

Tatsachen über Schweden

Herausgegeben vom Schwedischen Institut April 2004

Klassifizierung: TS 91 e P:k

Schwedische Entdeckungen und Erfindungen

Viele bekannte Erfindungen und Entdeckungen kamen und kommen aus Schweden. Erfinder und Forscher haben durch ihre Entdeckungen und ihre Fähigkeit, sich internationales Wissen anzueignen, die Basis für Schwedens Aufstieg zu einer Industrienation und der Entwicklung des modernen Wohlfahrtsstaates geschaffen. Die heutigen Erfindungen und Weiterentwicklungen sichern Schweden einen festen Platz als Land der Entdecker und Erfinder.

FRÜHE ENTDECKUNGEN

In Schweden fand die naturwissenschaftliche Revolution im 18. Jahrhundert statt. Schweden war damals ein typisches Agrarland. Der technische Fortschritt, der im 16. und 17. Jahrhundert zu verzeichnen war, rührte vor allem von geschickten ausländischen Handwerkern und Kaufleuten her, die hauptsächlich aus Deutschland, Schottland, Holland, Frankreich und Wallonien nach Schweden einwanderten.

Das Jahr 1739 wird allgemein als Geburtsjahr der schwedischen Naturwissenschaften genannt. In jenem Jahre wurde die Kgl. Schwedische Akademie der Wissenschaften gegründet. Die Wissenschaftler jener Zeit waren meistens Universalgenies und von großer Bedeutung für die naturwissenschaftliche und technische Entwicklung.

Olof Rudbeck d. Ä. (1630–1702) war Lehrer, Universitätsrektor, Naturforscher, Archäologe u.a.m. Seine Laufbahn begann mit dem Medizinstudium in Uppsala 1648, das er so erfolgreich betrieb, dass er 1652 seine epochemachende Entdeckung der *Lymphgefäße* veröffentlichen konnte. Im Jahre 1654 legte er in Uppsala Schwedens ersten botanischen Garten an. Olof Rudbeck war eine der vielfältigsten Begabungen, die Schweden je hervorgebracht hat. Er setzte sich stark für die Errichtung von naturwissen-

schaftlich und technisch orientierten Schulen ein, baute Brücken, ließ Wasserleitungen verlegen, und unterrichtete in so verschiedenartigen Fächern wie Mathematik, Astronomie und Baukonstruktion.

Christopher Polhem (1661–1751) lebte in einer Zeit des Umbruchs, in der es für einen einzelnen Menschen immer noch möglich war, sich einen Großteil des menschlichen Wissens anzueignen. Er gehörte zur Schar der Universalgenies. Er konstruierte Drechselbänke, Uhren, Werkzeuge und Maschinen verschiedenster Art. Im Laufe seines 90jährigen Lebens machte er viele Erfindungen und Entwürfe. Er baute seine Maschinen selbst und führte auch viele seiner Projekte selbst durch.

Anders Celsius (1701–44) war Astronom und Mathematiker. Er wurde hauptsächlich dadurch berühmt, dass er dem *100-gradigen Thermometer*, das in großen Teilen der Welt benutzt wird, seinen Namen gab. Anders Celsius hatte jedoch zunächst den Kochpunkt des Wassers bei 0 Grad angesetzt und den Schmelzpunkt von Eis bei 100 Grad. Die umgekehrte Gradierung ist wahrscheinlich Carl von Linné zu verdanken. Anders Celsius führte außerdem viele bedeutende astronomische Messungen durch.

Carl von Linné (1707–78) ist vor allen Dingen durch seine Klassifikation von Gewächsen, Tieren und Mineralien berühmt geworden, die er in seiner *Systema naturae* vorstellte. Seine ersten wissenschaftlichen Reisen unternahm er innerhalb Schwedens. Sie schlugen sich in großen, reichhaltigen Berichten nieder: die Reise nach Lappland (Nordschweden) 1732, die nach Dalarna (Mittelschweden) 1734 und die nach Skåne (Südschweden) 1749. Seine Schüler dagegen schickte er zum Sammeln und Berichten in jeden Winkel der Welt: Pehr Osbeck und Anders Sparrman reisten nach China. Sparrman nahm zusammen mit Daniel Solander auch an einer der Forschungsreisen von James Cook teil. Carl Peter Thunberg besuchte Japan. Johan Peter Falck erforschte Innerasien; Pehr Kalm reiste nach Nordamerika; Anton Rolandson Martin zum Nördlichen Eismeer, Pehr Löfling nach Südamerika, Fredrik Hasselqvist nach Palästina und Peter Forsskål nach Arabien. Carl von Linnés Größe als Botaniker, Naturhistoriker und Arzt wurde erst von der Nachwelt richtig gewürdigt. Er nahm allein die Erfahrung als Ausgangspunkt und brachte damit das Prinzip der induktiven Ableitung grundlegend in die Naturwissenschaften ein.

Pehr Wilhelm Wargentin (1717–83) war sowohl ein ausgezeichnete Wissenschaftler als auch ein guter Organisator, und unter seiner Leitung erhielt die Kgl. Schwedische Wissenschaftsakademie eine Satzung und erlangte

großes Ansehen im In- und Ausland. Er schuf die Grundvoraussetzungen für die schwedische *Bevölkerungsstatistik*, welche auf das Kirchengesetz des Jahres 1686 zurückgeht. Damals wurde das Führen von Kirchenbüchern beschlossen, in denen Geburts- und Todesjahr der Einwohner sowie Zu- und Umzüge vermerkt sein sollten. Im Jahre 1749 wurde das *Tabellverket* gegründet und Pehr Wilhelm Wargentin als dessen Direktor erfasste das kirchliche Grundlagenmaterial. Schweden (und Finnland) erhielt somit die älteste Bevölkerungsstatistik der Welt.

Carl Wilhelm Scheele (1742–86) begann seine Lehrzeit bei einem Apotheker. Als Autodidakt erwarb er sich solche Kenntnisse auf dem Gebiet der Chemie, dass er viele internationale Chemiker seiner Zeit an Kenntnissen noch übertraf. Carl Wilhelm Scheele erarbeitete viele ausgezeichnete *Analysemethoden*, und er war der Erste, der entdeckte, dass ein Metall verschiedene Oxidationsstufen haben kann. Er entdeckte mehrere chemische Elemente, z.B. Chlor und Molybdän, und isolierte viele verschiedene Stoffe.

Jöns Jacob Berzelius (1779–1848) gehörte zu den ersten Wissenschaftlern, die Daltons Atomtheorie anerkannten. Auf deren Basis und mit Hilfe von Gay-Lussacs Gasgesetzen entwarf er die erste *Tabelle über Atomgewichte*, eine enorme Leistung, die er 1818 veröffentlichte. Mit Hilfe seiner genauen Bestimmungen des Atomgewichts hatte er zu der Zeit das Atomgewicht von 45 der damals bekannten 49 Elemente ermittelt. Gleichzeitig führte er eine Vereinfachung der *Bezeichnung der Elemente* ein, indem er sie mit einem oder zwei Buchstaben aus ihrem lateinischen Namen versah. Jöns Jacob Berzelius entdeckte die Elemente Selen (1817), Silizium (1823) und Thorium (1828).

Anders Jonas Ångström (1814–74) leistete auf dem Gebiet der *Spektralanalyse* grundlegende Pionierarbeit, die eine Voraussetzung für die gesamte moderne Spektralanalyse bildete. Er analysierte das Grundspektrum der Sonne und veröffentlichte 1868 eine Spektrallinienkarte über fast hundert dieser Grundstoffe. Anders J. Ångström war auch der Erste, der Wellenlängen in absoluten Zahlen wiedergab und maß. Als Grundeinheit definierte er einen zehnmillionstel Millimeter. Diese Maßeinheit wurde dann 1905 nach ihm mit Å benannt.

Das 100-gradige Thermometer von Anders Celsius. Er beschrieb es als „Ziergegenstand“ oder Instrument zur Messung, „wie stark die Wärme in einem Raum steigt oder sinkt“.



Portrait des jungen Carl von Linné auf seiner ersten wissenschaftlichen Reise, der Reise nach Lappland 1732.

ERFINDUNGEN AUS DER ZEIT DER INDUSTRIALISIERUNG

Die schwedische Industrie erlebte nach 1870 einen einmaligen Aufschwung. In den folgenden Jahrzehnten wurden viele Unternehmen gegründet, die später eine herausragende Stellung innerhalb der schwedischen Industrie bekommen sollten. Die Unternehmen stellten mit großem Erfolg überwiegend maschinentechnische Produkte her, so dass die Erfinder — die Ingenieure — die Helden ihrer Zeit wurden. Viele Namen haben noch heute in Schweden und international ein gutes Renommee.

Gustav Dalén (1869–1937) konzentrierte nach technischen Studien in Göteborg und Zürich sein Interesse auf das Acetylen und wurde 1906 Oberingenieur bei der Gasakkumulatorkompanie (AGA). Auf ihn gehen einige wichtige Erfindungen zurück: die *Agamasse*, eine Substanz, die Acetylen absorbiert und somit die Gefahr einer Explosion dieses Stoffes verringert; ein *Schneideapparat für Leuchttürme* (1906), der das Blinklicht möglich machte; das *Sonnenventil* (1907), das den Leuchtturm bei Einbruch der Dunkelheit automatisch anzündete und ihn am Morgen löschte sowie den *Dalén-Mischer*, ein Gerät, welches das Gas Acetylen mit Luft mischt. Der AGA-Leuchtturm ermöglichte bei Schwedens langer Küste große personelle und materielle Einsparungen und erhöhte gleichzeitig die Sicherheit der Seefahrt. Im Jahre 1912 erhielt Gustav Dalén den Nobelpreis für Physik.

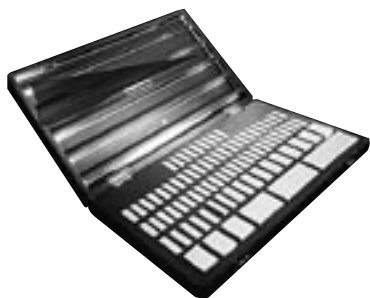
1872 begann sich *Gustaf de Laval* (1845–1913) nach verschiedenen Anstellungen und Studien in Schweden und Deutschland mit seiner später wichtigsten Erfindung, der *Milchzentrifuge*, zu beschäftigen. Er erhielt 1878 das Patent für sein erstes Modell. 1883 wurde die Separator AB (später Alfa-Laval) gegründet, um die Zentrifuge industriell herstellen und exportieren zu können. Gustaf de Laval konstruierte auch eine Melkmaschine; seine zweite große Erfindung war jedoch eine Dampfturbine mit Federungsmechanismus für die Achse, die 1892 voll ausgereift war.

John Ericsson (1803–89) zeigte schon früh ein außerordentliches technisches Talent. Im Jahre 1826 fuhr er nach England, wo er seine Lokomotive „Novelty“ konstruierte, die mit G. Stephenson's „Rocket“ konkurrierte. Er entwickelte auch Warmluftmaschinen, Sonnenfänger und andere Geräte. Sein größter Beitrag als Erfinder war jedoch die Entwicklung von *Schiffsschrauben*. Am berühmtesten wurde John Ericsson durch das Panzerboot „Monitor“, das 1862 die „Merrimac“ der Südstaaten im amerikanischen Bürgerkrieg bekämpfte. Der einzige noch existierende Monitor „Sölve“ liegt heute im Maritimen Museum in Göteborg vor Anker.

Lars Magnus Ericsson (1846–1926) bildete 1876 zusammen mit einem Freund das Telefonunternehmen L.M.Ericsson. Man begann 1878 mit der Herstellung von *Telefonen*, bekam jedoch bald darauf Konkurrenz von der amerikanischen Bell Gesellschaft. Lars Magnus Ericsson war vor allem ein tüchtiger Unternehmer, aber er hatte auch selbst viele Verbesserungsvorschläge bei der Weiterentwicklung der Telefone. Er konstruierte unter anderem Telefonschaltzentralen und legte Telefonnetze an. 1885 erfand er den *Telefonhörer*. Schon in den neunziger Jahren des 19. Jahrhunderts gründete Lars Magnus Ericsson eine Reihe von Tochterunternehmen im Ausland, da seine Produkte internationales Interesse geweckt hatten.

Carl Edvard Johansson (1864–1943) arbeitete in einer staatlichen Waffenfabrik in Eskilstuna. Dabei entdeckte er, dass die verwendeten Passstücke kein ausreichend exaktes Maß angaben. Daraufhin konstruierte er

Passstücksätze mit größerer Genauigkeit. 1901 ließen seine Passstücke nur noch Abweichungen von einem tausendstel Millimeter zu, und 1907 beantragte er das Patent für einen Kalibriersatz mit noch geringerer Abweichungstoleranz. Carl Edvard Johansson's Passstücke waren von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die schwedische und internationale Maschinenbauindustrie, besonders die amerikanische Autoindustrie.



Der Passstücksatz von Carl Edvard Johansson.

Johan Petter Johansson (1853–1943) arbeitete als Monteur in einem Industrieunternehmen und bemerkte, dass er und seine Mitarbeiter meist eine Menge verschiedener Schlüssel für alle möglichen Arten von Schrauben und Muttern bei sich haben mussten. 1888 konstruierte er eine verstellbare Universalrohrzange und 1892 patentierte er den *verstellbaren Schraubenschlüssel*. Er gründete ein Unternehmen, das später unter dem Namen Bahco bekannt wurde. Weltweit stellt man jährlich ca. 40 Millionen Schraubenschlüssel nach dem Modell von Johan Petter Johansson her. Insgesamt machte er 118 Erfindungen, von denen mehrere weltweite Verbreitung fanden und heute noch gefragt sind.



Der verstellbare Schraubenschlüssel von Johan Petter Johansson in seiner ursprünglichen Form 1892 und nach 100 Jahren Weiterentwicklung 1992.

Birger Ljungström (1872–1948) erfand und konstruierte schon als 16-Jähriger ein Fahrrad, das sich durch eine freie Radaufhängung und eine Rücktrittsbremse auszeichnete. 1892 war der erste Prototyp mit auf- und niedergehenden Tretpurbeln fertig und ging unter dem Namen *Svea-Rad* in die Serienfertigung. Er arbeitete häufig mit seinem Bruder *Fredrik Ljungström* (1875–1964) zusammen; beide erfanden neue Dampfkesseltypen sowie eine neue Dampfturbine, die *Ljungströmturbine* (1894). Weitere wichtige Erfindungen waren die Turbinenlokomotive und der *Luftvorwärmer*. Die amerikanische Gesellschaft der Maschinenbauingenieure (ASME) bezeichnete Ljungströms regenerativen Luftvorwärmer als „Meilenstein in der internationalen Geschichte des Maschinenbaus“ und als eine der größten mechanischen Erfindungen aller Zeiten. Der Luftvorwärmer besteht aus einem rotierenden Wärmeaustauscher, der die Konversionseffizienz der

Dampfkessel durch Rückführung der Wärme von den heißen Abgasen zur einströmenden Verbrennungsluft erhöht. Mehr als 20 000 Luftvorwärmer sind weltweit in Betrieb und werden immer noch von der Firma Svenska Rotormaskiner in Stockholm hergestellt.

Gustaf Erik Pasch (1788–1862), *Johan Edvard Lundström* (1815–88) und *Alexander Lagerman* (1836–1904) waren die Väter der schwedischen Streichholzindustrie. Gustaf Pasch erhielt 1844 das Patent für das *Sicherheitszündholz*. In diesem war der lebensgefährliche gelbe Phosphor, der damals in den Streichhölzern üblich war, gegen roten Phosphor ausgetauscht. Außerdem platzierte er den roten Phosphor auf der Reibfläche der Streichholzschachtel statt als Zündsatz direkt am Streichholzkopf. Johan Lundström gründete 1845 zusammen mit seinem Bruder eine Streichholzfabrik, wo er Paschs Erfindung anwendete und verbesserte. Im Jahre 1864 konstruierte dann Alexander Lagerman die erste *automatische Streichholzmaschine* für die Massenfabrikation. Die „komplette“ Maschine, die er entwarf, stellte sowohl Streichholzschachteln als auch Streichhölzer vollautomatisch her und lieferte gefüllte Schachteln fertig zum Verkauf.

Alfred Nobel (1833–96) war lediglich 29 Jahre alt, als er sein Patentgesuch für einen Zündhut für Nitroglyzerin und Salpetersäure einreichte. Nitroglyzerin explodierte jedoch immer noch bei der geringsten Erschütterung. 1866 entdeckte Alfred Nobel, dass Nitroglyzerin aus einer zerbrochenen Flasche ausgelaufen und von Kieselgur absorbiert worden war, die den Behälter vor Erschütterungen schützen sollte. Er stellte fest, dass die Mischung stabil und hantierbar war, obwohl das Nitroglyzerin seine explosiven Eigenschaften behielt. Das *Dynamit* war damit erfunden. Die Nobelunternehmen schossen in ganz Europa wie Pilze aus dem Boden, und die Produktion stieg von 11 Tonnen im Jahr 1867 auf 66 000 Tonnen 1895. Bei seinem Tod im Jahre 1896 war Alfred Nobel Inhaber von 355 Patenten. In seinem Testament stiftete Alfred Nobel die Nobelpreise für Physik, Chemie, Medizin/ Physiologie, Literatur und für Frieden. Erstmals wurde der Nobelpreis im Jahre 1901 verliehen.

Frans Wilhelm Lindqvist (1862–1931) entwickelte zusammen mit seinem Bruder den *Petroleumkocher*, den er Ende der achtziger Jahre des 19. Jahrhunderts patentieren ließ. Zusammen mit einem Fabrikbesitzer begann er den Petroleumkocher unter dem Namen *Primus* herzustellen. Davon wurden ungefähr 50 Millionen Exemplare verkauft. Ein geschickter Verkaufsstrategie, B.A. Hjort, hatte großen Anteil am Erfolg des Primuskochers — und auch des verstellbaren Schraubenschlüssels. Für beide hatte er das alleinige Verkaufsrecht weltweit.

Sven Wingquist (1876–1953) gilt als der Vater des *Kugellagers* — eine Erfindung von revolutionärer Bedeutung für mechanische Konstruktionen. Im Jahre 1907 erfand er das sphärische Kugellager. Er gründete auch die Schwedische Kugellagerfabrik (SKF) — das Unternehmen ist noch heute der weltweit führende Hersteller von Industriekugellagern.

SKF betreibt eine intensive Produktentwicklung, was zur Verbesserung bereits vorhandener Produkte und zur Entwicklung völlig neuer Erzeugnisse geführt hat. Mehrere Generationen sphärischer Kugellager sind ein gutes Beispiel dafür. Ein neues Produkt von großer Bedeutung ist das *CARB-Ringlager*, das von *Magnus Kellström* bei SKF in Göteborg entwickelt worden ist. CARB kann schwere Lasten hantieren, auch wenn es dabei zu Veränderungen in der Ausrichtung und in der Achsenaus-

dehnung im Lager kommt. CARB ermöglicht leichteres Design und leichtere, preiswertere Maschinen.

Interessant ist auch, dass Schwedens großer Automobilhersteller Volvo 1915 als frühes Nebenprodukt von SKF gegründet wurde.

Jonas Wenström (1855–93) erfand das *elektrische Dreiphasensystem*, das drei Phasen anstelle der gebräuchlichen zwei besitzt. Er gilt zusammen mit Nikola Tesla als der Vater des Dreiphasenwechselstroms. (Laut eines Gerichtsentscheids war Wenström der Erste.) Er machte eine ganze Reihe elektrischer Erfindungen und entwickelte den klassischen Generator für Gleichstrom. Seine Erfindungen bildeten die Grundlage für die multinationale ASEA-Gesellschaft (heute zur Hälfte Eigner der schwedisch-schweizerischen ABB), deren Startkapital vor allem von den Prozenten stammte, die Jonas Wenström für das Patent auf das Dreiphasensystem erhielt.

NEUERE SCHWEDISCHE ERFINDUNGEN

Die im Folgenden vorgestellten neueren Erfindungen wurden erst nach 1945 entwickelt. Viele dieser Produkte begegnen uns im Alltag, andere sind von großer Bedeutung für die Industrieproduktion.

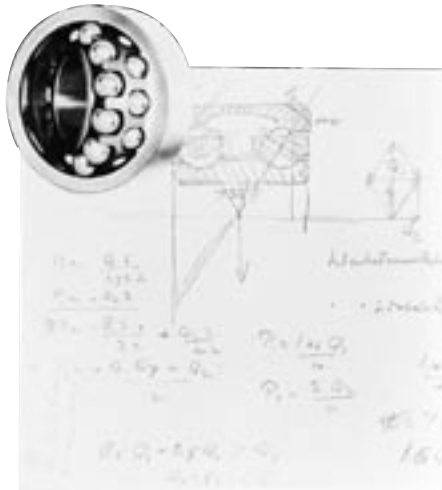
Erfindungen und Entwicklungen in der Maschinenbauindustrie sind immer noch wichtig. Sie haben jedoch eine starke Konkurrenz im medizinischen Gerätebau, in der Pharmaindustrie, Elektronik und in der Hochtechnologie bekommen.

Für die Forschung und Entwicklung unserer Zeit ist eine umfassende Zusammenarbeit im Team typisch, die jedoch immer noch von der genialen Ausgangsidee eines Einzelnen oder mehrerer kluger Köpfe ausgeht.

Technische Erfindungen

Tetra Pak (1951) ist eine Erfindung für die Verpackung, die Verwahrung und den Vertrieb von flüssigen Lebensmitteln wie z.B. Milch und Saft. Ruben Rausing (1895–1983) entwickelte diese Erfindung von *Erik Wallenberg* (1915–99) gemeinsam mit diesem und anderen und gründete das Unternehmen Tetra Pak. Seit der Herstellung der ersten Verpackung (1952) sind zahlreiche neue Verpackungen entwickelt worden, darunter die bekannteste und am meisten verbreitete *Tetra Brik*. 1991 kaufte Tetra Pak Alfa Laval auf. Die neue Konzerngruppe Tetra Laval umfasst Tetra Pak, Alfa Laval und DeLaval und wird von den Enkeln Ruben Rausings geleitet. 2002 erzielte die Gruppe einen Umsatz von 7,6 Mrd. EUR und vertrieb ihre Produkte in über 165 Ländern.

Die Übertragung von *Hochspannungsgleichstrom* wurde unter der Leitung von *Uno Lamm* (1904–89) bei ASEA (heute ABB) entwickelt. Diese Arbeit nahm mehrere Jahre in Anspruch, wobei viele Teillösungen patentiert wurden. Das System wurde 1954 zum ersten Mal bei der Verlegung eines Elektrizitätskabels vom schwedischen Festland zur Insel Gotland in größerem



Sven Wingquists erste Skizze (1901) des sphärischen Kugellagers.

Rahmen erprobt. Besonders bemerkenswert war dabei, dass man nur einen Leiter zu verlegen brauchte, denn das umgebende Meerwasser wurde als der andere Stromleiter benutzt. Nach dem Gotland-Kabel wurden viele ähnliche Kabelprojekte durchgeführt, und heute benutzt man Spannungen bis zu 1 000 Kilovolt. ABB ist weiterhin ein weltweit führender Hersteller von Hochspannungskabelanlagen. Im Jahr 2002 belieferte ABB sechs von sieben größeren Projekten für Hochspannungskabelanlagen auf dem Weltmarkt.

Die Zugkraft einer Lokomotive ist oft so gewaltig, dass ihre Räder zu rutschen beginnen. Eine schwedische Forschergruppe unter Leitung von *Tore Nordin* fand 1960 eine Lösung für dieses Problem. Die Forscher verwendeten *Thyristoren* zur besseren Übertragung der Zugkraft auf die Räder unabhängig von der Ladung. Mit Thyristoren ausgestattete Lokomotiven wurden von ABB hergestellt und waren ein schwedischer Exportschlager. Heute werden sie von einem ausländischen Hersteller produziert.

Per Oscar Persson und *Göran Lundahl* entwickelten 1961 ein Schnellverfahren zum Einfrieren von Gemüse in flüssigem Stickstoff, das *Flofreeze*-Verfahren in einem Unternehmen namens Frigo Scandia Equipment. Bei dieser Methode wird das Gemüse während des Einfrierens ausgebreitet und separiert. Im Jahr 2002 erwirtschaftete das Unternehmen einen Umsatz von etwa 150 Mio. USD.

Das *AXE-System* zum vollautomatischen Telefonieren mit computergesteuerten Telefonschaltzentralen wurde in Zusammenarbeit zwischen der Schwedischen Telekom (heute Telia) und Ericsson im gemeinsamen Entwicklungsunternehmen Ellemtel entwickelt; die Herstellung erfolgt bei Ericsson. *Bengt Gunnar Magnusson* (1925–95) war der Entwicklungsleiter, von dem auch die ursprüngliche Idee stammte. Die erste AXE-Anlage wurde 1976 in Betrieb genommen. Das System bietet dem Fernsprechteilnehmer viele Dienste an, wie das Wecken, die automatische Anrufweiterleitung, die Einprogrammierung häufig benutzter Telefonnummern u.a.m. Das AXE-System ist bis jetzt in über 135 Länder verkauft worden. Während der letzten Jahre konnte Ericsson einen Anteil von 40% des Weltmarktes für *zellulare Funktelefonsysteme* erobern — durch die Lieferung von AXE-Mobilfunkvermittlungen, Radio-Bodenstationen, Funktelefoneräten und technischen Service. An der Spitze der Gruppe, die diese Technologie bei Ericsson Radio Systems ursprünglich entwickelte, stand *Åke Lundquist*.

Im Jahre 1979 entdeckte *Sven Torbjörn Lagerwall* gemeinsam mit *Noel Clark* die *ferroelektrischen Kristalle in flüssiger Form*. Diese Technik ermöglicht die Herstellung dünner und flacher Bildschirme. 1985 erwarb die Firma Canon die Lizenz für den flachen Bildschirm und begann 1994 mit der Serienfertigung. Die FLC-Technologie hat einen extrem hohen Auflösungsgrad, eine große Bildfläche und reagiert sehr schnell.

Åke Hörnell hat einen *Schutzhelm mit speziellem Schweiß-Sichtschutz* entwickelt, welcher vor dem Schweißen transparent ist und sich während des Schweißens automatisch dadurch verdunkelt, dass flüssige Kristalle im Sichtschutz auf den Schweißbogen reagieren. Der Schweißer hat dadurch beide Hände frei und bekommt keine „roten Augen“. Der Schutzhelm wird weltweit von Hörnells eigenem Unternehmen und Einzelhändlern vertrieben.

Håkan Lans gilt als einer der kreativsten Erfinder Schwedens. Er hat beispielsweise den *Digitizer* — einen Vorgänger der Computermouse — sowie die grundlegenden Prinzipien der *farbigen Graphik* in Computern erfunden. Darüber hinaus geht auf ihn die Weiterentwicklung des satellitengestützten Navigationssystems GPS (Global Positioning System) zum *GP&C Total System* zurück, das in Flugzeugen, Schiffen und anderen Verkehrsmitteln zur Anwendung kommt. Das GP&C Total System gibt Auskunft über die exakte Position eines Verkehrsmittels (Auto, Schiff oder Flugzeug) und macht Angaben über sämtlichen übrigen Verkehr im jeweiligen Gebiet. Das System von Lans ist seit 1999 weltweiter Standard in der Seefahrt und seit 2000 in der zivilen Luftfahrt.

In den 90er Jahren wurde in einem von *Mats Leijon* geleiteten Projekt bei ABB ein neuer Generator, bekannt unter dem Namen *Power Former* entwickelt, der Hochspannung für die direkte Einspeisung ins Netz — ohne Zwischenumwandlung — erzeugt. Der Generator basiert auf einer revolutionären und unkonventionellen Technik, mit der *Motorformer* (ein Hochspannungsmotor) und auch *Boxerformer* (ein Transformator für Eisenbahnsysteme) entwickelt wurden.

Medizinischer Fortschritt!

In den dreißiger Jahren führten die beiden Forscher *Nils Löfgren* (1915–1967) und *Bengt Lundqvist* umfangreiche Experimente durch und hatten 1943 das *örtliche Betäubungsmittel LL-30* hergestellt. Im gleichen Jahr übernahm das Pharmaunternehmen Astra die Entwicklungsarbeit, und 1948 produzierte man das örtliche Betäubungsmittel *Xylocain®*. Durch seine sofortige Wirkung revolutionierte Xylocain die Anästhesie. Nils Löfgren war auch an der Forschung zum örtlichen Betäubungsmittel *Citanest®* beteiligt, das bei ähnlicher Struktur weniger Nebenwirkungen als Xylocain zeigte.

Arne Tiselius (1902–71) entwickelte mit der *Elektrophorese* in den vierziger Jahren die Methode zur Proteinanalyse. Er erhielt dafür 1948 den Nobelpreis. Die Elektrophorese basiert auf den verschiedenen Ladungen der Moleküle in verschiedenen Einbettungen. Die Moleküle können negativ oder positiv geladen sein. Bei der Elektrophorese werden sie in ein Gel eingebettet, z.B. Sephadex (siehe unten), und darin einem elektrischen Feld ausgesetzt, in dem die Moleküle unterschiedliche Richtungen und Geschwindigkeiten erhalten und somit voneinander getrennt werden können. Die Arbeit von Arne Tiselius wurde von anderen schwedischen Forschern zu neuen Analysemethoden weiterentwickelt: z.B. die fokussierende Elektrophorese, die Zonen-Elektrophorese und die isoelektrische Fokussierung.



Verpackungen von Tetra Pak.

Diese Analysemethoden waren sehr wichtig für die medizinische und biologische Forschung.

In den vierziger Jahren hatte *Arvid Wretling* die Idee einer vollständigen *intravenösen Nahrungszufuhr* als Alternative für Patienten, die nicht selbst essen können. Damals hielt man die Idee für bizarr und praktisch undurchführbar. Wretling entwickelte *Intralipid®*, eine Fett-emulsion, die 1962 auf den Markt kam.

Die *Osseointegration* ist eine Erfindung von *Per-Ingvar Brånemark* aus den frühen fünfziger Jahren. Sie basiert auf der Entdeckung, dass der menschliche Körper, der normalerweise Fremdkörper abstößt, das Metall Titan dauerhaft trägt. Diese Erfindung wird gegenwärtig hauptsächlich in Form des *Brånemark System®* Zahnimplantats eingesetzt. Die Firma Nobel Biocare, die diese Produkte entwickelt und herstellt, hat einen Jahresumsatz von ca. 311 Mio. SEK (2002).

Anfang 1950 begann *Hellmuth Hertz* (1920–90) mit seinen Forschungen, um den *Ultraschall* für medizinische Untersuchungen nutzbar zu machen. Der schwedische Arzt Inge Edler erzählte Hertz, dass er nach einer unblutigen Methode für Herzuntersuchungen suche. Die Echokardiographie war eine Revolution auf dem Gebiet der Herzdiagnostik. Im Jahre 1977 erhielten Hertz und Edler den amerikanischen Laskerpreis, der mit dem Nobelpreis vergleichbar ist.

Sephadex wurde 1958 von den schwedischen Forschern *Björn Ingelman*, *Per Flodin* und *Jerker Porath* entdeckt. Es besteht aus Molekülen des Polysaccharids Dextran, die miteinander so verbunden werden konnten, dass ein dreidimensionales Netzwerk entstand. Diese Entdeckung führte zur Weiterentwicklung der Trennungstechnik Elektrophorese. Die reinigenden und absorbierenden Eigenschaften von *Sephadex* wurden für das Wundmittel *Debrisan®* (1973) genutzt. Die Entdeckung dieser neuen Eigenschaften geht auf *Ulf Rothman* zurück.

Rune Elmquist (1906–96) entwickelte 1958 einen kleinen *batteriebetriebenen Herzschrittmacher*, der einem Herzkranken unter die



Eine Knochenzelle wächst auf einer Titanoberfläche.

Wussten Sie, dass...

- Stockholm im Jahre 1885 die größte Telefondichte der Welt besaß, sowohl was die Gesamtzahl der Telefone betraf, als auch die Zahl der Telefone per Einwohner.
- der Name Nobel unter anderem durch die Sprengungen des Sankt Gotthardstunnels, des Hells Gate-Grundes in New York und des Panamakanals weltweit berühmt wurde.
- der Reißverschluss zwar einen amerikanischen Erfinder hatte, aber dem Schweden Gideon Sundbäck als Erstem eine gut funktionierende Konstruktion gelang.
- die Systemkamera von Victor Hasselblad sowohl im Weltraum bei der Erkundung des Mondes als auch im menschlichen Körper, z.B. bei Lennart Nilssons Dokumentation der Entstehung des Lebens, unentbehrlich war.
- der Drei-Punkt-Sicherheitsgurt von Nils Bohlin (1920–2000) alle sechs Minuten ein Leben rettet und als eine der wichtigsten Entwicklungen überhaupt für die Verkehrssicherheit weltweit angesehen wird.

Haut operiert werden konnte. Dieser sendet dann elektrische Impulse aus und veranlasst damit den Herzmuskel zu normalen regelmäßigen Kontraktionen. Im gleichen Jahr operierte *Åke Senning* den ersten Herzschrittmacher — erstmalig in der Welt — im Karolinska-Krankenhaus in Stockholm ein. *Rune Elmqvist* erfand auch 1948 den sogenannten *Mingografen*, einen *Tintenstrahlschreiber*, der schnelle Veränderungen registrieren konnte und u.a. in EKG-Geräten benutzt wird.

Weitere medizintechnische Erfindungen sind die künstliche Niere (1965), die als Dialysemethode von *Nils Alwall* (1904–1986) und *Lennart Östergren* entwickelt wurde, und das *Gamma Knife* für Gehirnoperationen (1968), entwickelt bei Elekta von *Lars Leksell* (1907–86). Das *Gamma Knife* ist kein Messer im herkömmlichen Sinne, sondern nutzt hochpräzise in einem Zielpunkt gebündelte Gammastrahlen zur Behandlung von Gehirnverletzungen. Es ist eine unblutige Methode und der Patient kann nach dem Eingriff in der Regel noch am gleichen Tag die Klinik wieder verlassen.

Die schwedische Pharmaindustrie begann Anfang der sechziger Jahre mit Forschungsprojekten, denen der Rezeptormechanismus des menschlichen Körpers zu Grunde lag. Dies führte zur Herstellung der sogenannten *Beta-blocker*. Einige der wichtigsten Arzneimittel dieser Gruppe sind *Aptin®* (1965), ein Mittel gegen Angina pectoris und unregelmäßigen Herzrhythmus, *Bricanyl®* (1966), eine Asthmadiazin, die keine Nebenwirkungen auf den Herzrhythmus zeigt, und *Seloken®* (1970), ein selektiver Betablocker, der den Blutdruck senkt.

Losec® gehört zu einer neuen Generation von Medikamenten gegen Magengeschwüre und

hindert bestimmte Zellen im Magen daran, Salzsäure zu produzieren. *Losec®* wird von Astra Zeneca hergestellt und vertrieben und wurde von dessen Tochterunternehmen, der Hässle AB, entwickelt. Mit der Forschung begann man 1969, und 1988 wurde *Losec®* in Schweden als Arzneimittel anerkannt. *Losec®* ist das Arzneimittel mit dem weltweit größten Absatzmarkt und wird in über 100 Ländern vertrieben. Im Jahr 2000 belief sich der Umsatz weltweit auf 5,1 Mio. USD. *Nexium®*, Astra Zenecas Nachfolgepräparat von *Losec*, hat ebenfalls Marktanteile gewonnen. Es basiert auf einem einfacheren Molekül und hat weniger Nebenwirkungen.

Die Abgabe einer gleichbleibend genauen Dosis eines Medikaments ist oftmals ein Problem. *Kjell Wetterlin* entwickelte bei Astra Draco den *Turbobaler*, einen Inhalator, der Asthmadiazin an die Lungen abgibt. Er wird auf die Abgabe einer abgemessenen Menge Arzneimittel eingestellt und der Patient kontrolliert die Dosis durch die Stärke seiner Inhalation. Experimente sollen nun zeigen, ob das Gerät auch für die Dosierung anderer Medikamente geeignet ist.

Das sind auch Schweden!

Carl Richard Nyberg (1858–1939) erfand 1881 die *Lötlampe*.

Baltzar von Platen (1898–1984) konstruierte 1921 zusammen mit *Carl Munters* einen *Kühlschrank ohne bewegliche Teile* und stellte 1953 die ersten *synthetischen Diamanten* her.

Theodor „The“ Svedberg (1884–1971) konstruierte 1924 die *Ultrazentrifuge* zur Bestimmung von Molekulargewichten. Er erhielt 1926 den Nobelpreis für Chemie.

Victor Hasselblad (1906–1978) entwickelte 1948 eine *Präzisionskamera mit einem System austauschbarer Objektive, Magazine und Sucher*, die auf der einäugigen Spiegelreflexkamera aufgebaut war. Einen großen Erfolg verbuchte *Victor Hasselblad*, als seine Kamera in der amerikanischen Raumfahrt bei der *Monderkundung* eingesetzt wurde.

Nils Bohlin entwarf den *Drei-Punkt-Sicherheitsgurt*, der bereits 1959 bei Volvo Standard wurde.

Bertil Aldman (1925-98) entwarf 1963 den *rückwärtsgerichteten Kindersitz*.

Bengt Gafefelt entwickelte 1976 den *Turbomotor* für normale Saab-PKW.

Hilding Månström präsentierte 1978 *Eisenbahnwaggons mit automatischer Entladeeinrichtung*.

Lennart Brandt entwickelte 1983 den *Motorbootmotor mit Aquamatikantrieb zum Duoprop-Propeller* mit zwei gegenläufigen Propellern auf einer Achse weiter.

¹ Alle Arzneimittel werden unter ihrer schwedischen Bezeichnung aufgeführt.

Das Schwedische Institut (SI) ist eine staatliche Einrichtung mit dem Auftrag, im Ausland über Schweden zu informieren. Es gibt in zahlreichen Sprachen eine breite Palette von Veröffentlichungen über verschiedene Aspekte der schwedischen Gesellschaft heraus.

Dieser Tatsachenbericht ist Teil des Informationsdienstes des SI und darf unter Angabe der Quelle als Hintergrundinformation verwendet werden.

Für nähere Auskünfte wenden Sie sich bitte an die Schwedische Botschaft bzw. das Schwedische Konsulat in Ihrem Land, oder das **Schwedische Institut**: Box 7434, SE-103 91 Stockholm, Schweden
Besuchsadresse: Skeppsbron 2, Stockholm
Tel: +46-8-453 78 00 Fax: +46-8-20 72 48 E-mail: si@si.se Internet: www.si.se www.sweden.se