 Meter.

Am Anfang war die Fliegerei vor allem ein Feld für Abenteurer und Tüftler. Doch schon im Ersten Weltkrieg wurde sie militärisch genutzt; so wirkungsvoll, dass Orville Wright nach Kriegsende 1918 einem Freund schrieb: „Das Flugzeug hat den Krieg so furchterlich gemacht, dass ich nicht glaube, dass irgendein Land noch daran interessiert sein wird, einen anzufangen.“

Danach kam auch die zivile Luftfahrt in Schwung; 1919 richtete die Vorläuferin der Lufthansa, die Deutsche Luft-Reederei, einen der ersten Liniendienste der Welt zwischen Berlin und Weimar ein. Im selben Jahr überquerten die beiden Briten John Alcock und Arthur Brown erstmals den Atlantik ohne Zwischenlandung. Es dauerte allerdings noch 20 Jahre, bis die Fluglinie Pan Am die ersten Passagiere über den Ozean befördern sollte.

1939 startete auch das erste Flugzeug mit Düsenantrieb, eine deutsche Heinkel He 178. Vier Tage darauf brach der Zweite Weltkrieg aus, der auch am Himmel entschieden werden sollte. Was die Bombergeschwader in den Kriegsjahren in Europa anrichteten, war vermutlich grausamer als alles, was Wilbur Wright sich 1918 hatte vorstellen können.

Kunststoff

(1907)

Ein Material für fast alles

- Als Leo Baekeland 1907 eine ganze Industrie mitbegründete, war er bereits ein gemachter Mann. Jahre zuvor hatte der gebürtige Belgier in den USA ein Fotopapier erfunden und die Rechte daran mit seiner gesamten Firma für rund eine Million Dollar an Kodak-Gründer George Eastman verkauft. Jetzt konnte er es sich leisten, in Ruhe an einem Ersatzstoff für den begehrten Schellack zu knobeln, der unter anderem in der aufkeimenden Elektrobranche als Isolator eingesetzt wurde. Als er eines Tages Formaldehyd und Phenol unter großem Druck und bei hoher Temperatur mischte, war er am Ziel: In seinem Reagenzglas klebte ein harzartiges Material, das sich unter Hitze formen ließ und dann beim Auskühlen beständig aushärtete – Bakelit, der erste vollsynthetische, industriell produzierte Kunststoff der Welt. Dank seiner Formbarkeit und Robustheit wurde die Substanz in den folgenden Jahren als universeller Werkstoff genutzt: zum Beispiel zur Herstellung von Radiogehäusen, Lichtschaltern oder Billardkugeln.

Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurden viele weitere Kunststoffe entwickelt, unter anderem PVC, Nylon oder Acryl, und je nach Beschaffenheit zu den verschiedensten Zwecken verwandt. Strumpfhosen, Verpackungen, Möbel, Klebstoff – es gibt kaum etwas, das nicht aus synthetischem Material produziert werden kann. So unterschiedlich diese Kunststoffe auch sind, eins ist ihnen allen gemeinsam: Sie bestehen aus Polymeren, Riesensmolekülen, die aus vielen Einzelbausteinen zusammengesetzt sind. Die Bausteine enthalten im Wesentlichen Koh-

len- und Wasserstoff. Zusätze wie Stickstoff, Chlor oder Fluor bestimmen Konsistenz und Eigenschaften des Materials.

Künstliches Ammoniak

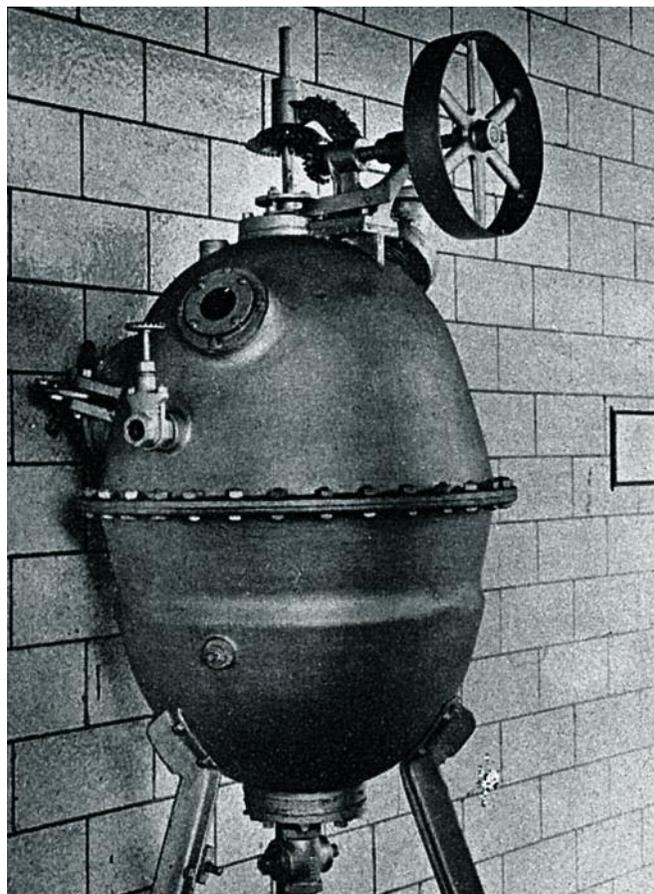
(1908)

Brot aus der Luft



- Eine Hungersnot ziehe herauf in Großbritannien und „allen zivilisierten Nationen“, so warnte der englische Wissenschaftler William Crookes 1898 eindringlich in einer viel beachteten Rede. Die Weltbevölkerung war seit 1850 um fast ein Drittel gewachsen, die Zahl der Menschen in Europa sogar um knapp die Hälfte. Und jetzt drohte laut Crookes auch noch eine Düngekrise, weil die Nachfrage nach Ammoniak als Stickstofflieferant für die Pflanzen riesig sei und die für dessen Produktion entscheidenden Salpetervorkommen in den Gruben Chiles allmählich zur Neige gingen. Nur eine Erfindung, so schien es, konnte die Welt vor dem Hunger retten: künstlich hergestellter Ammoniak.

Zwar entwickelten Chemiker in den folgenden Jahren dafür mehrere Verfahren, doch erst 1908 gelang es dem Deutschen Fritz Haber, die Substanz auf effiziente Weise zu produzieren. In einem 75 Zentimeter hohen Reaktor verband er unter Hochdruck Stickstoff aus der Luft mit Wasserstoff. Dank eines Katalysators – erst Uran, später Eisen – konnte die Reaktion bei praktikablen Temperaturen von 400 bis 650 Grad ablaufen. Habers Kollege Carl



Bosch führte die Methode zur Industriereife, und 1913 entstand bei BASF in Oppau die erste Fabrik, die nach dem Haber-Bosch-Verfahren arbeitete. Nun war es möglich, wie es damals hieß, „Brot aus der Luft“ herzustellen – die Zeit der Ammoniakknappheit war vorbei.

Ohne Zweifel zählt diese Erfindung zu den bedeutendsten des 20. Jahrhunderts. Heute werden pro Jahr weltweit 500 Millionen Tonnen Stickstoffdünger mithilfe des Haber-Bosch-Verfahrens hergestellt, das so die Nahrung für die Hälfte der Menschheit sichert. Bereits 1919 erhielt Fritz Haber, 1931 dann auch Carl Bosch, dafür den Nobelpreis. Die Verleihung an Haber erregte damals aber viel Unmut im Ausland: Denn der Mann, der mit seiner Entdeckung Milliarden Menschen vor dem Hungertod bewahrte, hatte als Chefentwickler des deutschen Giftgasprogramms im Ersten Weltkrieg Abertausenden alliierter Soldaten den Tod gebracht.



Transistor

(1926)

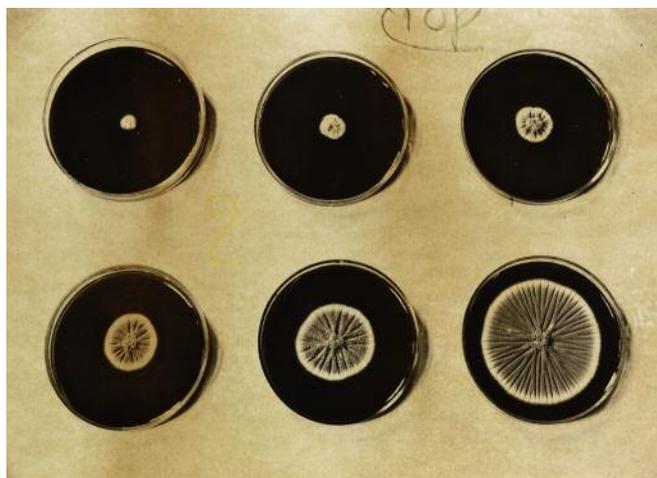
Revolution der Elektronik

- Die Fähigkeiten eines Transistors sind übersichtlich: Strom einschalten, ausschalten und verstärken. Doch gepaart mit seiner Kompaktheit und Zuverlässigkeit sowie seinem niedrigen Strombedarf reichte das aus, um die Elektronik nach dem Zweiten Weltkrieg zu revolutionieren.

Mitte der Vierzigerjahre suchten Forscher nach einem Ersatz für die unzuverlässigen und stromfressenden Elektronenröhren, die etwa in Radios und im Telefonbetrieb eingesetzt wurden. Bereits 1926 hatte der gebürtige Österreicher Julius Lilienfeld ein Patent für einen Transistor angemeldet, diesen aber wohl nie gebaut. Auf Basis seiner Forschung experimentierten John Bardeen und Walter Brattain in den Laboren der US-amerikanischen Telefongesellschaft Bell mit Halbleitern wie Germanium; im Dezember 1947 waren sie schließlich erfolgreich: Es gelang ihnen, mittels eines sogenannten Spitzentransistors einen Stromfluss an- und auszuschalten und das Eingangssignal bis zu hundertfach zu verstärken.

Doch anfangs hielt Bell den Erfolg geheim. Erst im Juni darauf wurde die Sensation verkündet – auch auf der anderen Seite des Atlantiks, wo die Deutschen Herbert Mataré und Heinrich Welker unabhängig von Bell und nahezu parallel einen fast baugleichen Transistor gebaut hatten. Eine der wichtigsten technischen Errungenschaften des 20. Jahrhunderts wurde sozusagen doppelt erfunden. Allerdings setzte sich die Bell-Variante durch, nachdem sie von William Shockley entscheidend verkleinert worden war und nun leichter hergestellt werden konnte. Nach und nach ersetzten Transistoren die alten Röhren, vor allem in der Kommunikations- und Unterhaltungselektronik, später auch in Computern.

Heute steckt das Bauteil in allen elektronischen Geräten, allerdings kaum noch in seiner klassischen Form, sondern in Massen aufgedampft auf einen Chip. So passen auf einen modernen Mikroprozessor etwa von der Größe einer Euromünze 7,2 Milliarden Transistoren.



Penicillin

(1928)

Der Lebensretter

- Gewöhnlich wird Schimmel in Laboren nicht gesehen. Deshalb war der schottische Bakteriologe Alexander Fleming am 3. September 1928 auch wenig erfreut, als er eine solche Kultur auf einer seiner Petrischalen entdeckte, die er für einen Versuch mit Staphylokokken benutzte. Doch mit Erstaunen stellte er fest, dass in der Nähe des Pilzes keine Bakterien wuchsen. Er kultivierte daraufhin den grünen Schimmel und beobachtete, dass dessen Stoffwechselprodukt, das er Penicillin nannte, viele krank machende Bakterienarten töten konnte – also antibiotisch wirkte.

Er veröffentlichte seine Beobachtungen, doch erst Ende der Dreißigerjahre gelang es dem australischen Pathologen Howard Florey und dem deutsch-britischen Biochemiker Ernst Boris Chain, Penicillin zu isolieren. Nach ersten Versuchen von 1941 an konnte es so reichlich produziert werden, dass es noch Tausenden alliierter Soldaten im Zweiten Weltkrieg das Leben rettete. Für ihre Forschung bekamen Fleming, Florey und Chain 1945 den Nobelpreis.

Penicillin war der Beginn einer medizinischen Revolu-

tion. Immer neue Antibiotika wurden nun entdeckt – der Sieg über viele bakteriell hervorgerufene Krankheiten wie Tuberkulose schien nur eine Frage der Zeit zu sein. Doch der unbedachte massenhafte Einsatz der Medikamente bewirkte eine Gegenreaktion: Viele Bakterien wurden resistent. So sterben heute nach Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation allein in der Europäischen Union rund 25 000 Menschen jedes Jahr an Infektionen mit resistenten Krankheitserregern, die sie sich in Krankenhäusern zugezogen haben.

Computer

(1941)

Die Welt aus Einsen und Nullen

- Wer hat den Computer erfunden? Über diese Frage lässt sich trefflich streiten. Denn tatsächlich haben viele Forscher und Erfinder die Basis gelegt für das Gerät, das wir heute ständig bei der Arbeit und in der Frei-



zeit nutzen. Sein Name stammt vom lateinischen Verb „computare“, zu Deutsch „berechnen“ – und eigentlich ist ein Computer nichts anderes als eine Super-Rechenmaschine.

Die ersten neuzeitlichen Rechenmaschinen wurden schon im 17. Jahrhundert entwickelt, unter anderem von Wilhelm Schickard, Blaise Pascal und Gottfried Wilhelm Leibniz. 1941 baute dann Konrad Zuse in Berlin den weltweit ersten funktionsfähigen elektrischen Digitalcomputer Z3, der allgemein programmierbar, also nicht nur für eine spezielle Aufgabe nutzbar war. In ihm arbeiteten allerdings noch elektromechanische Relais. Bereits im Jahr darauf wurde in den USA der erste elektronische Röhrendigitalrechner in Betrieb genommen, der ABC von John Atanasoff. Er erfüllte jedoch nur eine einzige Aufgabe: lineare Gleichungen zu lösen.

Nach dem Krieg trieben Wissenschaftler und Privatfirmen die Computertechnik stetig voran. 1946 wurde in den USA der ENIAC vorgestellt, der 1000-mal schneller arbeitete als jeder frühere Rechner. Es heißt, dass er in den zehn Jahren seiner Laufzeit mehr Berechnungen durchgeführt habe als die ganze Menschheit bis zu diesem Zeitpunkt.

Dank der Einführung des Transistors 1947 und des Mikrochips 1958 wurden Computer in den folgenden Jahrzehnten immer leistungsfähiger und kompakter. 1973 präsentierte die US-amerikanische Firma Xerox den Alto, einen „Minicomputer“ mit den Ausmaßen eines Kühlschranks, der erstmals viele Elemente und Funktionen kombinierte, die heute selbstverständlich sind: zum Beispiel eine grafische Benutzeroberfläche, eine Maus und eine Netz-

werkkarte. Xerox baute mehrere Tausend Altos, verkaufte aber keinen einzigen davon. Der Vorläufer des modernen PC wurde nur zur Forschung von der Firma selbst genutzt und an Universitäten verschenkt.

Atomreaktor

(1942)

Urgewalt der Energie

● Am 2. Dezember 1942 begann das Atomzeitalter, mitten in der Millionenstadt Chicago unter der Westtribüne des alten Stagg-Field-Stadions auf dem Uni-Campus. In einer verlassenen Squashhalle hatten die Physiker Enrico Fermi und Léo Szilárd mit ihrem Team 19 000 Uran-Kugeln gestapelt, eingebettet in 40 000 Grafitblöcke. Darin wollten sie die erste künstliche atomare Kettenreaktion auslösen. Bereits 1934 hatte

der Ungar Szilárd sich das Prinzip patentieren lassen, und im selben Jahr hatte der Italiener Fermi erstmals Atome gespalten – ohne es jedoch zu wissen. Erst die Forschungen der Deutschen Otto Hahn und Fritz Strassmann und der Österreicherin Lise Meitner wiesen 1938/39 die Kernspaltung nach.

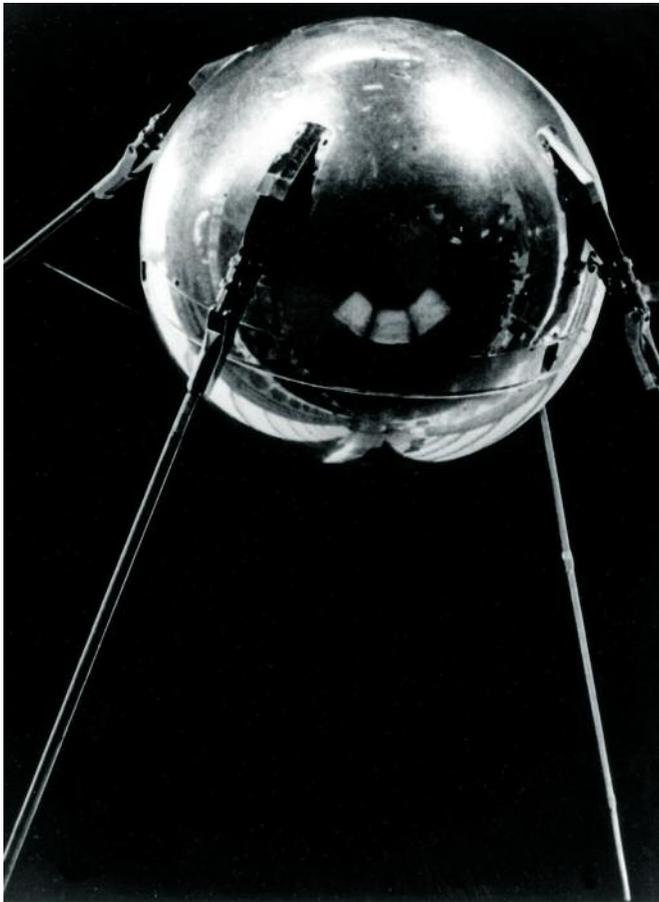
Jetzt fuhren die Forscher langsam ihren Testreaktor hoch, indem sie die Kerne der Uranatome mit Neutronen beschossen. Diese setzten dabei Energie und weitere Neutronen frei, die wiederum andere Urankerne zerstörten. Gebannt lauschten die Männer dem Ticken des Geigerzählers, das immer schneller wurde. Als das Gerät schließlich nur noch röhrete, war klar: Sie hatten es geschafft, der Meiler produzierte Energie. Ein halbes Watt vorerst nur, doch immerhin. Der Versuch ebnete zunächst aber nicht der Kern-

kraft den Weg, sondern der Atombombe. Denn die Anlage lieferte nicht nur Energie, sondern auch Plutonium. 1945 wurde die fürchterliche neue Massenvernichtungswaffe von den USA zum bisher einzigen Mal in der Geschichte eingesetzt, bei Angriffen auf die japanischen Städte Hiroshima und Nagasaki.

1951 produzierte schließlich der erste zivil genutzte Kernreaktor EBR1 im US-amerikanischen Idaho elektrischen Strom, und schnell verbreitete sich die Technik, die zu dieser Zeit als sauber und extrem billig galt.

Heute sind 449 Reaktoren weltweit in Betrieb, 8 davon in Deutschland – noch. Denn nach schweren Unfällen in Tschernobyl 1986 und in Fukushima 2011 sollen alle Meiler in der Bundesrepublik bis spätestens 2022 vom Netz genommen werden.





Satellit

(1957)

Künstliche Flugobjekte im Weltraum

● Eine Kugel am Himmel versetzte am 4. Oktober 1957 die Welt gleichzeitig in Begeisterung und Schrecken: Ein ums andere Mal umkreiste sie in bis zu 940 Kilometern Höhe die Erde und sendete dabei Signale aus, die bei den Menschen am Boden als Piepen in den Funkempfängern ankamen. „Sputnik“ hieß das Flugobjekt aus Aluminium, rund 84 Kilogramm schwer und nur 58 Zentimeter im Durchmesser groß; gefüllt mit Batterien, Messgeräten zur Temperatur- und Druckbestimmung und zwei Funksendern. Es war der erste künstliche Satellit der Welt, ins All geschossen von der Sowjetunion.

Das Rennen um die Vorherrschaft im Weltraum war

damit eröffnet – und den Ländern im Westen, allen voran den USA, wurde schlagartig klar, dass der Ostblock dabei vorn lag. Groß war die Furcht, dass der Gegner in Zeiten des Kalten Kriegs womöglich bald Interkontinentalraketen mit Atomsprenköpfen abschießen könnte. Und so begann ein technologischer Wettlauf, der unter anderem 1969 zur ersten Mondlandung der Amerikaner und 1971 zur ersten Raumstation, der sowjetischen „Saljut 1“, führte.

Der erste „Sputnik“ umkreiste bis Anfang 1958 die Erde, bis er planmäßig in der Atmosphäre verglühte. Heute fliegen rund 4500 seiner Nachfahren im All. Sie übertragen Wetterdaten, Telefongespräche und Fernsehsendungen, fotografieren die Erde auf den Meter genau oder ermöglichen via Global Positioning System die exakte Ortung auf unserem Planeten.

Laser

(1960)

Das gebündelte Licht

● Im November 1957 machte Gordon Gould aus New York den Fehler seines Lebens: Der 37-Jährige hatte eine Idee, wie man eine Maschine bauen könnte, in der Atome durch Lichteinstrahlung dazu angeregt werden können, selbst Licht abzugeben und die eingehende Strahlung so zu verstärken. „Light amplification by stimulated emission of radiation“ heißt das Konzept auf Englisch, abgekürzt Laser. Gould zeichnete Konzept und Skizzen in einem Notizbuch auf, ließ dieses von einem Notar beglaubigen – verzichtete aber zunächst darauf, ein Patent anzumelden, weil er fälschlicherweise glaubte, dafür einen Prototypen bauen zu müssen. So fuhren bald andere den Ruhm ein.

Albert Einstein hatte die Grundlagen des Laser-Prinzips bereits 1917 beschrieben und der US-Amerikaner Charles Townes 1954 einen sogenannten Maser entwi-

ckelt, einen Laser mit unsichtbaren Mikrowellen.

Den ersten Apparat, der pulserende, extrem energiereiche und stark fokussierte sichtbare Lichtwellen abgab, baute sein Landsmann Theodore Maiman 1960. Dieser arbeitete mit einem Rubin als Medium, in dem die Strahlen verstärkt wurden. Später wurden dafür auch Gase, Farbstoffe oder Dioden eingesetzt.

Heute existieren mehr als tausend verschiedene Laservarianten, die zu verschiedensten Zwecken eingesetzt werden, etwa zum Lesen von CDs oder Strichcodes, zum Übertragen von Informationen in Netzwerken oder zum Schneiden von Stahl oder Hautgewebe.

Goulds größter Fehler war übrigens möglicherweise auch sein bester: Denn weil sich seine Patentprozesse rund 30 Jahre hinzogen und die Technik sich in dieser Zeit extrem verbreitet hatte, konnte er viel mehr Lizenzgebühren kassieren, als er in den Anfangsjahren des Lasers verdient hätte.

Torben Müller

