

Pioniere des Verkehrs - Band II

Eine Auswahl von Kurzbiographien zur Einführung in die Verkehrsgeschichte

Monograph**Author(s):**

Baerlocher, Daniel; Blättler, Peter; Bollinger, Urs; Brühwiler, Andreas; Canevascini, Fabio; Colbach, Philippe; Helg, René; Kim, Esther; Kisseleff, Roland; Kleidt, Michael; Mettler, Markus; Nilles, Pierre; Oblozinska, Zlata; Pauling, Anja; Reuter, Christoph; Rietmann, Philipp; Schläfli, Max; Zimmerli, Thomas

Publication date:

1995-12

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000047976>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

IVT Schriftenreihe 109

Pioniere des Verkehrs - Band II

Eine Auswahl von Kurzbiographien zur
Einführung in die Verkehrsgeschichte

erarbeitet von Studenten der Vertiefungsrichtung
Planung und Verkehr:

Daniel Baerlocher, Peter Blättler, Urs Bollinger,
Andreas Brühwiler, Fabio Canevascini,
Philippe Colbach, René Helg, Esther Kim,
Roland Kisseleff, Michael Kleidt, Markus Mettler,
Pierre Nilles, Zlata Oblozinska, Anja Pauling,
Martin à Porta, Christoph Reuter, Philipp
Rietmann, Max Schläfli, Thomas Zimmerli

Leitung und Redaktion:

Prof. Carl Hidber
Rolf Schilling, dipl. Geogr.

Schriftenreihe des IVT Nr. 109

Zürich, Dezember 1995

Inhalt	Seite	Inhalt	Seite
Vorwort	III		
Luftfahrt		Motoren und Technik	
Joseph de Montgolfier (1740 - 1810) Etienne de Montgolfier (1745 - 1799) von <i>Christoph Reuter</i>	1	Nicolaus August Otto (1832 - 1891) von <i>Thomas Zimmerli</i> und <i>Peter Blättler</i>	45
Otto Lilienthal (1848 - 1896) Gustav Lilienthal (1849 - 1936) von <i>Roland Kisseleff, Michael Kleidt</i> und <i>Markus Mettler</i>	4	R. W. Thomson (1822 - 1873) J. B. Dunlop (1840 - 1921) von <i>Anja Pauling</i>	49
Wilbur Wright (1867 - 1912) Orville Wright (1871 - 1948) von <i>Esther Kim</i>	12	Infrastruktur	
Louis Blériot (1872 - 1936) von <i>Pierre Nilles</i>	18	Pierre-Paul Riquet (1604 - 1680) Der Canale du Midi von <i>Zlata Oblozinska</i>	54
Walter Mittelholzer (1894 - 1937) von <i>Max Schläfli</i>	22	Marc Isambard Brunel (1769 - 1849) Der Themse Tunnel von <i>Urs Bollinger</i>	58
Raumfahrt		Eduard Sulzer-Ziegler (1854 - 1913) Der Simplontunnel von <i>Fabio Canevascini</i>	64
Jules Verne (1828 - 1905) von <i>René Helg</i>	26	Der Channel Tunnel (Bauzeit 1987 - 1995) von <i>Daniel Baerlocher</i>	68
Hermann Oberth (1894 - 1989) von <i>Andreas Brühwiler</i>	30		
Wernher von Braun (1912 - 1977) von <i>Philipp Rietmann</i> und <i>Philippe Colbach</i>	33		
Neil Armstrong (1930 -) von <i>Martin à Porta</i>	41		

Vorwort

Auch in diesem 2. Band über die *Pioniere des Verkehrs* sind - mit einer Ausnahme - Studenten die Autoren der Kurzbiographien. Methodisches Ziel im Rahmen der Vorlesung "Verkehrskonzepte" war das Üben verständlicher und prägnanter Darstellungen von manchmal komplexen Sachverhalten und Begebenheiten.

Natürlich konnte und sollte keine Vollständigkeit der Pionierleistungen im Verkehrswesen erreicht werden. Diesmal ergibt sich jedoch ein thematischer Schwerpunkt bei der Luft- und Raumfahrt. Er reicht von den Gebrüdern Montgolfier bis zu Walter Mittelholzer und von Jules Verne bis zu Neil Armstrong. Aber auch entscheidende Inventionen in der Motoren- und Fahrzeugtechnik sowie die Konzeption und Umsetzung grosser Infrastrukturprojekte werden behandelt. Letztere stellen zwar zumeist Gemeinschaftswerke dar, wurden aber zumindest in der Vergangenheit nur dank dem Einsatz und der Willenskraft einer einzigen, charismatischen Persönlichkeit realisiert. Der Bogen spannt sich hier vom Canal du Midi bis zum Channel Tunnel.

Den ehemaligen Studenten möchte ich für ihre Beiträge besonders danken und vor allem auch Herrn R. Schilling, dipl. Geogr., der die Redaktion übernommen hat und damit um möglichst durchgehende Qualität dieses zweiten Bandes besorgt war.

Prof. C. Hidber

Joseph und Etienne Montgolfier

Christoph Reuter

Michel-Joseph Montgolfier wird am 26. August 1740 im französischen Vidalon geboren und von seinen Zeitgenossen als hochgewachsener, etwas bulliger Kerl beschrieben. In der Primarschule von Annonay glänzt er durch Eigensinn und Faulheit. Es wird ihm allerdings ein aussergewöhnliches Gedächtnis zugeschrieben, das er jedoch vor allem zu Bastler- und Tüftlerarbeiten einsetzt.



Bild 1: Joseph de Montgolfier

Der Vater steckt den Dreizehnjährigen ins Gymnasium von Tournon, von wo er schleunigst abhaut, um sich im südlichen Rhônetal der Feldarbeit zu widmen. Nach einem Sommer spürt ihn die Familie auf und zwingt ihn, das Theologiestudium wieder aufzunehmen. Er reisst abermals aus, flieht diesmal nach Norden, wo er sich für einige Monate in eine Hütte in der Nähe von St-Etienne zurückzieht. Ganz im Sinne Rousseaus ernährt er sich von selbst gefangenen Bachforellen und verdient sich einige Pfund mit der Gewinnung von Farbstoffen aus Lehm. Sein Hauptinteresse aber gilt chemischen und mechanischen Experimenten, die er mit Hilfe einiger mathematischer Lehrbücher durchführt. Bei der zweiten Heimkehr seines Sohnes sieht Pierre Montgolfier ein, dass sein Sohn zum Pfarrer nicht taugt; er schickt ihn nach Paris, um Wissenschaften zu studieren. Das tut der Spross so fleissig, dass er zwar im "Café Procope" die Bewunderung der Gelehrten auf sich zieht, aber schon bald kein Geld mehr hat.

Nach einer Anstellung im väterlichen Betrieb übernimmt der Zwanzigjährige von 1760 bis 1774 mit seinem Bruder Augustion die Papierfabrik in Rives-sur-Fure. 1771 hat er seiner Cousine Thérèse Filhol so lange nachgestellt, dass der Vater der Heirat zustimmt. Ab 1774 führt er eine eigene Papierfabrik in Voiron, wo er sich mehrere Laboratorien einrichtet. Aufgrund seines mangelnden Geschäftssinns und der durch seine Experimente aufgehäuften Schulden wird er den Betrieb 1797 wieder verkaufen müssen.

Nachdem er von 1780 bis 1781 erfolgreich Recht studiert hat, entwickelt und perfektioniert Joseph Montgolfier zwischen 1782 und 1784 gemeinsam mit seinem Bruder Etienne den Heissluftballon. Am 4. Juni 1783 hob im französischen Annonay ein 770 Kubikmeter grosses Ding ab. Es schwebte über dem Place des Corderlins, stieg auf bis 2000 m Höhe, trieb zweieinhalb Kilometer nord-nordwestlich und landete nach zehn Minuten auf einem Weinberg. Das Experiment vom 4.

Juni 1783 bringt beiden internationalen Ruhm, Aufnahme in die Académie Français und die Freimaurerloge sowie dem Vater den vererbaren Adelstitel. 1797 zieht Joseph nach Paris, wo er nach einer Phase krasser Armut zahlreiche Ämter übernehmen kann. Ab Januar 1800 ist er Administrator des “Conservatoire des Art et Métiers”, einer Forschungsstätte, die in Frankreich eine Industrie nach dem Vorbild Englands fördern soll.

1803 schlägt ihn Napoleon Bonaparte zum “Chevalier dans la Légion d’Honneur”; dies nicht zuletzt aufgrund der von Ballonen geleisteten Dienste in der Schlacht bei Fleures (1794). Am 16.2.1807 wird Joseph de Montgolfier Titularmitglied des “Institut National”, wo er den Lehrstuhl von Coloumb übernimmt. Ab 1799 unterrichtet er seinen Grossneffen Marc-François Seguin, der später unter anderem die erste Passagierlinie Frankreichs erstellte (1826-1832). Seit einem Schlaganfall einseitig gelähmt, stirbt Joseph de Montgolfier, Erfinder von Heissluftballon und Fallschirm, im Kurort Balaruc am 26. Juni 1810 im Alter von 70 Jahren.

Etienne de Montgolfier erblickt am 6. Januar 1745 in Viadalon das Licht der Welt. Er ist das fünfzehnte Kind des Pierre Montgolfier und dessen Gattin Anne Duret. Von ihm ist bekannt, dass er das Gymnasium Sainte-Barbe in Paris besuchte und dort wissenschaftliche Fächer belegte. Nach diesem Studium arbeitete er drei Jahre lang als Lehrling bei dem Architekten Soufflot (u.a. Pantheon in Paris). Anschliessend war er als selbständiger Architekt tätig. Heute kann allerdings keines seiner Bauwerke mehr identifiziert werden.

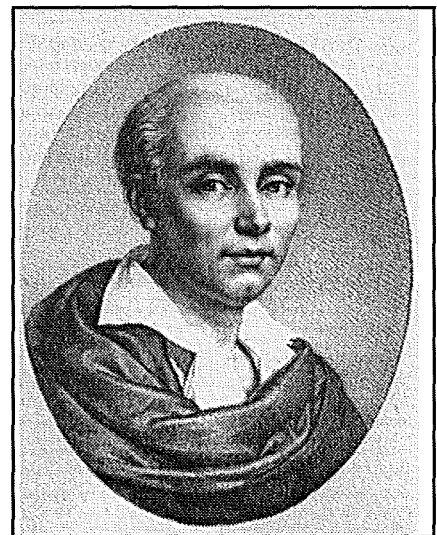


Bild 2: Etienne de Montgolfier

1772 ruft der Vater den 27jährigen zurück, um die Papierfabrik in Announy zu leiten. Sein methodisches und zielgerichtetes Denken und Arbeiten sind für diese Bevorzugung gegenüber den älteren Geschwistern ausschlaggebend. Im Gegensatz zu seinem Bruder Joseph ist Etienne ein erfolgreicher Geschäftsmann. 1774 ehelicht er Marie Adelaïde Bron, eine Arzttochter, die das Nonnendasein aufgegeben hatte.

Nach der Entwicklung des Heissluftballons widmet sich Etienne nicht vornehmlich einer akademischen Laufbahn, wie sie sein Bruder einschlug, sondern führte seine Geschäfte fort und erlangte als Lokalpolitiker eine gewisse Bedeutung. Dennoch wurde er von den Gelehrten seiner Zeit, welche er während seines Studiums in Paris kennengelernt hatte, als kompetenter Wissenschaftler und bescheidener Mensch geschätzt. Auf dem Weg ins heimatliche Viadalon erliegt Etienne de Montgolfier am 1. August 1799 im Alter von 54 Jahren einer Herzschwäche.

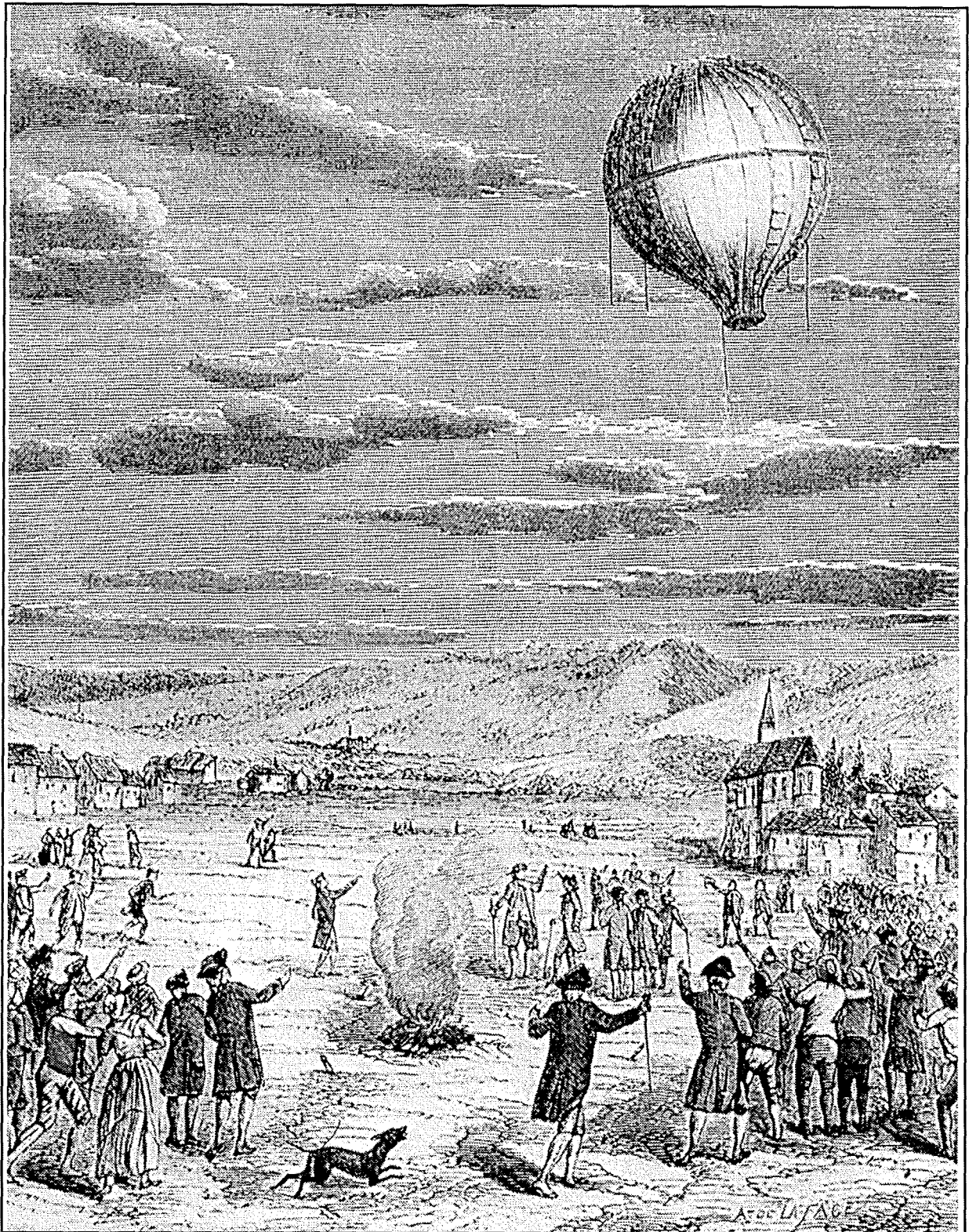


Bild 3: Der 4. Juni 1783

Literatur

[1] Faure, Michel: Les frères Montgolfier et la conquête de l'air, 1983

[2] Gillespie, Charles C.: The Montgolfier Brothers and the Invention of Aviation 1783-1784

Die Gebrüder Otto und Gustav Lilienthal

Roland Kisseleff, Michael Kleidt und Markus Mettler

Kindheit und Jugend

Carl Wilhelm Otto Lilienthal wurde am 23. Mai 1848 im vorpommerischen Städtchen Anklam geboren. Eineinhalb Jahre später, am 9. Oktober 1849, kam sein Bruder Louis Wilhelm Gustav zur Welt. Ihr Vater Gustav Lilienthal war als Tuchhändler ein erfolgreicher Kaufmann. Das Engagement des Anklamer Tuchhändlers für die bürgerliche 48er-Revolution beantworteten die vorpommerischen Gutsherren und Grossgrundbesitzer mit dem Boykott seines Ladens. Gustav Lilienthal zerbrach an dieser Entwicklung und hoffte auf eine neues Leben in Amerika, doch während der Reisevorbereitungen zog er sich eine Lungenerkrankung zu und starb im April 1861 im Alter von 43 Jahren.

Seine Frau Karoline blieb mittellos mit den beiden Söhnen und zwei Töchtern, Maria und Anna, zurück. Die damals drei Monate alte Anna verstarb ebenfalls kurz darauf. Um ihren Lebensunterhalt zu verdienen, eröffnete die ausgebildete Sängerin bei Rellstab in Berlin ein Putzgeschäft und verschaffte ihren Kindern eine gute Ausbildung.

Schon als Kinder hatten Gustav und Otto den Wunsch, wie Vögel fliegen zu können. Stundenlang beobachteten sie den Vogelflug, vor allem den Segelflug der Störche. Was dem Storch mit seinen breiten Schwingen möglich ist, müsste doch auch dem Menschen gelingen. So bauten die beiden 1862 ihre erste Flugmaschine: Ein Paar zwei Meter lange Flügel, die an die Arme gebunden wurden. Der erste fehlgeschlagene Flugversuch entmutigte die Brüder keineswegs. Damals wurde die Lösung des Flugproblems, wenn überhaupt, ausschliesslich vom lenkbaren Ballon erwartet. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts gelang es zwar den Brüdern Montgolfier, einen Ballon zu bauen, mit dem man sich frei durch die Luft bewegen konnte, doch handelte es sich hier nur um das "Schwimmen" eines mit "leichter" (warmer) Luft gefüllten Ballons in "schwerer" (kalter) Umgebungsluft. Obwohl alle früheren Flugversuche mit Flügeln, wie die vom Österreicher Jakob Degen (1807) oder von Albrecht Ludwig Berblinger, dem Schneider von Ulm (1810), misslangen, wollten die Gebrüder Lilienthal um jeden Preis fliegen lernen wie Vögel.



*Bild 1: Otto (links) mit 14 Jahren,
Gustav mit 13 Jahren*

Ausbildung

Otto wechselte 1864 auf die Gewerbeschule in Potsdam, die er zwei Jahre später mit einem ausgezeichneten Examen abschloss. Danach ging er nach Berlin, wo er ein Jahr als Praktikant bei der Maschinenfabrik Schwartzkopf arbeitete.

Im Herbst 1867 schrieb sich Otto für das Mechanik-Studium an der Berliner Gewerbe-Akademie ein, während Gustav eine Lehre auf dem Bau machte. Im Sommer desselben Jahres hatten sie ein Schlagflügel-Experimentiergerät aus Pasanderholz und Gänseschwungfedern gebaut und auf dem Dachboden des Elternhauses erprobt.

Im Sommer 1868 bauten sie einen neuen Flügelschlagapparat aus Weidenruten und einer Flügelfläche von 16 Quadratmetern, der ihnen weitere Erkenntnisse über die Gesetze des Luftwiderstandes brachte. Während sie beim ersten Modell noch mit beiden Beinen gleichzeitig treten mussten, um die Flügel zu bewegen, gelang es ihnen nun, die Flügel durch eine abwechselnde Tretbewegung zum Schlagen zu bringen. 1869 zog Gustav zu seinem Bruder nach Berlin für ein Studium an der Bau-Akademie, das er nach zwei Jahren ohne Abschluss beendete.



Bild 2: Otto als Student 1870

Dort teilten sie notgedrungenermassen die Lebensumstände des Grossteils der damaligen Bevölkerung und bewohnten eine Dachkammer gemeinsam mit einem Droschkenkutscher. Erst als Otto ein Stipendium von 300 Talern jährlich bekam, änderte sich ihr bescheidenes Dasein.

Nach sechs Semestern an der Gewerbeakademie machte Otto sein Examen. Noch während der letzten Prüfungen brach der deutsch-französische Krieg aus, und Otto zog als Gardefüsilier ins Feld, was Gustav wegen eines Ohrenleidens erspart blieb. Nach dem Krieg nahmen die Brüder ihre flugtechnischen Versuche wieder auf. Unter den verschiedenen kleinen Modellen, war ein mit Taubenflügeln versehenes und mit einer Feder aufziehbares, das mit gut zwanzig Flügelschlägen durch zwei Zimmer fliegen konnte.

1871 trat Otto seine erste Stelle als Ingenieur bei der Maschinenfabrik an. 1872 wechselte er zu der Firma Hoppe, für die er in den nächsten Jahren in die Bergbauggebiete von Schlesien, Galizien und Sachsen reiste. Dort lernte er im Frühjahr 1878 Agnes Fischer kennen, die er im Juni heiratete und mit der er später vier Kinder hatte.

Erfindungen

Um den Bergleuten die Arbeit im Flöz zu erleichtern, konstruierte Otto eine Schrämmaschine, eine Art Steinsäge für die Kohle- und Salzgewinnung. Diese Maschine wurde 1876 in Sachsen und später auch in Österreich patentiert, war aber geschäftlich ein Misserfolg, da nur drei Exemplare verkauft wurden.

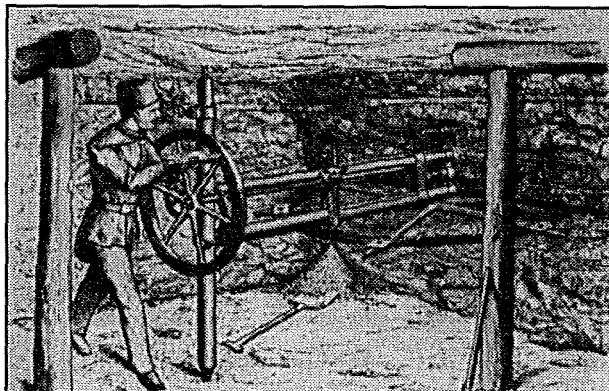


Bild 3: Die Schrämmaschine, Ottos erstes Patent

Im Februar 1872 starb ihre Mutter Karoline Lilienthal an einer Lungenentzündung. Gustav arbeitete zu dieser Zeit als Bauleiter in Berlin und Prag. Das war der erste von vielen und langen Auslandsaufenthalten - 1873/1874 London, 1880-1885 Melbourne, 1886-1887 Paris, 1912-1914 Rio de Janeiro -, die ihm zum Kosmopoliten formten.

Im Winter 1873/74 traten er und sein Bruder der ältesten flugtechnischen Vereinigung der Welt bei, der "Aeronautic Society of Great Britain". Erstmals erfuhren sie dort von der gleichartigen flugtechnischen Experimenten in anderen Ländern. Durch zahlreiche Versuche entdeckten Otto und Gustav den Vorteil gewölbter Tragflächen; dies erzeugen aufgrund unterschiedlicher Geschwindigkeiten der Luftmoleküle auf der Ober- und Unterseite der Tragfläche eine statische Druckdifferenz, die den nötigen Auftrieb bewirkt. Anahnd seiner Beobachtungen schrieb Lilienthal: "...jeder aufmerksame Beobachter der Vogelwelt weiss, dass viele Vögel imstande sind, fast ohne Flügelschlag, also auch fast ohne Muskelanstrengung sich scheinbar segelnd in der Luft zu halten, ohne zu sinken".

Im Frühjahr 1874 bauten die Brüder ein weiteres Flugmodell. Als Antrieb konstruierte Otto in monatelanger Arbeit eine kleine Dampfmaschine, die aber zu kräftig war und der schon beim ersten Probelauf beide Flügel zerbrachen. Auf der Basis dieser Technik entwickelte Otto in den darauffolgenden Jahren den gefahrlosen Schlangenrohr-Dampfkessel. "Hierbei kam ich auf die Idee", berichtete er später bei einem flugtechnischen Vortrag, "einen aus einer einzigen engen Rohrleitung bestehenden langgestreckten Dampferzeuger (...) zur Anwendung zu bringen. Ein solcher Verdampfungsapparat hat ausser dem Vorzug vollständiger Gefahrenlosigkeit aber auch noch andere aussergewöhnliche Eigenschaften." So war der Apparat klein und handlich, bei Arbeitsbeginn schnell betriebsbereit und liess sich problemlos betreiben.

Er liess ihn 1881 patentieren und eröffnete noch im selben Jahr eine eigene Werkstatt zum Bau dieser Kessel, aus der bald eine ansehnliche Fabrik mit 60 Arbeitern wurde.

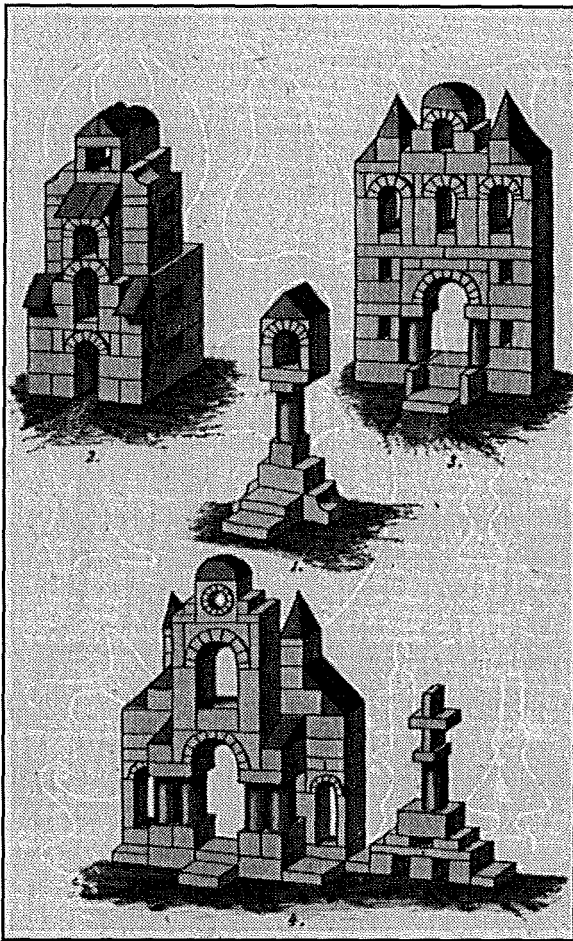


Bild 4: 1879 entwickelter Steinbaukasten

Im Laufe der 80er Jahre wurden neben den Dampfkesseln auch Dampfheizungen, schmiedeeiserne Riemenscheiben und Akkordsirenen für Nebelhörner hergestellt. Im Frühjahr 1890 führte Otto als einer der ersten deutschen Unternehmer die Arbeitergewinnbeteiligung ein. Die unternehmerische Existenz schaffte ihm den Freiraum für seine Flugversuche, wobei es ihm allerdings nicht gelang, eine Flugzeugproduktion aufzubauen. Nur wenige Segelapparate wurden verkauft.

Im Jahre 1877 begann Gustav, Kinder Spielzeug zu fertigen, unter anderem einen Rechenapparat, ein Lesespiel und einen Modellbaukasten. Zusammen mit Otto erfand er den Steinbaukasten. In einem alten bautechnischen Buch stiess er auf eine zunächst ungeeignete Rezeptur zur Herstellung von Kunststeinen.

Gustav und Otto experimentierten monatelang in der Charlottenburger Wohnung, bis sie ein optimales Mischverhältnis gefunden hatten. Verschiedene Steinformen konnten nun in natürlichen Farben hergestellt werden.

Otto konstruierte die benötigte Presse, Gustav zeichnete Bauvorlagen und legte Form und Farbe der Steine fest. Der erste Steinbaukasten bestand aus achtzig Teilen. Die Brüder investierten viel, doch fand sich in Berlin kein Abnehmer. Schliesslich traten die Brüder sämtliche Rechte an den Fabrikanten Adolf Richter ab und verzichteten zusätzlich auf die eigene Kunststeinproduktion, eine krasse geschäftspolitische Fehlentscheidung. Richter erkannte frühzeitig den Wert der lilienthalschen Erfindung, liess sie umgehend patentieren und verdiente Millionen damit. Der Steinbaukasten wurden als Anker Steinbaukasten berühmt: Gustav und Otto blieb nur ein bescheidener Gewinn. Gemeinsam mit seiner Schwester Marie und unter dem Eindruck einer Reihe von Misserfolgen wanderte Gustav 1880 nach Australien aus. Auf der zweimonatigen Seereise zum fünften Kontinent studierte er ausgiebig das Flugverhalten der Meeresvögel, vor allem des Albatros. Sie liessen sich in Melbourne nieder, wo Gustav zunächst Entwürfe für Juwelierarbeiten zeichnete und dann eine gutbezahlte Stellung als Baumeister im britischen Staatsdienst antrat;

Marie arbeitete in ihrem Beruf als Lehrerin. Im Dezember 1884 heiratete sie den Farmer George Wood Aquire und ging mit ihm nach Neuseeland.

Gustav kehrte im Sommer 1885 zu seinem Bruder nach Berlin zurück, wo er wenige Monate nach der Ankunft Anna Rothe kennenlernte, die er im Mai 1889 heiratete. Von Australien hatte der erfinderische Baumeister einen neu entwickelten Kunststein mitgebracht und begann umgehend, in Zusammenarbeit mit Otto, mit einer neuen Steinbalkenproduktion. Richter zog prompt vor Gericht. Gustav wich nach Paris aus, von wo er den Steinbalken von 1886 bis 1888 vertrieb, und nahm sogar Geschäftskontakte nach England und in die Vereinigten Staaten auf, wo er sich den Balken präsentieren liess.

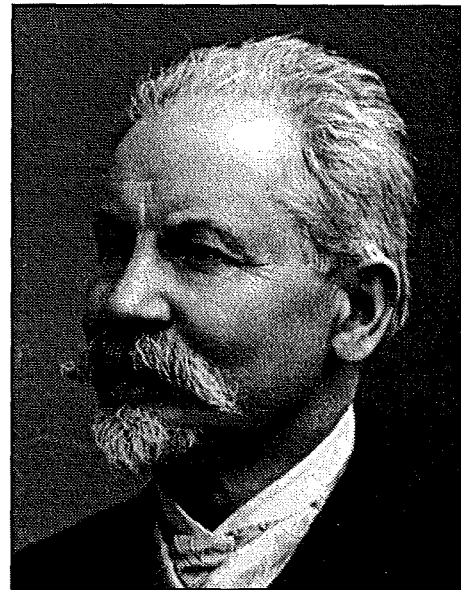


Bild 5: Gustav Lilienthal

Das nach einem dreijährigen Prozess mit Richter gefällte Urteil war niederschmetternd: eine hohe Konventionalstrafe und immense Prozesskosten brachten Gustav um sämtliche Ersparnisse, auch Otto um eine Menge Geld und um die Produktionsanlage, die Richter als Vergleichsangebot akzeptierte und demontierte. Gustav entwarf weiterhin Spielzeug. In Paris entwickelte er einen ersten Lochleistenbalken aus Holz. Zeitgleich wurden jedoch anderswo die ersten Balken mit beweglichen Teilen entwickelt, gegen sich der Modell-Balken nicht mehr durchsetzen konnte.

Die Flugversuche

Die Flugstudien des Sommers 1888 bestätigten die Brüder in dem Glauben, dass es für den Menschen am einfachsten sein müsse, beim Fliegen den Segelflug der grossen Vögel nachzuahmen. Otto hielt sich im Sommer über junge Störche im Garten, um deren Flugeigenschaften genau zu studieren. Im Herbst 1889 erschien sein Buch "Der Vogelflug als Grundlage für die Fliegkunst". Als Ergebnis seiner Untersuchungen formulierte Lilienthal den Satz: "...der Vogel fliegt, weil er mit geeignet geformten Flügeln in geeigneter Weise die ihn umgebende Luft bearbeitet". Das Übertragen von Bauprinzipien der Natur in die Technik wird gegenwärtig wieder unter der Bezeichnung Bionik erforscht.

Im Sommer 1890 wurden mit dem ersten manntragenden Flügelpaar, dem Gleitflugapparat "Modell Möwe", auf einem kleinen Hügel hinter der Kadettenanstalt in Lichterfelde erste Startversuche unternommen. In seinem Garten in der Boothstrasse stellte Otto ein Sprungbrett auf, und nach einiger Übung gelangen ihm bis zu sieben Metern weite Sprünge. Im Sommer 1891 bezog er zusammen mit seinem Gehilfen Hugo Eulitz ein neues Übungsgelände in Derwitz zwischen Werder und Gross-Kreutz. Hier glitt er bereits - aus fast sechs Metern Höhe - bis zu 25 m durch die Luft.

Nach zwanzig Flugversuchen und Berechnungen teste Otto in diesem Jahr seine Flugapparate, wann immer er Zeit fand: "Fast allsonntäglich und auch, wenn meine Zeit in der Woche es irgendwie erlaubte, befand ich mich auf dem Übungsterrain zwischen Gross-Kreutz und Werder, um von den dortigen Hügeln Tausende von Malen den Segelflug gegen den Wind zu üben.

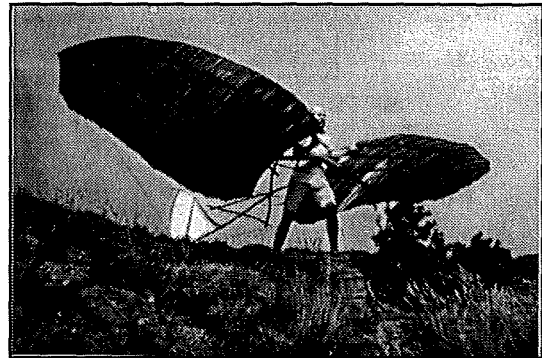


Bild 6: Erste richtige Gleitflüge im Jahre 1891

Ein Techniker meiner Maschinenfabrik, Herr Hugo Eulitz, und ich wechselten uns derart ab, dass der eine vom Berg herabsegelte und gleich den Apparat wieder zur Höhe trug, während der andere sich ausgeruht hatte und sofort einen neuen Sprung vornahm." Ständige Begleiter der Versuche waren ausserdem Hermann Schwach, ein Müller, in dessen Scheune Otto seine Fluggeräte unterstellte, und der Meteorologe Carl Kassner, der wie Otto ein Mitglied des "Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt" war. Dieser machte auch die Fotografien, die überwiegend Otto und seine Flugmaschine zeigen. Gustav konnte sich wegen eines Hüftleidens nicht aktiv an diesen Versuchen beteiligen.

Der Fliegerberg und der skurrile Flieger wurden bald zur Attraktion der Berliner. "Des Sonntags kamen sie mit Kind und Kegel heraus und schlugen ihr Lager am Fusse des Berges auf. Der "fliegende Mann" wurde bei seinem Erscheinen mit einem lauten Hallo begrüsst, nach seinem Abflug mit Beifall oder abfälligen Bemerkungen bedacht." Doch nicht nur neugierige Zuschauer wohnten dem Schauspiel bei, es fanden sich auch Flugpioniere aus aller Welt ein. Otto hoffte dabei auf Käufer seiner Apparate. Er konnte jedoch nur von seinem "Normal-Segelapparat" einige Exemplare verkaufen.

"Den Tag des Jahres 1891, an dem Lilienthal erstmals fünfzehn Meter weit in die Luft durchgemessen hat, fasse ich auf als den Augenblick, indem die Menschheit das Fliegen erlernt hat", urteilte später der französische Flugpionier Ferdinand Ferber. Der Derwitzer Hügel reichte jedoch nicht für höhere und weitere Gleitflüge aus. Deshalb flog Otto Lilienthal in den folgenden in den

folgenden zwei Jahren am Rauhen Berg zwischen Steglitz und Südende, später im Rhinower Ländchen und von der Steglitzer Maihöhe, wo eine Fliegstation eingerichtet wurde, bevor er den 15 Meter hohen "Fliegeberg" in Lichterfelde aufschütten liess, mit dem er sich selbst ein weithin sichtbares Denkmal gesetzt hat. Nach seinem vierten Gleitflieger mit 15 Quadratmetern Tragfläche startete er im Sommer 1892 mit dem fünften Apparat mit 16 Quadratmetern Tragfläche. Als Ergebnis verbesserter Flugapparate und einer ausgefeilten Bewegungstechnik gelangen Otto schliesslich in den Rhinower Bergen Gleitflüge bis zu 250 Metern.

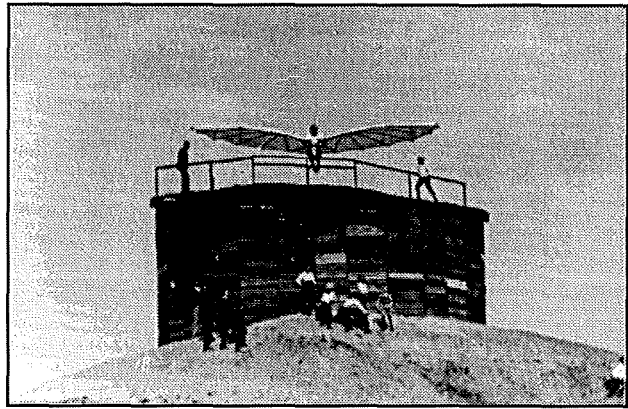


Bild 7: Absprung von der Flugstation auf der Steglitzer Maihöhe 1893

Gleichzeitig entwickelte er Flügelschlagapparate, liess diese Entwicklungslinie jedoch ruhen, weil er zum einen zunächst den Segelflug perfekt beherrschen wollte, zum anderen die Probleme des Antriebs erst im Jahre 1896 behoben zu sein schienen. So soll er Augenzeugenberichten zufolge mit seinem Flügelschlagapparat im Frühjahr 1896 sowohl erfolgreich Gleitflüge als auch motorgetriebene Flügelschläge ausgeführt haben. Im selben Jahr noch plante er die Konstruktion eines mechanischen Höhenruders, doch kam es nicht mehr zur Ausführung dieses Plans.

Der tödliche Absturz

Am Sonntag, den 9. August 1896 fuhr Otto Lilienthal wieder nach Stölln. Gegen Mittag - es war ein warmer ruhiger Sommertag - startete Otto Lilienthal mit den Worten: "Wollen mal sehen, wie es heute geht". Sein Gehilfe Paul Beylich sollte die Dauer des Fluges messen. Beim zweiten Flug stand Otto, nach dem er ein Stück geflogen war, plötzlich in der Luft vollständig still. Danach kippte der Apparat nach vorne und stürzte aus 15 Metern Höhe senkrecht ab. Otto kam sofort wieder zu Bewusstsein und wollte die Flugversuche sofort wieder fortsetzen, was aber wegen des zerstörten Flugapparates nicht möglich war.

Später wurde er zum Gasthof gebracht, wo er die anwesenden Leute beruhigte: "Ich lebe ja noch, ich bin Otto Lilienthal aus Lichterfelde". Nach ärztlicher Untersuchung in Stölln wurde er am nächsten Tag in die Bergmannsche Klinik nach Berlin transportiert; sein Bruder begleitete ihn. Otto Lilienthal konnte nicht mehr gerettet werden, denn der dritte Halswirbel war gebrochen. Er starb abends gegen halb sechs im Alter von 48 Jahren. Nach Recherchen des Lilienthal-Biogra-

phen Gerhard Halle ist Otto vermutlich einer damals sogenannten Sonnenböe - einem böigen Aufwind - zum Opfer gefallen.

Gustavs späte Jahre und Tod

Gustav hatte nach dem Tod seines Bruders zunächst weder Lust noch Zeit für flugtechnische Arbeiten. Einen grossen Teil seiner Zeit beanspruchte die Arbeit für die Wohnungsbaugenossenschaft "Freie Scholle", die er am 11. August 1895 in Waidmannslust mit gründete. Gustav entwickelte verschiedene Techniken: das Bauen mit Zementhohlsteinen und Terrast-Platten. Später entwickelte er die Terramor-Bauweise, welche einen sehr schnellen Auf- und Abbau der Häuser ermöglichte. Als 64jähriger nahm er das Angebot einer brasilianischen Baufirma an, termitenfeste Häuser zu bauen, doch das Unternehmen misslang. Kurz vor dem Ersten Weltkrieg war Gustav Lilienthal wieder in Berlin. Seine freie Zeit hatte er in Brasilien einmal mehr für Vogelstudien und Experimente zur Erforschung der Luftströmung genutzt. Jetzt experimentierte er auf dem Feld hinter der ehemaligen Kadettenanstalt in Lichterfelde mit verschiedenen Flugmodellen. 1925 erschien sein Buch "Die Biotechnik des Fliegens". Im hohen Alter baute er ein grosses Flügelschlagflugzeug, das in einer Halle des Flugplatzes Tempelhof und später auf dem Flugplatz Adlershof stand. Trotz erfolgreicher Rollversuche erhob es sich aber nicht in die Luft. Ein halbes Jahr nachdem der Fliegeberg in Lichterfelde im Beisein Gustavs zur offiziellen Gedenkstätte erklärt worden war, starb Gustav Lilienthal im 84. Lebensjahr.

Literatur

- [1] Halle, G.: Otto Lilienthal, Flugforscher und Flugpraktiker, Ingenieur und Menschenfreund, dritte Auflage, Düsseldorf 1976
- [2] Otto und Gustav Lilienthal - Ihr Leben in Bildern, Berlin 1990
- [3] Wassermann, M.: Otto Lilienthal
- [4] Schwipps, W.: Lilienthal
- [5] Nitsch, St.: Vom Sprung zum Flug

Gebrüder Wright

Esther Kim

Kindheit und Jugend

Bischof Milton Wright und Susan Catherine Koerner hatten insgesamt vier Söhne (Reuchlin, Lorin, Wilbur und Orville) und eine Tochter namens Katharine. Wilbur wurde am 16. April 1867, sein Bruder Orville exakt vier Jahre später geboren. In ihrer frühen Kindheit unternahmen Wilbur und Orville kaum etwas gemeinsam, jeder hatte seine eigenen Freunde. Orville hatte eine angeborene Begeisterung und Begabung für Mechanik und war fast ständig dabei, etwas zu basteln und auszuprobieren. Wilbur dagegen las viel, war aber auch ein guter Sportler.

1878 zog die Familie Wright von Dayton nach Cedar Rapids, Iowa. Dort ereignete sich etwas, das für die Zukunft von Orville und Wilbur von grosser Bedeutung sein sollte. Als nämlich Bischof Milton von einer Amtsreise zurückkehrte, brachte er für die zwei jüngsten Söhne eine Art Mini-Hubschrauber mit, eine Erfindung des Franzosen Alphonse Péraud. Dieser Hubschrauber bestand aus Kork, Bambusrohr und Seidenpapier und wurde durch ein Gummiband angetrieben. Wilbur versuchte bald darauf, grössere Modelle des Hubschraubers herzustellen, doch entdeckten die Brüder, dass schon wenig grössere Hubschrauber nicht mehr fliegen konnten.

1881 zog die Familie nach Richmond, Indiana. Dort begann Orville, Drachen zu bauen, um sie dann zu verkaufen. Da er die Drachen so leicht wie möglich baute, wölbten diese sich im Wind, doch erkannte er damals den Zusammenhang zwischen Wölbung der Oberfläche und guten Flugeigenschaften noch nicht. In Richmond führten Wilbur und Orville auch ihre erste gemeinsame mechanische Arbeit aus: eine hölzerne Drehbank. Später entdeckte Orville seine Leidenschaft für das Drucken. Richtig professionell betrieb er dies aber erst, als die Familie wieder nach Dayton gezogen war. Zunächst produzierte er mit seinem Kameraden Ed Sines eine Schülerzeitung, den "Midget". Später entwickelte und baut er immer grössere Druckerpressen und wurde dabei von seinem Vater und insbesondere von seinem Bruder Wilbur unterstützt. Zu dritt - Orville, Wilbur und Ed - gaben sie eine Wochenzeitung heraus.

Fahrräder

Um 1882 kamen Fahrräder in Mode. Zunächst kaufte Orville eines, kurz darauf auch sein Bruder Wilbur. Beide waren so begeistert, dass sie beschlossen, ein Fahrradgeschäft zu eröffnen.

1895 mussten sie bereits zum zweiten Mal in grössere Räume umziehen. Sie verkauften ihre Räder mit Erfolg und hatten eine Begabung für Reparaturen, kurz: das Geschäft florierte.

Um diese Zeit begannen sie auch, ein eigenes Fahrrad zu entwickeln. Ein erstes Modell nannten sie nach ihrem Vorfahren "van Cleve", zwei spätere Modelle waren "St. Clair" und "Wright Special". Den Fahrradbau betrieben sie vorwiegend im Winter, wenn das Verkaufsgeschäft schlecht lief.

Der Bau von Segelflugzeugen

Der Pénaudsche Hubschrauber hatte in den Brüdern das Interesse für das Fliegen geweckt. In den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts lasen sie alles, was sie darüber in die Finger bekommen konnten. Besonders fasziniert waren sie von Otto Lilienthal und seinen Segelflugversuchen. Ihrer Meinung nach war er der grösste Flugzeugpionier der damaligen Zeit.

1899 schrieben sie an das Smithsonian Institut in Washington und baten um Literaturvorschläge betreffend des menschlichen Fluges. Zur damaligen Zeit gab es nicht viel über dieses Thema, aber die wenigen Bücher und Schriften vermittelten den Gebrüdern Wright einen guten Überblick darüber, was bisher bereits versucht worden war und mit welchem Erfolg. Allerdings erhielten sie auch eine Menge falscher Informationen. Zu diesem Zeitpunkt kam Orville auf eine Idee, die später eine der Hauptansprüche des Wrightschen Patentes sein sollte: Zur Erhaltung des seitlichen Gleichgewichtes sollte der Pilot die Neigung der Tragflächen verändern können. Kurz darauf entdeckte Wilbur beim Herumspielen mit einer Schachtel, dass es möglich sein musste, den Flügel eines Segelflugzeuges unterschiedlich zu verdrehen und ihn damit auf der einen Seite in einen grösseren Winkel zum Wind zu stellen als auf der anderen.

Im August 1899 bauten die Brüder einen Doppeldeckerdrachen und versahen ihn mit Schnüren, um ihn vom Boden aus wie ein Flugzeug lenken zu können. Damit erprobten sie ihre Ideen zum ersten Mal. Anfang August 1900 fassten die Brüder den Entschluss, einen bemannten Gleiter zu bauen. Nach einigen Suchen fanden sie eine Platz, um ihn auszuprobieren: Kitty Hawk in North Carolina, ein kleiner Ort am Atlantischen Ozean. Die ersten Segelflugversuche fanden im Oktober 1900 in Kitty Hawk statt. Dabei testeten die Wrights ihre Ideen zum ersten Mal 1:1. Sie erreichten bei weitem nicht die erhoffte Flugzeit, stellten jedoch fest, dass ihre Ideen, insbesondere das Verwinden der Flügel zur Erhaltung des seitlichen Gleichgewichtes, in allgemeinen richtig war. Als erstes hatten die Brüder das Höhensteuer vor den Tragflächen des Flugzeuges angebracht, zunächst, weil es dort beim Starten und Landen weniger beschädigt werden konnte. Später stellte sich heraus, dass die Anordnung noch weitere Vorteile hatte, unter anderem die Verringe-

rung der Gefahr eines Kopfsturzes. Kaum zurück in Dayton, begannen Wilbur und Orville, Pläne für ein verbessertes Segelflugzeug auszuarbeiten. Sie behielten dabei im wesentlichen die Anordnung und den Mechanismus von 1900 bei, vergrösserten die Tragflächen aber deutlich.

Diese Maschine konnte ihrer Grösse wegen nicht mehr wie bisher üblich durch Gewichtsverschiebung des Piloten gelenkt werden, sondern musste mit den Höhensteuer in die richtige Richtung dirigiert werden. Die Flugversuche mit der neuen Maschine fanden wiederum in Kitty Hawk statt. Gleich zu Beginn stellte sich heraus, dass das Flugzeug einige Mängel aufwies, doch nach diversen Umbauten wies es ein zufriedenstellendes Flugverhalten auf. Es war besser als alle bisher gebauten.

Den Winter über testeten die Wrights verschiedene Flügeprofile im Windkanal. Sie waren die ersten, die einem Windkanal für ihre Forschung verwendeten. Diese Versuche erlaubten ihnen, Tabellen früherer Flugpioniere zu korrigieren und ihre eigenen Tabellen zu erstellen, mit denen der Bau einer flugfähigen Maschine erst möglich wurde. Basierend auf den Resultaten dieser Windkanalversuche bauten die Wrights ihr drittes Segelflugzeug, das erstmals eine Schwanzflosse erhielt. Die Maschine zeigte eine etwa doppelt so grosse Leistungsfähigkeit als alle zuvor je erbauten Segelflugzeuge. Die Ergebnisse der Probeflüge in Kitty Hawk waren sehr ermutigend.

Der Bau von Motorflugzeugen

Bereits gegen Ende ihrer Segelflugversuche von 1902 machten die Wrights Pläne für ein Motorflugzeug; diese arbeiteten sie den Winter über aus. Nach verschiedenen vergeblichen Versuchen, einen geeigneten Motor zu kaufen, sahen die Brüder ein, dass sie selber einen bauen mussten. Sie hatten erste Erfahrung mit Benzinmotoren, daher waren sie mit ihrem ersten Eigenprodukt sehr zufrieden. Erst später lernten sie, dass der Motor eine weit grössere Leistungsfähigkeit hätte aufweisen müssen. Schwierigkeiten bereitete ihnen zudem der Entwurf eines Propellers. Die diesbezüglich vorhandenen Informationen bezogen sich nämlich ausschliesslich auf Schiffsschrauben und waren bei weitem nicht genau genug. Schliesslich gelang ihnen auch hier ein Lösungsansatz: um den Start auf Sand zu erleichtern, versahen die Brüder die Maschine mit Kufen und setzten sie auf einen Karren. Dieser lief auf einer Schiene, die auf Sand beliebig verlegt werden konnte. Wie schon die Segelflugversuche wurde auch das Motorflugzeug für die Testflüge nach Kitty Hawk gebracht. Zunächst verhinderten aber Materialunzulänglichkeiten die eigentlichen Flugversuche, bis sämtliche schadhafte Teile ausgewechselt waren und das Flugzeug bereit war, wurde es Dezember. Der erste Flugversuch wurde am 14. Dezember 1903 von Wilbur Wright unternommen und dauerte genau dreieinhalb Sekunden. Anschliessend vergingen zwei Tage, um

die Maschine zu reparieren, bis Orville zu seinem ersten Flugversuch starten konnte. Orvilles Flug fand am 17. Dezember 1903 statt und dauerte 12 Sekunden.

Es war der erste Flug in der Weltgeschichte, bei dem sich eine Maschine aus eigener Kraft in die Luft erhob und an einem Ort landete, der eben so hoch war wie der Ort, an dem die Maschine gestartet war. An jenem Tag machten die Wrights abwechslungsweise drei weitere Flugversuche, der längste dauerte 59 Sekunden.

Obschon Zuschauer bei dem ersten Flug dabei gewesen waren, wurde in der Presse kaum darüber berichtet. Dies sollte sich auch in den nächsten Jahren nicht ändern. Der Grund für dieses Schweigen der Presse war einfach: niemand glaubte damals, dass eine Maschine fliegen konnte, die schwerer als Luft war, und wer daran glaubte, wurde als Spinner belächelt und verspottet.

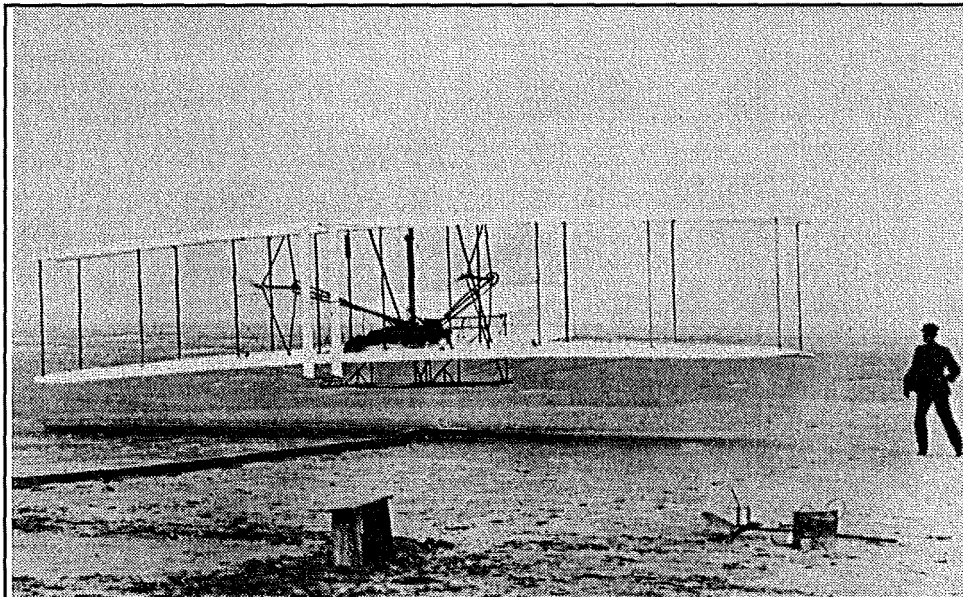


Bild 1: Erster Flug

1904 bauten die Brüder Wright eine zweites Motorflugzeug, das gegenüber dem ersten zahlreiche Verbesserungen aufwies. Mit dieser Maschine machten die Wrights Probeflüge in der Nähe ihres Wohnortes Dayton, auf der sogenannten Huffmann-Weide. Sie veränderten und verbesserten das Flugzeug mit wachsender Erfahrung ständig und führten ihre Probeflüge mit zunehmendem Erfolg durch. Bis 1906 flogen sie auf der Huffmann-Prärie.

Die Verhandlungen

Anfang 1905 wussten die Wrights, dass ihr Flugzeug definitiv einsatzfähig war. Natürlich war noch dies oder jenes verbesserungswürdig, aber der Sprung vom Boden in die Luft war endgültig

geschafft. Wilbur und Orville Wright boten ihre Erfindung im Januar 1905 dem Kriegsministerium der Vereinigten Staaten an, das jedoch ablehnte.

Die Leute glaubten einfach nicht daran, dass eine flugtaugliche Maschine tatsächlich existierte und nahmen sich nicht mal die Mühe, sich die Sache mit eigenen Augen anzusehen. Trotz der brüskten Absage waren sich die Wrights einig, das die eigene Regierung vom Kauf des Flugzeuges ausschliessen würde, falls diese sich eines Tages doch noch dafür interessierte. Im Februar 1905 bat das britische Kriegsministerium die Brüder um ein Angebot. Im Lauf des Briefwechsels mit dem britischen Kriegsministerium erhielten die Brüder aber mehr und mehr den Eindruck, die Briten wollten nur wissen, wie weit sie mit der Entwicklung eines Flugzeuges seien, aber nicht wirkliche Kaufabsichten hegen. Die Verhandlungen mit den Briten zogen sich in die Länge; daneben versuchten die Wrights ein zweites Mal, Kontakt mit dem amerikanischen Kriegsministerium aufzunehmen; auch dieser Versuch scheiterte. Inzwischen wurde mehr und mehr über die Flüge der Wrights geschrieben, vorwiegend in Fachpublikationen, und so sah sich das Kriegsministerium im Frühjahr 1907 doch gezwungen, der Sache nachzugehen.

Auch in Europa hatte man inzwischen von den Gebrüdern Wright und ihrer Erfindung gehört. Im Mai 1905 erhielten die Wrights eine Anfrage aus Frankreich, zu welchen Bedingungen sie das Flugzeug verkaufen würden. Die Verhandlungen mit den verschiedenen Regierungen zogen sich in die Länge. Das amerikanische Kriegsministerium schrieb im Herbst 1907 einen Wettbewerb aus, indem es Angebote für Flugzeuge suchte. Bei den gestellten Konditionen war es im voraus klar, dass die Wrights diese Bedingungen als einzige erfüllen konnten. Am 8. Februar 1908 schlossen Orville und Wilbur Wright schliesslich einen Vertrag mit dem Kriegsministerium der Vereinigten Staaten ab. Drei Wochen später kam es zu einem Abkommen mit einem reichen Franzosen, Lazare Weiller, zur Gründung eines Syndikats zum Kauf der Rechte für Bau, Verkauf oder Lizenzerteilung für eine Verwendung des Wright-Flugzeuges in Frankreich.

Zwei wesentliche Änderungen an ihrem Flugzeug hatten die Brüder in dieser Zeit entwickelt: Der Pilot konnte nun in sitzender Stellung fliegen, und es war möglich, einen Passagier mitzunehmen. Im April 1908 fuhren Wilbur und Orville einmal mehr nach Kitty Hawk, um ihr Flugzeug für Probeflüge vor den Vertragspartnern der Vereinigten Staaten und Frankreichs bereitzumachen. Orville sollte das Flugzeug in den USA vorführen, Wilbur in Frankreich, da die Vorführungen gleichzeitig stattfinden sollten. Orvilles Flüge begannen am 3.9.1908 in Fort Myer und bedeuteten den endgültigen Durchbruch der Motorfliegerei in den USA. Bei seinem letzten Flug am 17. September ereignete sich der erste tödliche Unfall in der Geschichte der Motorfliegerei: aufgrund eines Propellerschadens stürzte eine Maschine ab. Orville Wright wurde leicht verletzt, sein Passagier starb wenige Stunden nach dem Unfall an einem Schädelbruch. Wilbur Wright führte gleichzeitig mit grossem Erfolg Flüge in Frankreich durch, genauer gesagt in Le Mans.

Ausbildung von Piloten

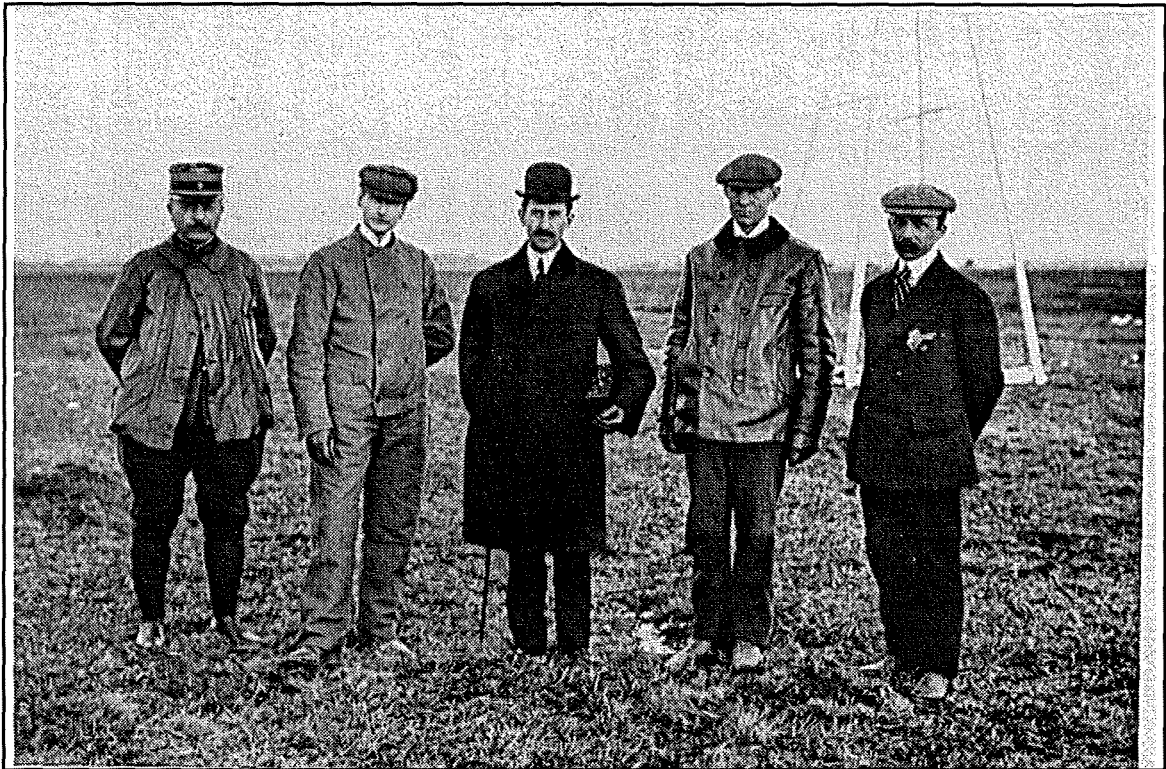


Bild 2: Die Wrights und Wilburs französische Schüler

Die Zeit von 1908 bis 1910 verbrachten Orville und Wilbur Wright ausschliesslich mit der Vorführung ihrer Flugzeuge und mit der Ausbildung der Piloten in den USA, Frankreich, Italien und Deutschland. Anfang Mai 1912 erkrankte Wilbur Wright an Typhus und starb am 30. Mai 1912. Orville bildete bis 1915 weitere Piloten aus, dann zog er sich aus dem Geschäftsleben zurück. Er flog bis 1918 als Pilot. Er erlebte die rasante Entwicklung seiner Erfindung, deren traurige Rolle während der beiden Weltkriege, aber auch die Entwicklung der Passagierflugzeuge. Orville Wright starb am 30. Januar 1948.

Literatur

- [1] Kelly, Fred C.: Die Gebrüder Wright: Die Erfinder des Flugzeuges, Stuttgart 1947
- [2] Combs, Harry: Brüder des Winds: Orville und Wilbur Wright - ihr Traum vom Fliegen, Königstein/Taunus, 1981

Louis Blériot

Pierre Nilles

Neben Henri Farmani hat Louis Blériot die Anfänger der Luftfahrt in Europa massgebend mitgestaltet. Geboren wurde er 1872 in Cambrai, erhielt eine Ingenieur-Ausbildung an der berühmten Ecole Centrale und arbeitete zunächst in Neuilly in der Automobilindustrie. Um 1901 fing er an, sich für die Luftfahrt zu interessieren, und baute eine erste Flugmaschine. Diese war jedoch, genauso wie ein 1905 gebautes Gerät, nicht flugtauglich. Auch das dritte Projekt, mit Schwimmern versehen und 1906 auf dem See von Enghin und später in Bagatelle ausprobiert, brachte dem Konstrukteur keinen Erfolg.



Bild 1: Louis Blériot

Seine nachfolgenden Modelle aus der Serie "Blériot Nr. V", die den Spitznamen "Ente" erhielten, hoben zwar vom Boden ab, zerbrachen aber jeweils nach kurzem Flug während der Landung. Blériot war ein schweigsamer Mensch - ein Einzelgänger fast.

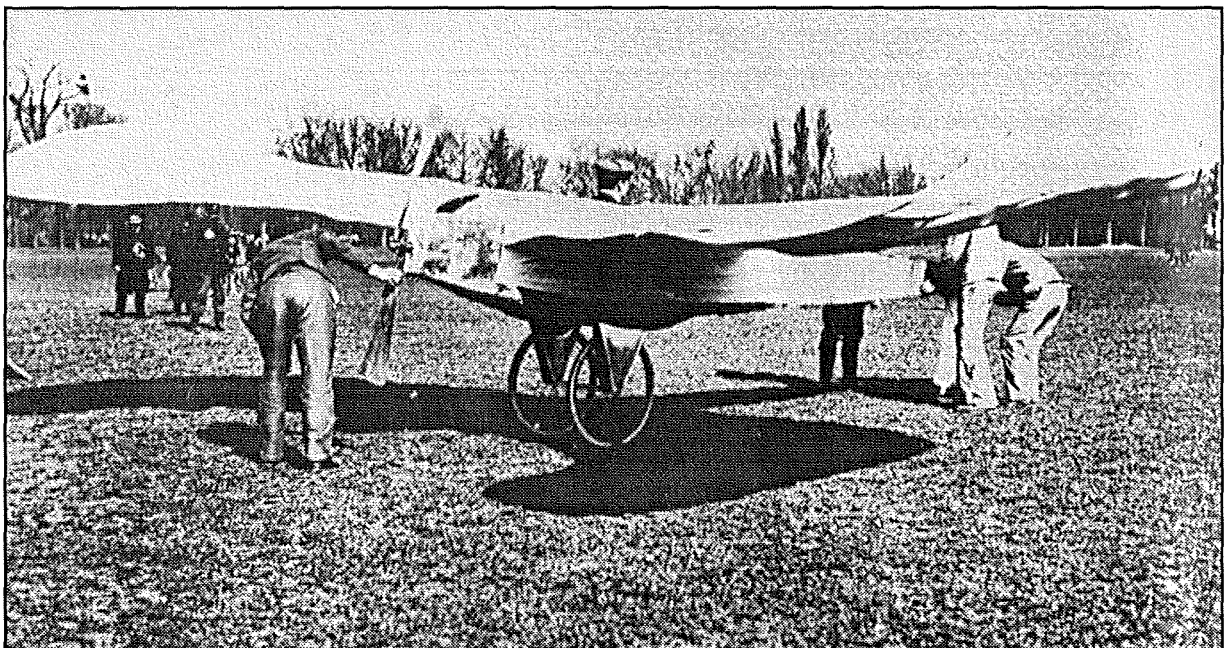


Bild 2: Die Blériot Nr. V "Ente" in Bagatelle

Seine Ideen für neue Flugzeuge hielt er in Skizzen, selten in Plänen fest, um sie dann von seinen Mitarbeitern verwirklichen zu lassen. Wegen der wenig detaillierten Angaben hatten die Ingenieure eine recht grosse Handlungsfreiheit. Trotzdem testete Blériot die neuen Geräte immer selbst. Die Blériot Nr. VI, Libellule genannt, wurde nach Blériots Ideen von Louis Peyret gebaut. Die Maschine besass zwei Flügelreihen auf einer Ebene und wurde von einem zunächst 24 PS, später 50 PS starken Anoinette-Motor angetrieben. In Issy wurde die Libellule erprobt. Bei seinem weitesten Flug über 184 m im September 1907 stürzt das Flugzeug aus einer Höhe von 18 m ab, ohne dass sich Blériot dabei verletzte.

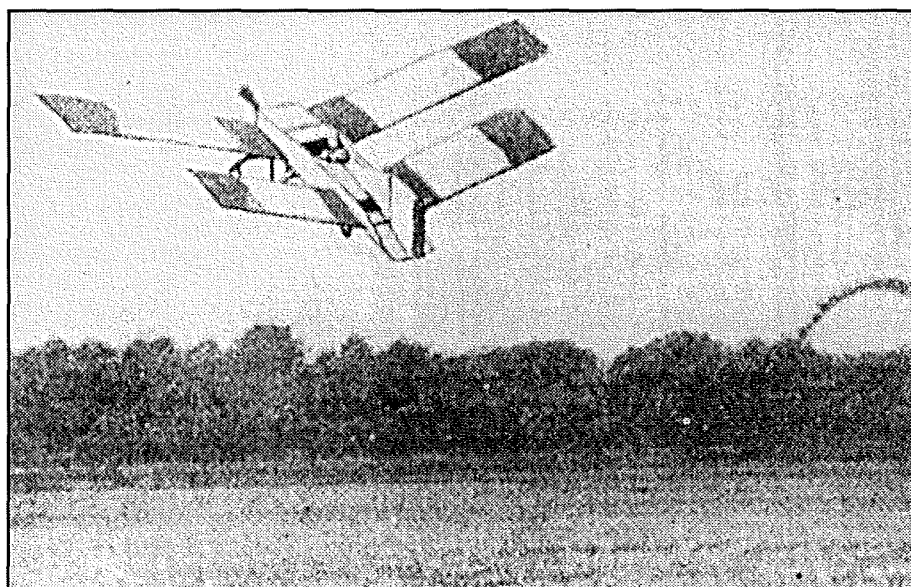


Bild 3: Landung einer Blériot Nr. VI "Libellule" in Issy (1907)

Die Blériot VII, lange in Vergessenheit geraten, gilt heute als Prototyp des modernen Flugzeuges. Es war die erste Maschine mit einem tiefliegenden, vollständig verkleideten stromlinienförmigen Tragwerk, ergänzt allein durch ein Paar kleiner Heckflügel. Auch der geschlossene Rumpf mit dem darin untergebrachten 50 PS Motor war eine Weltneuheit, ebenso wie das 3-Räder Fahrwerk (2 vorne, 1 hinten). Dank der guten Aerodynamik erreichte die Blériot Nr. VII eine Geschwindigkeit von 80 km/h. Nach einigen Flügen über 150 bis 200 m erlitt die Maschine bei einer Bruchlandung Totalschaden und geriet in Vergessenheit. Blériot hat sämtliche Flugzeuge zu Schrott geflogen, ohne je dabei ernsthaft verletzt worden zu sein.

Sein Mut und seine Willenskraft waren erstaunlich, dies um so mehr, da er inzwischen Vater von fünf Kindern geworden war. Seine Ehefrau war bei allen Flugtests anwesend und gab Blériot wertvolle Unterstützung.



Bild 4: Die Blériot Nr. VII in Issy-les-Moulineux (1907)

Es folgten Blériots Nr. VIII, VIIIbis, VIIIter und die Nr. IX, welche sich durch ihren langen Rumpf und die breiten, an den Enden abgerundeten Flügeln auszeichneten. Mit der VIIIter gelang Blériot am 31. Oktober 1908 der erste Hin- und Rückflug zwischen zwei Städten. Die Flughöhe betrug nur wenige Meter über dem Boden, was nur durch den Einsatz eines ausgeklügelten Höhenleitwerkes möglich war. Die Nr. IX mit einem 100 PS starken 16 Zylinder-Motor war ebenso ein Misserfolg wie die Nr. X, ein grosser Doppeldecker, der nie geflogen wurde. Am Pariser Salon de l'Automobile et de l'Aeronautique von 1908 wurde die Nr. XI vorgestellt, die hauptsächlich von Blériots Mitarbeitern entworfen worden war.

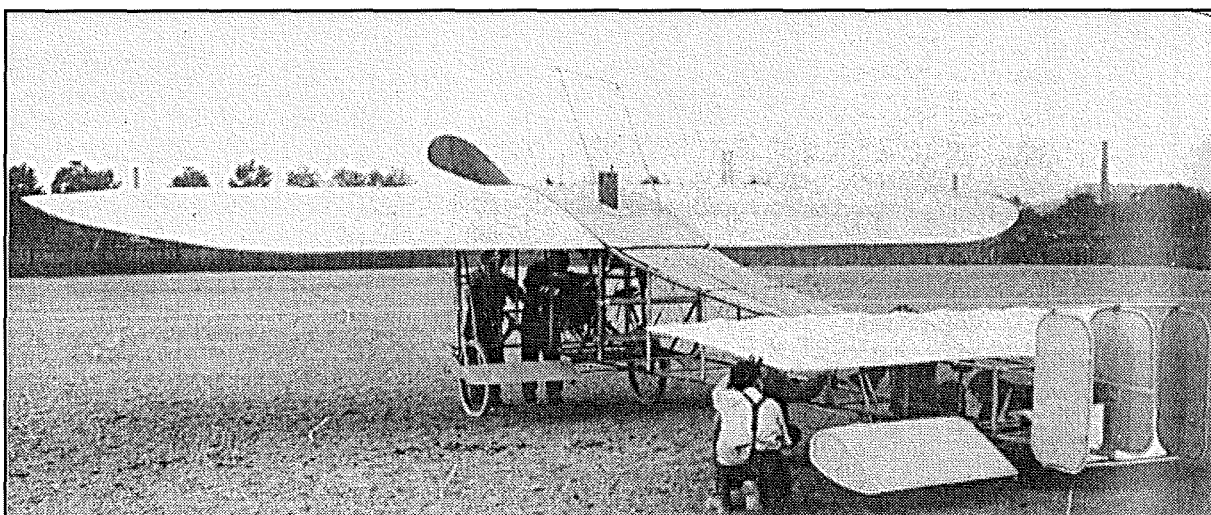


Bild 5: Die Blériot Nr. XII

So galt Blériots Interesse mehr der Nr. XII, einem kleinen soliden Eindecker. Mit dieser Maschine war Blériot äusserst erfolgreich. Am 12. Juli 1908 unternahm er einen Flug mit drei Personen und am 3. Juli 1909 einen Rundflug von 47,277 km Länge.

Der Durchbruch der Blériot Nr. XI gelang erst, nachdem die Maschine einen besseren Motor erhielt. Blériot gewann mit diesem leistungsstarken Flugzeug zahlreiche Wettbewerbe und brach 1908 mit 58 Minuten den europäischen Rekord für Eindecker. Im Oktober 1908 schrieb der Besitzer des "Daily Mail", Lord Northcliffe, einen Preis aus für die erste Flugüberquerung des Ärmelkanals. Zu Beginn des Sommers 1909 gab es die ersten Versuche, die 37,7 km lange Strecke zu überfliegen. erst im Juli entschied sich auch Blériot, diese Pioniertat zu versuchen, und kam am 21. Juli mit seiner Nr. XI, begleitet von seinen Mitarbeitern, am Pas de Calais an. Wegen des schlechten Wetters musste Blériot bis am 25. Juli 1909 warten, bevor er um 4.41 Uhr starten konnte. In einer Höhe von 80 bis 100 m überquerte er den Kanal und landete nach ungefähr 37 Minuten und einer Strecke von 38 km in England. In der Folge gründete Blériot eine Fliegerschule und wurde Besitzer eines bedeutenden Flugzeugbauunternehmens. 1929, zwanzig Jahre nach seinem berühmten Flug wiederholte Blériot die Pioniertat auf der gleichen Maschine.



Bild 6: Die Rückkehr Blériots nach Paris (1909)

Literatur

- [1] Dollfus, Charles; Beaubois, Henry; Baschet, Rougeron Camille: L'aviation: son histoire, des origines à 1960
- [2] Le Nouveau Petit Robert - Dictionnaire de la Culture Générale, Paris 1993

Walter Mittelholzer

Max Schläfli

Leistungen

Der Name Mittelholzer weckt unter den Aviatikbegeisterten verschiedene Assoziationen: Afrika und fremde Länder entdecken, Flugaufnahmen von seltener Schönheit und der Name Swissair. Was steckt nun hinter diesen Stichworten? Fremde Länder waren zu Mittelholzers Zeit Schlagworte, die jeden abenteuerlustigen Europäer zu glänzenden Augen verhalfen. Mittelholzer nun gehörte zu jenen Pionieren, die sich in noch sehr wackeligen Maschinen weit ab von den üblichen Routen über Meere und Berge wagten, um fremde Länder zu befliegen und die Leistungsfähigkeit deren Maschinen zu beweisen.



Bild 1: Walter Mittelholzer

Mittelholzer war jedoch nicht nur ein begeisterter Flieger, sondern auch noch ein sehr begabter Photograph. Dies verhalf seinen Reisen zu unerhörter Publizität und seinen Reiseberichten zu hoher Authentizität. Berühmt wurden sein Flug nach Kapstadt (1926) mit der Dornier "Merkur" oder auch die Überführung einer Junkers A-20 nach Teheran (1923/24). Seine Bilder vom Überflug des Kilimantscharo (1929/30) fehlen in keinem Buch über die Aviatik jener Zeit. Weitere bekannte Flüge führten nach Addis Abeba, um den Kaiser von Abessinien einer Fokker F-VIIb-3m persönlich zu übergeben (1934), oder der Flug zum Tschadsee mit einer Maschine desselben Typs.

Die Person Mittelholzer

Walter Mittelholzer wurde am 2. April 1894 geboren und wuchs als Einzelkind in einer mittelständischen Bäckerfamilie in St. Gallen auf. Seine Eltern liessen dem zielstrebigem und disziplinierten Kind sehr viel Freiheiten. Er war ein folgsamer Schüler und liess bereits in jungen Jahren einiges an Geschäftstüchtigkeit erahnen. So verkaufte er seine Photos als Postkarten und verdiente so durch seine Leidenschaft für die Photographie auch noch einiges an Geld. Total sollte er um die 2000 Franken verdient haben (wohlgemerkt: dies zur damaligen Zeit). In der Schule fiel Mit-

telholzers Begabung für die Naturwissenschaften auf. Der junge Walter schien sich seiner Stärken wohl bewusst gewesen zu sein, und so zu er trotz väterlichem Betrieb ein Studium zum Chemiker in Betracht; seine Pläne scheiterten jedoch am Widerstand der Eltern. Diese waren erstaunlicherweise mit einer Lehre als Photograph einverstanden. Über die Photographie fand Mittelholzer zur Fliegerei: 1915 meldete er sich als Photograph zur Fliegertruppe. Dort traf er 1917 in die Fliegerschule ein und brevetierte im September desselben Jahres. Tilgenkamp schreibt in seiner "Schweizer Luftfahrt" über den Piloten Mittelholzer: "Von ihm überschattet, fühlten sich viele Flieger zurückgedrängt, um so mehr, als sie glaubten, besser - feinfühlicher - fliegen zu können als er. Mittelholzer galt nicht als ein As am Knüppel, trotzdem er auch Akrobatik flog. Er hat sich das aber auch nie eingebelehrt, und es kam ihm auch nicht darauf an. Eine sichere Landung genügte ihm. Dafür war er ein sicherer Pilot und glänzender Navigator, ein ausgezeichnete Luftphotograph und ein meisterlicher Organisator. Mittelholzer war wohl verwegen, nie aber tollkühn. Mit kühler Überlegung gab er sich stets Rechenschaft von den Grenzen des Möglichen und vertraute blindlings seinem Glück."



Bild 2: Mittelholzers Dornier Merkur auf seinem ersten Afrikaflug

Walter Mittelholzers Zeit war eine Epoche rasanten technischen Umbruchs. Nach dem Ersten Weltkrieg suchte eine Flugzeugindustrie, die erst durch den Kriegsbedarf während des Krieges entstehen konnte, nach Absatzmärkten. Es waren zahlreiche Flugzeuge aus Kriegsbeständen zu billigen Preisen zu erwerben. Durch die Innovationen der letzten Kriegsjahren waren die Flug-

zeuge sicherer und leistungsfähiger geworden. Das neue Verkehrsmittel wurde vom Staat subventioniert (anfänglich zahlte der Bund 75-85 Rappen je Flugkilometer, ab 1927 sogar 2 Franken).



Bild 3: Swissair-Heimflughafen Dübendorf 1935 mit zwei DC-2 (mit Schweizerkreuz auf dem Seitenleitwerk), dazwischen auf dem Startzubringer eine Lockheed Orion

Umfeld und Werdegang

In diesem Umfeld gründete Mittelholzer 1919 zusammen mit seinem ehemaligen Fluglehrer Alfred Comte die Kollektivgesellschaft Comte, Mittelholzer & Co. "Aero", Luftbildverlagsanstalt und Passagierflüge. Wegen der guten Bedingungen wurden in der Schweiz zu dieser Zeit viele Fluggesellschaften gegründet. Es kam zu einem erbarmungslosen Verdrängungskampf; bis 1920 waren nur noch drei lebensfähige Gesellschaften übriggeblieben. Sie schlossen sich unter Rationalisierungszwang zur Ad Astra Aero zusammen, die aus 5 Piloten und 16 Flugzeugen bestand. Sie beförderte im ersten Betriebsjahr 7384 Passagiere in insgesamt 4699 Flügen, schrieb aber trotzdem einem Verlust von 420'000 Franken. Bis 1923 blieb die Ertragslage sehr schlecht, und erst mit der Anschaffung neuerer fünfsitziger Flugzeuge im Jahre 1922, zehnpfätziger Ganzmetallflugzeuge und der Eröffnung internationaler Fluglinien verbesserte sich die finanzielle Lage. 1924 übernahm Mittelholzer nach dem Ausscheiden eines Direktors die gesamte Direktion der Ad Astra.

Ab 1925 erwuchs der Ad Astra in Form der Basler Luftverkehrs AG (ab 1926 Balair) einheitliche Konkurrenz. Die Flugverkehrsgesellschaften schrieben zu jener Zeit aber immer noch

kräftige Defizite; bis 1928 konnte von keiner schweizerischen Fluggesellschaft eine Dividende ausbezahlt werden, erst danach wurde die Geschäft für die Aktionäre rentabel.

Zur Gründung der Swissair kam es am 31. März 1931 auf Druck des Eidg. Luftamtes, in der Mittelholzer weiterhin in der Direktion verblieb. Zu dieser Zeit wies die Swissairflotte gesamthaft 86 Passagierflugzeuge in dreizehn Flugzeugen auf.

1937 waren es 124 Plätze in zehn Flugzeugen. Dies Reisegeschwindigkeit wurde von 150 auf 250 km/Stunde gesteigert; dies erwies sich als ein entscheidender Vorteil gegenüber der Eisenbahn, da die Expresszüge, rechnet man Verspätungen der Flüge wegen unsicherer Wetterlage mit ein, schon langsamer waren. 1935/36 wurde der Ganzjahresbetrieb eingeführt. Bis Kriegsausbruch war die Eigenwirtschaftlichkeit auf über 80% gestiegen, es konnte unter Einbezug der Subventionen Dividende ausgeschüttet werden. Die Swissair war immer bemüht, über das beste und neueste Material zu verfügen. Ihr Beispiel zeigt, dass es besonders in Pionierzeiten wichtig war und ist, die Nase vorn zu haben und auf modernste Technologien zu setzen.

Mittelholzer wirkte während all den Jahren als Aushängeschild des Swissair. Er war berühmt und verkehrte mit den bekanntesten Namen seiner Zeit. Seine Leistungen im Bereich der Aviatik waren auf der ganzen Welt als Direktor einer aufstrebenden Flugverkehrsgesellschaft anerkannt. Er wirkte als Vorbild für Jung und Alt. Seine Liebe zu den Bergen wurden ihm im Alter von 43 Jahren zum Verhängnis; am 9. Mai 1937 verunglückte er auf einer Bergtour tödlich.

Literatur

- [1] Sechs Schweizer Flugpioniere; Hrsg. Verein für Wirtschaftshistorische Studien, 1987
- [2] Der grossen Flugabenteuer - Walter Mittelholzer; Orell Füssli, 1977
- [3] Walter Berchtold: Durch Turbulenzen zum Erfolg, Verlag NZZ 1981
- [4] Sepp Moser: Die Swissair-Story, ECON 1991

Jules Verne

René Helg

Jules-Gabriel Verne wird am 8. Februar 1828 als Sohn des Rechtsanwalts Pierre Verne und der Sophie Alotte de la Fuye geboren. Er wächst in Nantes, einer Hafen- und Handelsstadt auf. Schon seine Kindheit ist mit dem Drang zu Reisen erfüllt, welcher jedoch durch den strengen Vater unterdrückt wird. 18jährig beginnt er das Studium der Rechtswissenschaften in Nantes, das er später in Paris fortsetzt und beendet; er wird den Beruf des Anwalts jedoch nie ausüben.

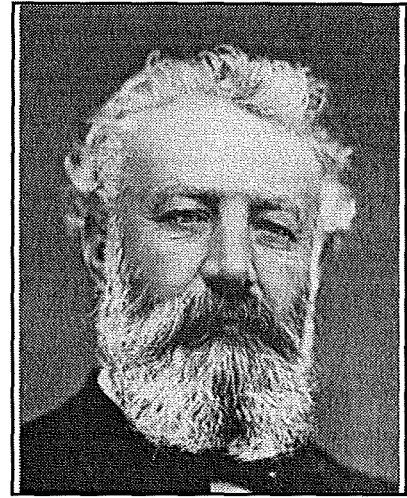


Bild 1: Jules Verne

Wie so oft, ist auch bei Jules Verne eine gescheiterte Liebesbeziehung der Anlass, mit dem Schreiben zu beginnen. Sind es zuerst melancholische Liebesgedichte, wechselt er relativ rasch zu Komödien, Operetten und Dramen. In diese Zeit fällt auch die Bekanntschaft mit den Dumas (Die drei Musketiere), die ihn in die literarischen Kreise einführen. Sei erstes Stück "Les Pailles rompues" wird 1850 uraufgeführt, und die zwölf Vorstellungen vermögen gerade, die Unkosten zu decken. Wahrscheinlich belegt Jules Verne einen Literaturkurs an der Universität, danach arbeitet während rund drei Jahren am Théâtre-Lyrique als Sekretär.

Um seine geographische Neugier zu stillen, unternimmt er zwischen 1859 und 1861 einige Reisen, unter anderem nach Schottland und nach Skandinavien, von denen er sich Inspirationen für die kommenden Bücher verspricht. Später lässt er sich sogar ein Boot bauen und bereist mit diesem England, Spanien und auch das Mittelmeer.

1861 lernt er den Fotografen Nadar kennen, der später die "Gesellschaft Schwerer-als-Luft" gründet, in die auch Jules Verne eintritt. Um eine finanzielle Grundlage für die Gesellschaft zu schaffen, kommt Nadar auf die Idee, einen Riesenballon (Géant) zu konstruieren und für teures Geld Rundflüge zu unternehmen. Finanziell ist es zwar ein Reinform, doch in der Phantasie von Jules Verne klappt es besser. Im Jahre 1863 bringt er den Roman "Fünf Wochen im Ballon" heraus, der ihn innert weniger Wochen zum berühmten Autor macht.

Sein Verleger, Pierre-Jules Hetzel, hatte es sich zum Schwerpunkt gemacht, allgemeinverständlich geschriebene Wissenschaftsliteratur zu publizieren. Und gerade da kamen ihm die Romane Jules Vernes gelegen. Als neue Zielgruppe entdeckt er Kinder und Jugendliche. Ihnen verspricht er Bildung und Unterhaltung in einem: "Das Lehrreiche soll in einer Form auftreten, die Interesse weckt. Der Leser will nicht belehrt, er will unterhalten werden. Wenn man ihm etwas beibringen

will, dar man es sich nicht anmerken lassen, und die Belehrung muss in die Handlung selbst eingehen, sonst wird das Ziel verfehlt.”

In der Folge schreibt Jules Verne unter dem Übertitel “Aussergewöhnliche Reisen” rund 80 Romane bis zu seinem Tod; darunter auch die Werke: *In 80 Tagen um die Welt*, *Reise zum Mittelpunkt der Erde* und *2000 Meilen unter dem Meer*. Etliche seiner Bücher sind heute auch verfilmt.

1871 zieht es die Familie Verne nach Amiens um und wird für den Rest ihres Lebens auch dort bleiben. 1888 kandidiert Jules Verne für den Stadtrat, wird gewählt und übernimmt ein Amt im kulturellen Sektor, wo er sich am intensivsten in der Stadtplanung engagiert; allerdings hat er nicht immer Erfolg mit seinen Vorschlägen. Als er z.B. die Strassen erweitern oder verhindern will, dass die ganze Stadt durch Omnibusse verkabelt wird, scheitert er.

Als Verne 1900 am Grauen Star erkrankt und langsam erblindet, diktiert er seine Romane Sohn Michael. Am 24. März 1905 stirbt Jules Verne im Alter von 78 Jahren in Folge eines Diabetisanfalls.

Jules Verne wird öfter “Vater der Science-fiction-Literatur” genannt, doch gerade da besteht ein grosser Unterschied. Während Jules Verne seine verwendeten Techniken oftmals sehr genau beschreibt und sie so zum Mittelpunkt seiner Erzählungen macht, dienen die futuristischen Transportmittel in Science-fiction-Romanen vielfach nur der Reise als solches und haben keine handlungsfähige Funktion und damit auch keinen Einfluss auf den Text.

Einige Techniken des Transport aus den Romanen Jules Vernes

Eisenbahn: Es hat wohl kein Verkehrsmittel im 19. Jahrhundert die Gesellschaft so verändert wie die Eisenbahn; dies trug zu einem Technik Optimismus bei, welcher sich auch in der Literatur niederschlug. Doch gerade bei Jules Verne gibt es keinen eigentlichen Eisenbahnroman. Die Idee zum Roman “In 80 Tagen um die Welt” hat sich Jules Verne allerdings bei der sagemumwobenen Indian Mail abgeschaut. Diese Postverbindung führte von London über Brindi und Suez nach Bombay. Von dort aus wurde die legendäre “Great Indian Peninsular Railway” bis nach Calcutta genommen, auf dem amerikanischen Kontinent schliesslich wird die “Union Pacific” erwähnt. Laut eines Prospektes eines Reisebüros hätte die Umrundung der Erde auf dieser Strecke in nur drei Monaten möglich sein sollen. Genau diese Route benutzte später der legendäre Phileas Fogg mit seinem Begleiter Passepartout.

Ballon: Bereits 1863, als Jules Verne zusammen mit Nadar den Géant steigen lässt, sind Ballons keine allzu aktuelle Neuerung mehr. Man glaubt schon damals nicht an die Zukunft einer nicht steuerbaren Flugmaschine. Er selber entwickelt jedoch ein Steuersystem, das auf einer Heizrege-

lung beruht, die durch eine Art Schweissbrenner betrieben wird. Gespiesen wird der Brenner durch eine Elektrolyt-Batterie, in der ganz klassisch Sauerstoff und Wasserstoff aus leicht säurehaltigem Wasser abgespalten werden. Das System scheint praktikabel, ist jedoch wegen der Knallgasgefahr nicht realisierbar. Graf Zeppelin verfolgt die Idee des lenkbaren Flugschiffes auf einem anderen Pfad weiter und kann um 1900 seine Entwicklungen verwirklichen. Die Aktualität seiner Ballonromane begründet sich also darauf, dass mit der existierenden, geringfügig modifizierten Ballontechnik unbekannte Reiseziele erforscht werden. In "Fünf Wochen im Ballon" sind diese die Quellen des Nils, welche zu dieser Zeit gerade aufgefunden wurden.

Flugzeug: In diesem Bereich dar Jules Verne sicherlich für sich in Anspruch, wirkliche Innovationen auf dem Markt gebracht zu haben. Die schon erwähnte "Gesellschaft Schwerer-als-Luft", der er angehört, fördert die Entwicklung von Flugmaschinen mit Flügeln und Antrieb. Insbesondere Schraubenkonstruktionen, wie z.B. Dampf-Hubschrauber, werden favorisiert. Bereits 1886 veröffentlicht er den Roman "Robur, der Eroberer", in welchem die Flugmaschine Albatros mit schraubenartigem, elektrischen Antrieb durch die Luft fliegt. Wie er diesen Antrieb allerdings bewerkstelligt, bleibt Vernes Geheimnis. 18 Jahre später erscheint der zweite Teil "Robur, Held der Welt". Die dort vorgestellte Maschine, die Epouvante, stellt dann die totale Erfüllung der Menschheitsträume dar, ist sie doch Automobil, Schiff, U-Boot und Flugzeug in einem. Das erste Motorflugzeug sollte sich dann erst 1905 in die Luft erheben.

Mondreise: 1865 schreibt Jules Verne den Roman "Von der Erde zum Mond", fünf Jahre später die Fortsetzung "Reise um den Mond". Darin wird beschrieben, wie Mitglieder des "Kanonenclubs" eine Mondreise planen, und zwar in Form eines Kanonenschusses. Um die erforderliche Initialgeschwindigkeit zu erreichen, ist eine Kanone von einer halben Meile Länge vorgesehen, welche die Kabine auf eine Geschwindigkeit von 11,0 km/s beschleunigt. Obwohl etliche Annahmen falsch sind, erstaunt die Genauigkeit des Resultats, denn heutige Berechnungen ergeben einen Wert von 11,2 km/h. Ebenfalls ist erstaunlich die Übereinstimmung des von Verne und der NASA gewählten Abschussortes in Florida.

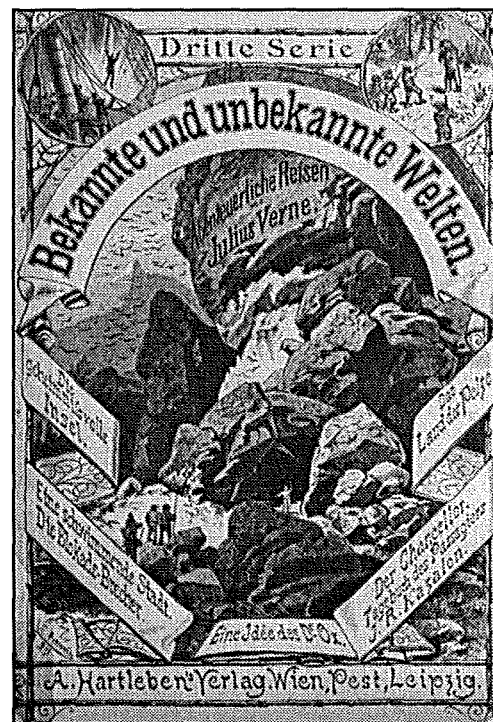


Bild 2: Werbeplakat für die deutsche Erstausgabe der "Aussergewöhnlichen Reisen"

U-Boot: Das abenteuerliche an diesem neuen Gedanken war sicherlich, dass mit einem noch weitgehend unbekanntem Transportmittel in fremde (Unterwasser-)Umgebungen vorgedrungen werden konnte. Die Entwicklung der Unterseeboote hatte bereits sehr viel früher eingesetzt; das grosse Problem stellte aber der Antrieb dar. Vorlage für die "Nautilus", die in 20.000 Meilen unter den Meeren auf- und abtaucht, ist ein U-Boot, das an der Weltausstellung 1867 in Paris ausgestellt wurde. Eine wesentliche Energiequelle für Kapitän Nemo ist dabei offenbar ein Batteriesystem, dessen Grundmaterial aus dem Wasser gewonnen wird. Die Schwierigkeit dieser Umwandlung liegt weniger in der Unmöglichkeit der Durchführung als in der Unlösbarkeit des grossmasstäblichen Ablaufs der Elektrolyse zu jener Zeit. Wieder einmal war Verne mit seinen Gedanken der Wissenschaft einen Schritt voraus. Erst rund 30 Jahre später (1903) wird ein U-Boot gebaut werden, das mit Dieselmotor angetrieben ist.

Literatur

- [1] Zimmermann, Rainer E.: Das Technikverständnis im Werk von Jules Verne, Berlin 1988
- [2] Dehs, Volker: Jules Verne, Hamburg, 1986
- [3] Sölch, Werner: Jules Vernes Express, Düsseldorf 1980
- [4] Jules Verne: De la terre à la lune, Paris 1867

Hermann Oberth

Andreas Brühwiler

Am 25. Juni 1894 kam Hermann Oberth als Staatsbürger des Magyaren-Reiches in Hermannstadt, der ältesten und ehemals bedeutendsten Stadt des 12. Jahrhunderts, zur Welt. Durch die Berufung des Vaters zum Leiter des Kreiskrankenhauses in Schlössberg wuchs Hermann seit dem zweiten Lebens dort auf.

Als Zwölfjähriger schrieb die Mutter über ihn: "Er ist wie mein Vater; er denkt und spricht wie mein Vater; er interessiert sich für dieselben Wirtschaftszweige wie mein Vater..."

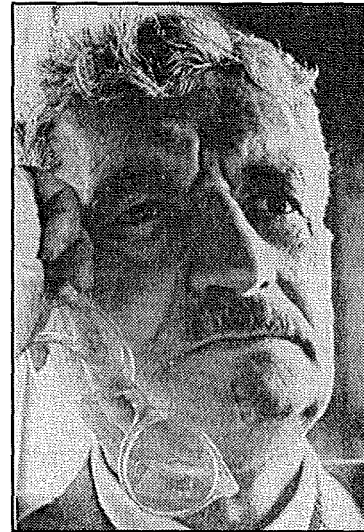


Bild 1: Hermann Oberth

Dieser Vater, jener ausgezeichnete und selbstlose Arzt Friedrich Krasser, dessen Gedichte über Deutschland hinaus mit Genuss gelesen wurden, der an einem Julitag des Jahres 1869, angeregt von der Einladung zum Freidenkerkongress im Spätherbst, in einem Kreis angesehener, ihm und seinen Ideen zugetanen Männer des Hermannstädter Bürgertums mitten aus einem Gespräch über die Grenzen und Möglichkeiten der Naturwissenschaften heraus den Satz gesagt hat: "In hundert Jahren landen unsere Enkelkinder auf den Mond..."

Als 13jähriger hatte er die Idee des Jules Verne, ein Kanonengeschoss in den Weltraum zu schicken, mathematisch bereits als haltlos widerlegt. Er hatte als Vierzehnjähriger die frühesten raummedizinischen Versuche in der Geschichte der Raumfahrt gemacht, als 15jähriger die heute in allen astronautischen Trainingslagern verwendete Andruck Zentrifuge und die erste flugfähige Rakete entworfen. Die Mutter über ihren Fünfzehnjährigen: "Er spricht von der Capillar-Depression und ähnlichem wie Adolf (sein jüngerer Bruder) von Schneebällen und Schlittenfahrten."

Als Sechzehnjähriger hatte er er den Antrieb mit verflüssigten in tiefgekühlten Behältern getankten und in einen Brennofen zu Gas erhitzten Treibstoffen erfunden. Als 20jähriger schliesslich hatte er die wegweisende und seither gültigen mathematischen und physikalischen Formeln über das Verhältnis der Grössen Raketengewicht, Treibstoffverbrauch, Luftwiderstand, Schwerkraft, Geschwindigkeit, Flughöhe und -dauer zueinander aufgestellt - notabene fünf Jahre vor Goddards Behauptung: "Eine Formelfindung in diesem Bereich sei unmöglich." Als 18jähriger bestand er das Abitur.

Als Hermann Oberth 20 Jahre alt war, beendete der Ausbruch des Ersten Weltkrieges den endgültigen Untergang der Lebensverhältnisse des 19. Jahrhunderts. Aber als der vom Medizinstudium in München zum Kriegsdienst einberufene junge Mann in Soldatenuniform anzog, hatte er sich bereits - beginnend mit einem in der Kindheit angelegten "Erfinderbüchlein" - die Schlüsselerkenntnisse und -begriffe eines Zeitalters erworben, dessen entscheidender Bahnbrecher er als "Prophet und Lehrer" werden sollte.

Das Stückwerk der genialen Vorbereitungen Ganswindt, Ziolkousky, Esnault-Pelterie, Goddard und Valier wurde vom Genie der Synthese Hermann Oberth zusammengefasst und in jene Reihe unerlässlicher Formeln umgestaltet, in diese gleichsam eingeschmolzen, die erst den Raumflug "aus der Traumwelt in die astronomische Wirklichkeit" ermöglichte.

Als Physiker, Chemiker, Mathematiker, Astronom, zudem medizinisch geschult, wollte Oberth der Menschlichkeit mit seinen Büchern "Die Rakete zu den Planetenräumen", "Wege zur Weltraumfahrt", "Menschen im Weltraum" und "Der Weltraumspiegel" seine Erfahrungen und Zielvorstellungen mitteilen. Doch die Öffentlichkeit nahm keine Notiz seiner Pionierleistungen und wies seine Theorien und Vorstellungen als "untauglich" zurück.

Während der in einem Kriegslazarett eingesetzt, wenig über zwanzigjährige Sanitätsfeldwebel Oberth in jeder freien Minute am Entwurf der ersten alkohol- und flüssigsauerstoffangetriebenen Rakete mit einem Fernleistungsvermögen von 300 km arbeitete, von der die Fluggeschichte weiss, unternahm er gleichzeitig den Scopolamin-Versuch. Unter Einfluss der vor allem die Gleichgewichtsorgane betäubenden Droge und des gleichzeitig die Muskel- und Gelenkfunktionen lähmenden Alkohols eine Person in den Zustand der Schwerelosigkeit versetzt, schaltete Oberth zusätzlich auch noch die Möglichkeit des Raumorientierungsempfindens aus, indem er sich mit geschlossenen Augen in eine grosse Badewanne legte (ein Schlauch diente ihm als Schnorchel) und mit einem anderen Schlauch versuchte, die Senkrechte anzuzeigen. Ein Freund beaufsichtigte den Versuch. Durch die Wirkung der Gifte kam es zu plan- und sinnlosen Bewegungen des Körpers im Wasser. Oberth drehte sich einige Male um die eigene Achse, mit dem Stab zeigte er willkürliche Neigungen. Aus dem über eine halbe Stunde durchgehaltenen Experiment der künstlich durchgehaltenen Desorientierung zog dann der 23jährige raummedizinische Schlüsse, die rund eine halbes Jahrhundert später von der Praxis lückenlos bestätigt wurde. Heute wird den Raumfahrern Scopolamin verabreicht.

Er zahlte für seine Experimente jedoch einen hohen Preis: Er kam bei Flüssigkeitstreibstoffversuchen 1928 in Berlin fast ums Leben, und sein Tochter Ilse, eine Chemikerin, wurde 1944 zwanzigjährig im Messraum der Prüfanlage einer Raketentreibstoff-Forschungsstelle bei einer Schlagwetterexplosion getötet - "im Dienste einer Aufgabe, die auf einer einmaligen Pioniertat des Va-

ters aufgebaut ist“, hatte Wernher von Braun, der sich selbst als Schüler Oberths bezeichnete, damals geschrieben.

1928, während der Entstehungszeit des damals weltweit für Aufsehen erregenden Stummfilms “die Frau im Mond“, den Fritz Lang zusammen mit seiner Frau aus Ufa-Produktion drehte, hatte Lang Oberth gebeten, aus Siebenbürgen nach Berlin zu kommen, um die wissenschaftlich beratende Mitarbeit wahrzunehmen und die Mondrakete als Attrappe zu bauen. So wie Oberth 1917, 1922 und 1924 vergebens mit seinen Arbeiten in Fachkreisen Verständnis gesucht und sich daher über den Weg der Buchpublikationen an die Laienöffentlichkeit gewandt hatte, sah er nun in Langs Einladung abermals die Möglichkeit, unter Umgehung der unbelehrbaren Wissenschaft seine Ideen in die Welt zu tragen. Unter dem Gelächter der deutschen Fachwelt und den läppi-schen Witzeleien der Berliner Zeitungen arbeitete er, angespornt durch Lang und dessen Frau, neben den Filmvorbereitungen Tag und Nacht am Bau einer zwei Meter hohen Flüssigkeitsrakete. Ihm war klar, dass sich ihm - dem mittellosen Lehrer mit seinen Worten “elendem Monatsgehalt” - hier endlich die Gelegenheit erster Verwirklichung seiner Entwürfe bot (dies groteskerweise nicht etwa im Labor einer Forschungsanstalt oder einer Universität, sondern hier im Attrappenwerk einer Filmgesellschaft). Seine von ihm gemachte, für die Zukunft der Raumfahrt fundamen-talen Entdeckung des Selbstzerreissungsvorganges bei flüssigen Treibstoffen war Grundbaustein für den ersten Raketenmotor der Welt mit Flüssigkeitsantrieb, bei dem dieses Prinzip bewusst an-gewendet wurde. Er schlug damit die Brücke zwischen astronautischer Theorie und Praxis, wäh-rend in den Hörsälen und auf den Unterhaltungstreffs der sogenannten Gebildeten in der Reichs-hauptstadt das Lachen der Ahnungslosen über ihn weiter erschallte. Aus Paris erhielt er dann die Mitteilung, dass ihn die hoch angesehene verdiente Société Astronomique de France ihn “für die beste Arbeit auf dem Gebiet der Raumschiffahrt zum ersten Träger des REP (Robert Esnault-Pel-terie) Hirschen-Preises gekürt hatte. In Deutschland dagegen blieb seine Anerkennung untersagt Zeit seines Lebens untersagt.

Literatur

[1] Burgel: Hans: Der mythische Traum vom Fliegen, Innsbruck 1984

Wernher Freiherr von Braun

Philipp Rietmann und Philippe Colbach

Die jungen Jahre von Brauns

Wernher Freiherr von Braun wurde am 23.12.1912 in Wirsitz (Wyrzyk) bei Bromberg geboren. Sein Vater war von Beruf Landrat, der bekannt war für seine Vorliebe für sein fundiertes Urteilsvermögen und seine richtigen Entscheidungen. Dies waren vermutlich auch die Gründe, weshalb er später zum Reichslandwirtschaftsminister berufen worden war; darüber hinaus war er noch einer der Mitbegründer der deutschen Rentenbank.

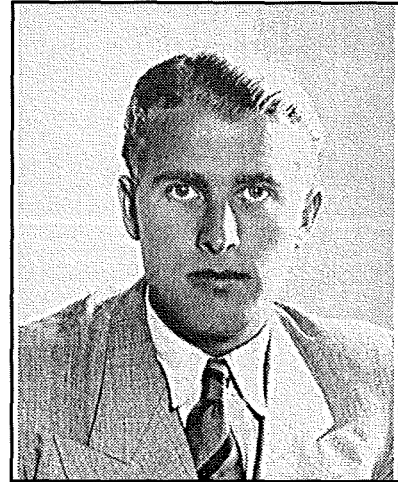


Bild 1: Wernher von Braun

Wernher von Brauns Mutter war eine gebildete Frau aus einem alten deutsch-schwedischen Adelsgeschlecht mit sehr grossem Interesse für den Weltraum. Von ihr erhielt er dann auch zu seiner Konfirmation nicht die zu jener Zeit üblich Uhr, sondern ein Teleskop, um den Weltraum beobachten zu können.

So wurde von Braun in jungen Jahren ein Hobby-Astronom und dem Weltall mit einem fiktiven zugehörigen Fahrzeug gehörte bald seine grösste Aufmerksamkeit. 1920 zog von Brauns Familie berufshalber nach Berlin um. Von Brauns Interesse für diese Grossstadt liess ihn wohl seine Schule vergessen, und seine Zensuren wurden, mit Ausnahme von Französisch, immer schlechter. Und anstelle zu lernen, begann er, wohl angespornt durch von Opels Raketenwagen, zusammen mit seinem Bruder selber einen Raketenwagen zu bauen. Seine Experimente hatten teilweise extreme Folgen. So sprengte er zum Beispiel einmal einen Obststand in die Luft, und wurde ein andermal gar verhaftet. Als er dann wegen Mathematik und Physik in der Schule sitzen blieb, wurde seinem Vater die ganze Sache zu bunt, worauf er ihn in ein Internat schickte.

Trotz seiner Zeit im Internat verlor von Braun nie das Interesse an der Astronomie. Fast jeden Abend betrachtete er mit seinem Fernrohr den Himmel und vertiefte sich danach in astronomischen Zeitschriften. In einer dieser Zeitschriften war es dann auch, wo von Braun das Werk des Forschers Hermann Oberth "Wege zur Raumfahrt" angepriesen fand, welches er natürlich sofort bestellte. Zu seiner grossen Enttäuschung entdeckte er dann, dass das Buch voll von mit mathematischen Formeln war, von denen er nichts verstand. Darauf begann er, seine Mathematikkenntnisse systematisch aufzubauen.

1928 kommt von Braun in eine neue Schule auf der Nordseeinsel Spiekeroog, wo den Direktor der Schule zum Kauf eines kostspieligen Refraktors überredete; sein altes Teleskop reichte nämlich für seine Beobachtungen im All nicht mehr aus. Und um die Kosten zu senken, baute von Braun die Sternwarte mit ein paar Kameraden gleich selber. Als einige Zeit später der Mathematiklehrer der Klasse überraschend krank wurde, ist von Braun gebeten worden, ihn zu vertreten. Er sagte zu und erledigte die Aufgabe so grandios, dass er bald darauf das Angebot bekam, das Abitur ein Jahr früher abzulegen. Dieses Chance packte von Braun und er bestand das Abitur exzellent.

von Brauns Zeit an der Hochschule

Nach seinem Abitur tritt von Braun 1930 direkt in die Technische Hochschule in Berlin ein und hatte dabei das grosse Glück, durch einen Freund Professor Oberth kennenzulernen. Dieser erkennt das Talent von Wernher von Braun und ernennt ihn bald darauf zu einem seiner Assistenten. Zusammen wollen sie beweisen, dass flüssige Treibstoffe auch für Raketen viel effektiver sind. In diesem Zusammenhang verschlug es von Braun auch für einige Monate an die ETH Zürich, wo er einen amerikanischen Medizinstudenten kennenlernte. Als dieser von seinen Experimenten und von seiner Vision hörte, mit der Rakententechnik Menschen zu befördern, meinte designierte Arzt, man müsse doch zuerst Versuche machen, um die Auswirkungen zu untersuchen, die die hohen Beschleunigungen auf den Menschen hätten. Und so führte von Braun erste Beschleunigungsversuche mit weissen Mäusen durch, deren Ergebnisse dann 20 Jahre später von der US-Air-Force bestätigt wurden.

Von Braun kehrte noch gerade rechtzeitig nach Berlin zurück, um 1931 die von ihm mit entwickelte Mirak I (Minirakete I) vorzustellen. Mit ihr gelang es endlich zu beweisen, dass flüssige Treibstoffe effektiver sind; und schon bald fanden sich erste Investoren aus der Wirtschaft. Einige Wochen später folgte bereits die etwa drei Meter lange Mirak II, die in eine Höhe von 400 Metern erreichte.

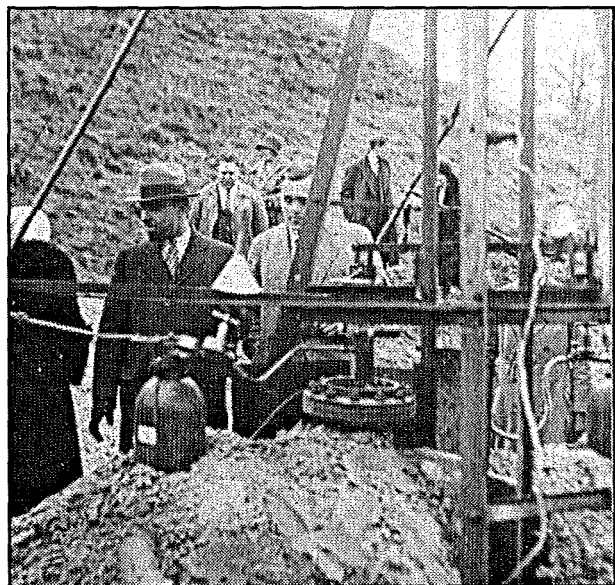


Bild 2: erste Raketentests

1932 absolvierte von Braun sein Staatsexamen als Luftfahrtingenieur an den Technischen Hochschule Berlin. Er realisierte aber bald, dass die Eroberung des Weltraums mehr als nur gewöhnliches technisches Wissen abverlangte und schrieb sich an der Universität Berlin in Physik, Chemie und Astronomie ein.

Von Braun als Angestellter des Heeres

In der Mitte des Jahres 1932 wurden dann erstmals Angehörige des Heereswaffenamtes auf die Versuche aufmerksam, die Wernher von Braun durchführte. Denn sie sahen als Endziel die Rakete als eine Langstreckenwaffe, die nicht durch den Versailler Vertrag verboten war (da niemand eine solche technische Entwicklung voraussah). Sie versprachen dem immer an Geldmangel leidenden Jungwissenschaftler deshalb finanzielle Mittel, aber unter der Bedingung, dass er seine Arbeit in einer militärischen Enklave geheim weiterführe. Von Braun überlegte sich lange, was er tun sollte, konnte aber dem Reiz der hohen finanziellen Mittel nicht widerstehen und willigte gegen Ende des Jahres ein. So wurde von Braun Zivilangestellter der Reichswehr, und dem knapp 20jährigen wurde die Leitung der neu eingerichteten Heeresversuchsstelle für Flüssigraketen übertragen. Nebenbei absolvierte von Braun aber nach wie vor die Uni, wo er 1934 zum Doktor der Physik promovierte. Allerdings wurde seine Dissertation über Raketen als streng geheim eingestuft und ihm sein Akademisches Lob (Eximium) erst nach 1945 zugesprochen. Bis 1934 unternahm von Braun viele Versuche und baute die Raketen A1 und A2, wobei die A2 bei einer Präsentation eine Höhe von 2 km erreichte. Dies wurde als so erfolgreich angesehen, dass offizielle Gelder in noch grösserem Umfang flossen. Bald darauf wurde es aber von Braun klar, dass seine Versuchsgelände zu klein wurden, und er begann sich nach neuem Gelände umzusehen. In Peenemünde, an der Nordsee, wurde er fündig, und schon bald wurde dort mit dem Bau einer Anlage begonnen. Unterdessen machte sich von Braun an die Entwicklung einer A3, deren Konstruktion aber mehrere Mängel aufwies und so nach dem ersten Fehlstart 1937 umgewandelt werden musste. Diese veränderte Rakete trug den Namen A5 (den Namen A4 wollte sich von Braun für ein anderes anspruchsvolles Objekt offenlassen); und es gelangen ihm dann bereits 1938 fehlerlose Abschüsse.

Die Zeit in Peenemünde

In der Zwischenzeit wurde die Anlage in Peenemünde (Insel Usedom) fertiggestellt, und von Braun konnte mit seinem wachsenden Team 1937 umsiedeln. Zwei Jahre später wurde die Anlage

und die A5 von Hitler persönlich inspiziert. Hitler war jedoch - trotz erbrachter Leistungen - nicht zufrieden, da die Rakete fast keine Nutzlast transportieren konnte. Als er aber dann vom Projekt A4 hörte, eine Rakete, die ca. 1 Tonne über 300 km transportieren könnte, war er mehr angetan und versprach, dass finanzielle Mittel weiterhin fließen würden, falls sich von Braun voll und ganz auf das Ziel konzentrierte, eine Fernwaffe mit guter Reichweite und Nutzlast zu konstruieren.

Wernher von Braun blieb nichts anderes übrig, als sich an die Entwicklung der A4 zu machen, die später unter dem Namen V2 ("Vergeltungswaffe 2") zum Einsatz kam; 1942 gelang ihm auch tatsächlich der erste Abschuss einer V2. Als dann der Krieg langsam zugunsten der Alliierten zu kippen drohte, beschloss Hitler im Juni 1943, dass die V2 fortan höchste Dringlichkeit habe.

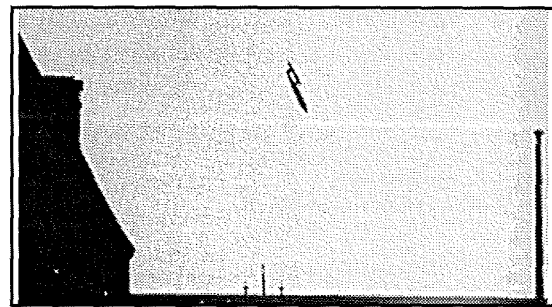


Bild 3: Eine V2 beim Einschlag in London

Trotz der hohen Geheimhaltung in Peenemünde haben die Alliierten aber von der Neuentwicklung von Brauns erfahren und entschieden sich, ihren ersten Angriff auf ein Peenemünde zu fliegen. Denn diese Rakete hätte den Ausgang des Krieges stark verändern können. Die Royal Air Force erhielt also im August 1943 den Auftrag, mit 600 Bomben Peenemünde und die dortigen Forscher auszulöschen. Zwar kamen bei dem Angriff mehrere hundert Personen ums Leben und ein Grossteil der Anlagen wurde zerstört, von Braun und seine engsten Mitarbeiter entkamen jedoch dem Inferno. Die Produktion der V2 wurde stark zurückgeworfen, mussten doch erst neue Fabriken, diesmal unter Tage gebaut werden. Der SS schien dies zu lange zu dauern und von Braun wurde verhaftet. Ihm wurde zur Last gelegt, er habe gar nicht das Ziel, die Waffe zu konstruieren, sondern vielmehr nur seinen Weltraum im Kopf. Tatsächlich bestanden damals bereits Modelle und Arbeitsprogramme, die unbemannte und bemannte Satelliten und Raumfahrzeuge vorsahen. Nur dank Beteuerungen seiner Vorgesetzten, dass von Braun absolut essentiell sein, blieb er am Leben und kam dann wieder frei. Ein halbes Jahr später, im September 1944 lief aber dann die Serienproduktion der V2 an; einem ersten Abschuss folgten noch 1115 weitere Raketen. Gegen die V2 gab es zur damaligen Zeit absolut keine Abwehrmöglichkeiten, da die Raketen mit dreifacher Schallgeschwindigkeit flogen; und die Schäden, die die Einschläge verursachten, waren enorm.

Erst das Eintreffen der Roten Armee in Peenemünde setzte dem Beschuss Londons ein Ende. Von Braun war sich zur damaligen Zeit klar darüber, dass sie den Krieg verloren hatten. Aber er wollte nach wie vor seinen Traum von Satelliten-, Mond- und interplanetarischen Flügen verwirklichen. So berief er eine Sitzung ein, an welcher sämtlich führenden Mitarbeiter entschieden, ihr

Erbe Amerika abzutreten. Unter doppelter Lebensgefahr, durch vorrückende Armeen und der SS, gelang von Braun und seinen Mitarbeitern die Flucht in den Süden, wo sie sich mit viel Glück den Amerikanern am 2. Mai 1945 ergeben konnten. In einer dramatischen Rettungsaktion schaffte die US-Armee Raketenteile und Dokumente aus der russischen Besatzungszone heraus.

Auf diesem Weg kamen die USA an deutsche Spitzentechnologie, die ihnen nach eigenem Bekunden um 25 Jahre voraus war. Und als sich von Braun freiwillig entschied, für die Amerikaner zu arbeiten, konnten diese fast nicht auf einen solchen Experten verzichten.



Bild 4: Von Braun bei seinem Überlauf

Von Brauns Tätigkeit für die US-Armee

Über viele Umwege gelangte von Braun schliesslich im September 1945 zusammen mit rund 120 anderen Raketenexperten in die USA. Ihre erste Aufgabe sollte es sein, unter strengsten Sicherheitsvorkehrungen den Nachbau einer V2 vorzunehmen, denn sämtliche Exemplare waren entweder abgefeuert oder zerstört worden. Dank der grossartigen Mitarbeit aller deutschen Forscher konnte schon bald ein erster Abschuss der V2 erfolgen, welchem weitere Abschüsse bis 1952 mit Instrumenten zur Erforschung der oberen Atmosphäre folgten. Für von Braun begann eine wichtige Rolle als Raketenfachmann für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten u. a. an der neuen Waffe Hermes II. 1947 entschliesst sich von Braun, seine Cousine Maria von Quistorp zu heiraten, und macht ihr einen schriftlichen Heiratsantrag, den die damals 18jährige annahm. Zusammen hatten sie schliesslich zwei Töchter, Iris und Margit, sowie einen Sohn namens Peter. 1946 bis 1949 waren für von Braun vor allem Jahre der Anpassung und Neuorientierung, aber zugleich seine glücklichsten Jahre.

Denn während des Krieges herrschte immer ein hoher Druck auf von Braun und das Thema Raumfahrt durfte nicht geäussert werden, doch jetzt durfte er endlich seine Meinung kundtun. Bald veröffentlichte er eine Studie über Raumfahrtexpeditionen zum Mars, und obwohl sein Manuskript als zu phantastisch abgetan wurde, zeigte sich bald, dass er mit seinen wissenschaftlichen Annahmen sogar eher auf der konservativen Seite stand.

Aus den Forschungsarbeiten von Brauns entstand 1949 eine erste Zweistufenrakete mit Namen Bumper ("Riesending"). Sie wurde so gross, dass von Braun einmal mehr der Platz nicht mehr reichte. Deshalb kauften die Militärs im August 1949, trotz erheblichen Widerstandes der Bevölkerung, das Huntsville-Arsenal in Alabama, das bald Mittelpunkt aller Aktivitäten der Raketen Vorhaben wurde. Von Braun konnte dann 1950 nach Alabama umziehen, wo ihm 1951 das Redstone-Programm, die Entwicklung einer leistungsfähigen Rakete übertragen wurde. Nebenbei machte sich von Braun auch noch Gedanken über ein koordiniertes Raumfahrtprogramm, mit dem Endziel einer ständig bemannten Raumstation. Durch diese Erkenntnisse fühlte er sich in der Lage, bereits nach fünf Jahren erste Satelliten zu starten und nach zehn Jahren eine Raumstation zu bauen. Er versuchte, durch verschiedene Artikel in der Presse, die Aufmerksamkeit in der Bevölkerung zu wecken. 1954 begann Amerika erstmals den Druck durch Russland im Wettlauf um das All zu spüren. Wernher von Braun ist mit der Ausarbeitung eines Satellitenprogrammes beauftragt worden, das später unter dem Namen Orbiter bekannt wurde. 1955 wurde das Orbiter-Projekt zugunsten eines anderen Projektes gestoppt.

Für seine grossartige Leistung erhielt er aber die amerikanische Staatsbürgerschaft und wurde bald darauf noch zum technischen Direktor von Huntsville ernannt.

Gleichzeitig lief aber ein anderes Projekt an, bei welchem von Braun beteiligt war: das Jupiter-Projekt, das eine Mittelstreckenrakete als Endziel hatte. Von Braun nützte dies aus, um - trotz des Orbiter Stopps - eine Satellitenattrappe auf eine fertiggestellte Jupiter C Rakete zu plazieren und zu starten. Damit gelang ihm der Beweis, dass sein Konzept funktionierte. Allerdings brauchte es den im Oktober 1957 von den Russen gestarteten Satelliten Sputnik I und den im November des gleichen Jahres gestarteten Sputnik II (mit der Hündin Leika), bis von Braun von den Amerikanern den Auftrag bekommt, einen Satelliten ins All zu schiessen. Das ganze wurde dann Explorer-Projekt genannt; und am 31. Januar 1958 gelang es den USA, ihren ersten wissenschaftlichen Satelliten, Explorer I, in eine Umlaufbahn zu schiessen, und zwar genau mit dem Konzept, das von Braun bereits ein Jahr früher erprobt hatte.

Von Brauns Tätigkeit im Dienste der NASA

Im Juli 1958 wurde die National Aeronautics and Space Administration (NASA) gegründet. Damit wurden im Prinzip alle nichtmilitärischen Raumfahrtunternehmungen der USA zentralisiert. Wernher von Braun arbeitete aber nach wie vor bei der Armee weiter an dem Explorer-Programm. Eigentlich war es bei seinen hervorragenden Leistungen nur eine Frage der Zeit, bis von Braun zur NASA gerufen würde, aber die Armee wollte ihn um keine Preis gehen lassen. Erst als

sich von Braun bereit erklärte, während seiner Zeit in der NASA auch noch die Pershing-Rakete (ein Waffensystem) fertig zu bauen, willigten sie dann schlussendlich ein. Und so wurde 1960 Huntsville der NASA unterstellt, von Braun somit technischer Direktor der NASA. Zu dieser Zeit lief der Wettlauf um das All mit Russland gerade auf vollen Touren. Deshalb wurde von Braun bereits 1958 mit dem Saturn-Projekt beauftragt.

Es handelte sich hierbei um die Entwicklung grosser Trägerraketen mit ebenso grossen Nutzlasten. Als dann den Russen gelang, mit Lunik I eine Mondsonde zu starten, musste von Braun natürlich auch diesen Erfolg wettmachen, was ihm mit Pionier 4 im März 1959 auch gelang. Im selben Jahr begann die USA, für ein bemanntes Raumfahrtprogramm zu forschen, mit dem Ziel, einen Menschen in die Umlaufbahn zu schießen. Aber wieder war Russland einen Schritt schneller und beförderte Juri Gagarin im April 1961 auf eine Umlaufbahn um die Erde. Um vor der ganzen Welt nicht immer als die ewig Zweiten dazustehen und den Amerikanern das Selbstvertrauen zurückzugeben, griff Präsident Kennedy im Mai 1961 ein sehr hohes Ziel auf: bis zum Ablauf der 60er Jahre sollten Menschen auf dem Mond landen (Apollo-Projekt).

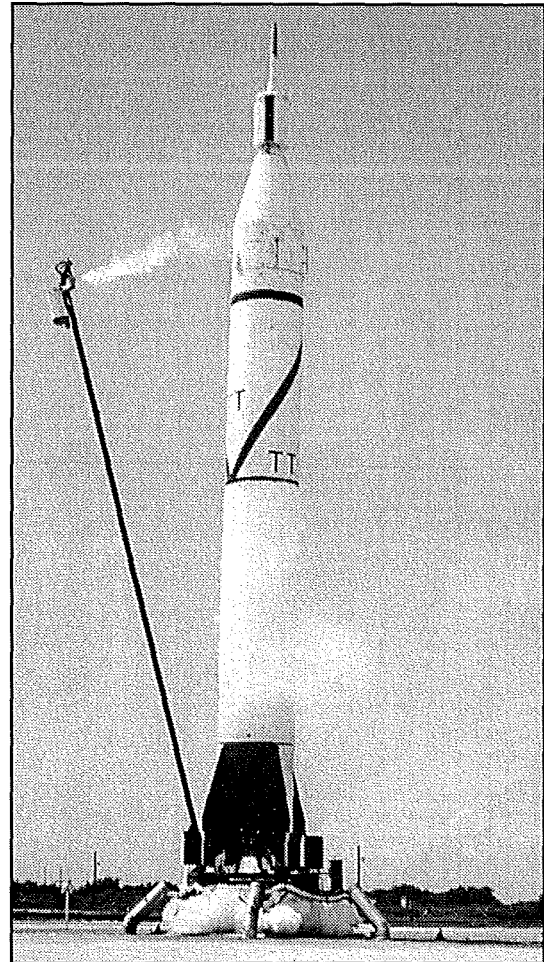


Bild 5: Start von Explorer I

Da kamen die Entwürfe der grossen Saturn-Trägerraketen von Brauns gerade richtig; und aus vier Entwürfen wählte die NASA und das Pentagon die Saturn C-1-Rakete aus, die weiter entwickelt wurde in die Saturn 1 bzw. später in die 1B. Aber schon bald wurde klar, dass das für eine Mondlandung notwendige Material eine noch grössere Raktete erforderte. So entwickelte von Braun die Saturn V, eine mit drei Antriebsstufen ausgestattete 111m hohe Trägerrakete. Sie vermochte 150 Tonnen Nutzlast ins All zu transportieren und wurde in immer neueren Versionen bei allen Apolloflügen verwendet. So auch beim Apolloflug 11, der die Astronauten Armstrong, Aldrin und Collins 1969 auf den Mond und zurück brachte. Mit der letzten Apollo-Mission startete auch von Brauns letzte Saturn V Rakete. Wernher von Braun hatte aber bereits wieder neue Ideen, so z.B. seinen Kindheitstraum: den Flug zum Mars.

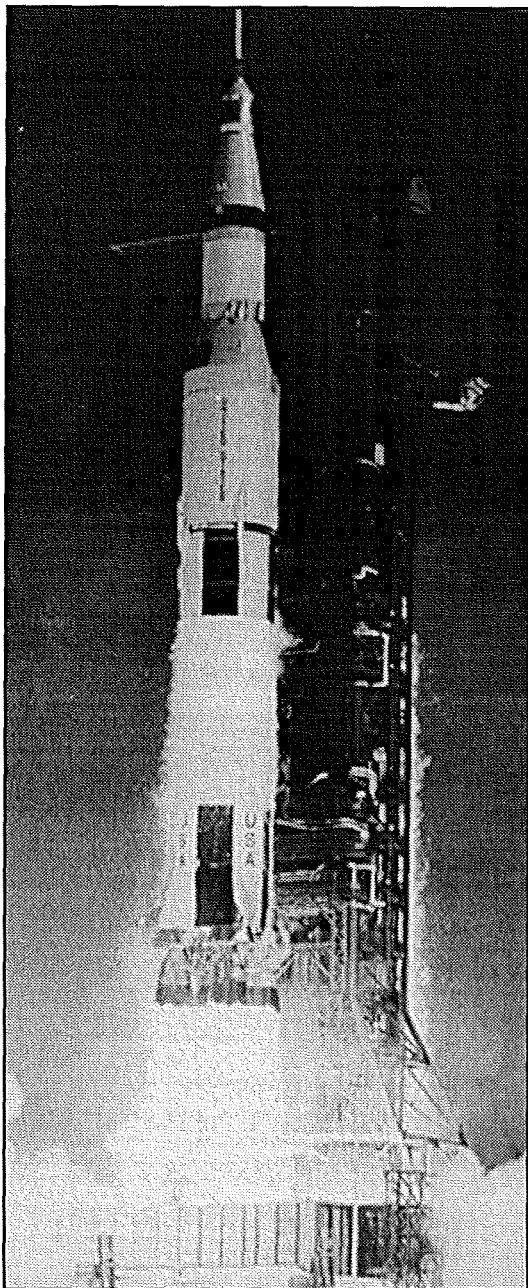


Bild 6: Saturn V beim Start

Allerdings war der Kongress nicht begeistert, etwas zu finanzieren, dass nicht unbedingt notwendig war, zumal keine ausländische Konkurrenz mehr zu befürchten war.

Die letzten Jahre

Obwohl von Braun noch einige grosse Taten in der NASA vollbrachte, so z.B. die Senkung der Entwicklungskosten des Space Shuttles um die Hälfte, spürte er mehr und mehr, dass er sich aus seiner Sicht nicht mehr am richtigen Platz befand; und so schied von Braun 1972 im Alter von 60 Jahren auf eigenen Wunsch aus.

Nach seinem Weggang von der NASA nahm von Braun zum ersten Mal in seinem Leben die Arbeit in einem Privatunternehmen auf. 1975 wurde bei ihm ein bösartiger Tumor im Dickdarm entdeckt, der trotz mehrerer Operationen nicht mehr zum verschwinden gebracht werden konnte. Am 16. Juni 1977 erlag Wernher von Braun der unheilbaren Krankheit im Alter von 65 Jahren. Zurück bleibt jedoch die Erinnerung an einen Pionier des Verkehrs.

Literatur

- [1] Der grosse Brockhaus
- [2] Was ist Was, Planeten der Raumfahrt, 1972
- [3] Bergaust, Erik: Wernher von Braun, 1976
- [4] Stuhlinger, Ernst: Wernher von Braun, 1992
- [5] Huzel, Dieter: Von Peenemünde nach Canaveral, 1994
- [6] von Braun, Wernher: Start in den Weltraum, 1958

Neil Armstrong

Martin à Porta

Lebenslauf

Neil Alden Armstrong wurde am 5. August 1930 in Wapakoneta (Ohio) geboren. Nach der Grundschule studierte er "aerotechnical engineering an der Purdue University bis 1955. Ein Jahr später heiratete Armstrong Janet Shearon, mit der er heute drei Kinder hat. 1966 war er Chefpilot der Raumfähre Gemini 8; 1969 landete er als Kommandant der Mondfähre von Apollo zusammen mit E. A. Aldrin auf dem Mond, den er als erster Mensch betrat.



Bild 1: Neil Armstrong

Heute wohnt er auf einer Farm in Lebanon (Ohio) und arbeitet als Berater eines Waffenkonzerns für elektronische Verteidigung in Deer Park, New York. Zusätzlich sitzt er in den Verwaltungsräten von einigen renommierten Firmen.

Die Mondlandung

Seitdem der erste kleine Satellit die Erde umkreiste, vergingen zwölf Jahre bis der erste Mensch den Mond betrat. In dieser Zeit wurden intensiv daran gearbeitet. Die Raumfahrt mit Tausenden von technischen Apparaturen zur Steuerung und zur Forschung wurden immer wieder verbessert und verfeinert; die Sicherheit war dabei das oberste Gebot. Dennoch stellt die Raumfahrt (noch heute) höchste Anforderungen an den Menschen, bezüglich seiner körperlichen und geistigen Verfassung, Gesundheit, Intelligenz sowie auch der Reaktionsfähigkeit. In jahrelangem Training werden die ausgesuchten Astronauten auf ihre Aufgaben vorbereitet. Denn obwohl fast die ganze Mission von Computern von der Erde aus gesteuert wurde, musste Neil Armstrong die Raumfähre notfallmässig auf einem geeigneten Landeplatz selbständig absetzen. Das Koppeln der Fähre mit dem Mutterschiff musste ebenfalls von Hand gemacht werden. Um in diesen Situationen richtig zu reagieren, wurden die Astronauten an die Schwerelosigkeit und die hohen Druckzustände gewöhnt. Deshalb wurden sie in riesigen Zentrifugen herumgeschleudert und mussten dabei einem Beschleunigungsdruck bis zum fünfzehnfachen Körpergewicht standhalten.

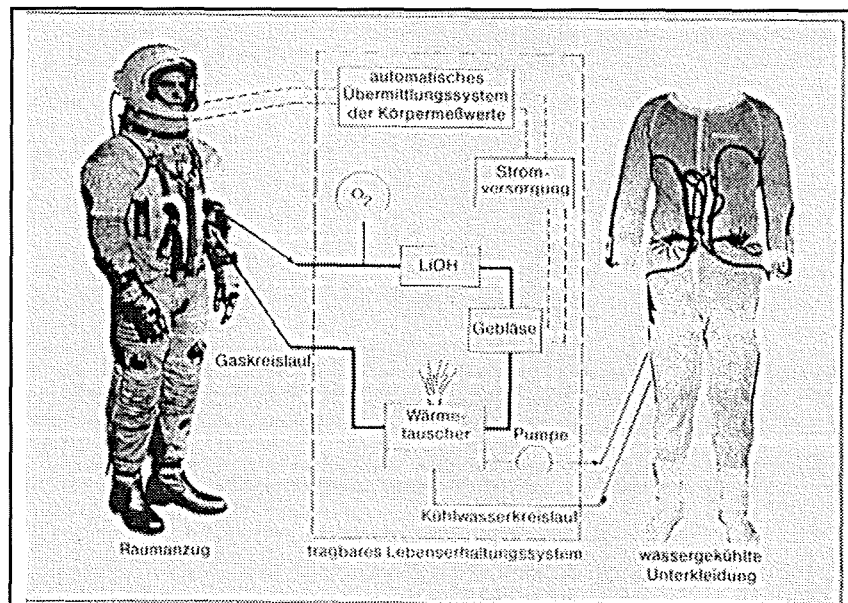


Bild 2: Aufbau eines Raumfahrtanzuges

Um im All auszusteigen, erfordert es spezieller Raumfahrtanzüge. Diese sind zum Schutz im Weltraum hermetisch abgeschlossen; sie wirken auch weitgehend strahlungs- und temperaturisierend und sind gegen mechanische Einwirkungen immun. Die Anzüge sind mit einem Lebenserhaltungssystem ausgerüstet, sie bestehen aus mehreren flexiblen Kunststoffschichten mit luftgefüllten Zwischenräumen. Die äussere Schicht, der Helm und die Handschuhe sind mit einer strahlungsabweisenden Reflexionsschicht versehen. Die hermetisch schliessende Sichtscheibe ist mit Filtern ausgestattet, die die intensive Sonnenstrahlung weitgehend absorbieren. Mit Hilfe des Lebenserhaltungssystems wird im Abzug ein irdischen entsprechendes Klima bei 0,24 bis 0,4 bar Innendruck aufrechterhalten. Der gesamte Mondanzug inkl. Tornister ist schwer, alleine der Tornister wiegt 53 kg, doch ist natürlich zu bedenken: die Anziehungskraft auf dem Mond sechs Mal geringer. Während des Starts von der Erde tragen die Astronauten ihre Raumanzüge, weil sie sich im Falle eines Misslingens mit einer Sicherheitsrakete vom übrigen System absprengen können. Eine Stunde nach geglücktem Start ziehen sie leichte Fluganzüge an.

Obwohl der Flug zum Mond und die nachfolgende Landung etwas Neues war, flogen die Astronauten Armstrong, Aldrin und Collins nicht ins völlig unbekannte. Der Mond war den Wissenschaftlern in vieler Hinsicht bekannt. Jedes Manöver wird von der Erde aus überwacht, jeder Handgriff wurde vorher geübt. Das Risiko wurde auf ein Mindestmass herabgesetzt. Aber eine letzte Sicherheit gab es nicht; bei einem Fehlgriff der Astronauten oder einem Ausfall der Apparaturen könnte dies verheerende Folgen haben.

Für das amerikanische Apollo-Programm waren seit 1965 zeitweise etwa 400'000 Wissenschaftler, Ingenieure, Handwerker und andere Angestellte tätig. Die Kosten für den sogenannten "Mondschuss" beliefen sich schlussendlich auf etwa 60 Milliarden Dollar.

Am 17. Juli 1969 starteten die drei Astronauten Armstrong, Aldrin und Collins um 14:32 Uhr in der 111 m hohen Saturn-Rakete zur ersten Mission, der Landung auf dem Mond. Nach dem Start auf Cap Canaveral wurde die Rakete auf die Erdumlaufbahn gebracht. Nach einem Flug von etwa 3 Stunden und 21 Minuten wurde die Rakete auf Fluchtgeschwindigkeit von bis 40'000 km/h beschleunigt - der Flug zum Mond begann. Infolge der Erdanziehungskraft sank die Fluggeschwindigkeit, während dieser antriebslosen Phase wurde die 3. Raketenstufe abgekuppelt, und die Astronauten bereiteten die Mondlandung vor. Man kam nun in den Bereich der Mondanziehungskraft, wo die Geschwindigkeit wieder zunimmt.

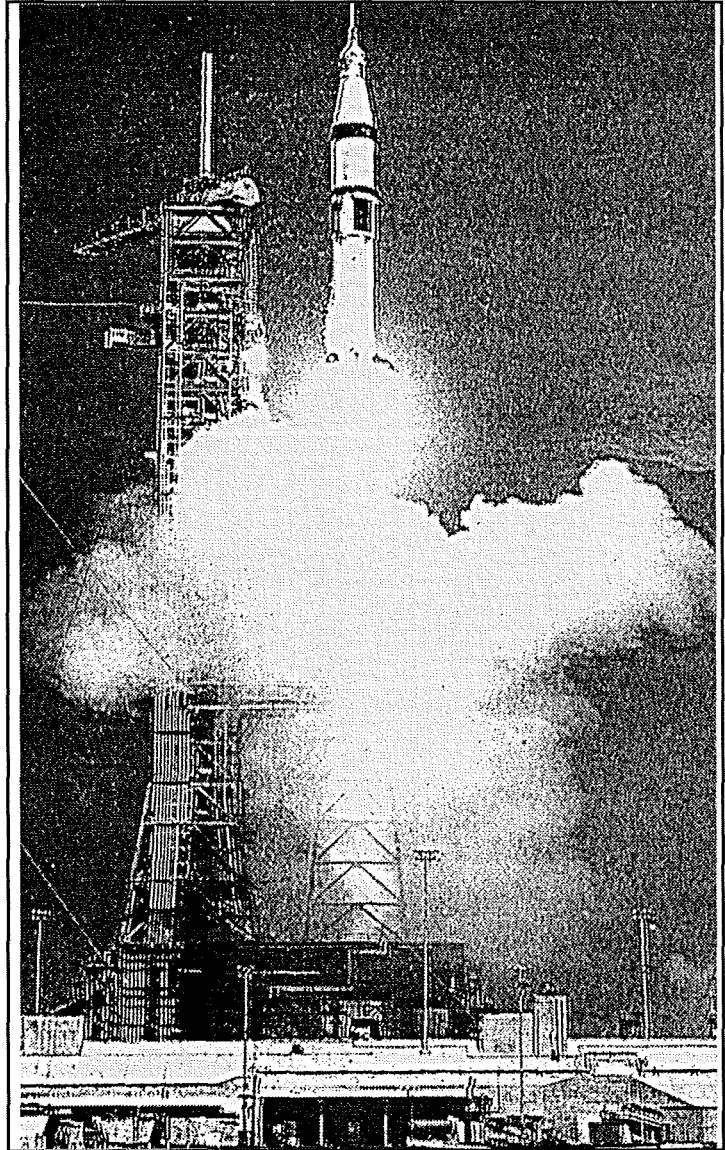


Bild 3: Start einer Apollo-Rakete

Die Apollo-Kapsel mit dem Mondlandegerät wurde in eine Mondumlaufbahn gesteuert, die Mondlandefähre "Eagle" mit Armstrong und Aldrin setzte sich nun ab und näherte sich dem Mond. Armstrong steuerte nun den "Eagle" von Hand sicher an einen geeigneten Landeplatz. Unterdessen kreiste Collins für ca. 75 Stunden in der Kapsel weiter um unseren Trabanten. Armstrong konnte die rund 14 Tonnen schwere Landefähre sich auf dem Boden aufsetzen. Am 20. Juli 1969 betrat dann Neil Armstrong als erster Mensch den Mond mit den Worten: "Ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein grosser Schritt für die Menschheit".



Bild 4: Mondlandung

Seither haben fünf weitere Landungen auf dem Mond stattgefunden, 12 Astronauten haben insgesamt 81 Stunden ausserhalb ihrer Landefähren auf der Mondoberfläche aufgehalten. Dabei legten sie teils zu Fuss, teils mit dem Mondauto 94 km zurück und brachten knapp 400 kg Mondgestein für Untersuchungen zur Erde mit. Die vorläufig letzte Landung auf dem Mond fand am 11.12.1972 mit der Apollo 17 statt. Die Entwicklung wird aber bestimmt noch sehr viel weitergehen mit immer neuen Technologien - in ferner Zukunft kann der Mond möglicherweise in einigen Stunden erreichbar werden und wer weiss, was danach noch alles folgen wird.

Literatur

- [1] Der grosse Brockhaus
- [2] Meyer grosses Lexikon
- [3] Andrew Chaikin: A Man on the Moon, New York 1994
- [4] Arthur C. Clarke, Michael Joseph London: First on the Moon, 1970
- [5] Was ist was, Planeten und Raumfahrt, Tesslof Verlag, 1972

Nicolaus August Otto

Thomas Zimmerli und Peter Blättler

Jugend

Nicolaus August Otto wurde am 14. Juni 1832 in dem kleinen nassauischen Dorf Holzhausen als jüngstes von sechs Kindern geboren. Der Vater, Bauer und Gastwirt, verstarb bereits ein Jahr später, so dass seine älteste Schwester mit ihrem Mann die Gastwirtschaft mit der neu eingerichteten Posthalterei übernahm.

Nach dem achtjährigen Besuch der Dorfschule wechselte er an die Realschule in Schwambach, die er jedoch aus finanziellen Gründen zwei Jahre später im Jahre 1848 wieder verlassen musste, obwohl er in fast allen Lehrfächern die besten Noten erzielt hatte.

Darauf begann er in Holzhausen eine dreijährige Kaufmannslehre in einem Kolonialwaren- und Landesproduktionsgeschäft. Trotz mehrfachen Stellenwechsels gelang es ihm nicht, sein Einkommen so aufzubessern, um seine kennengelernte Anna Gossi zu ehelichen und einen eigenständigen Haushalt zu führen. 1860 wechselte er seine Stelle erneut und begann bei Carl Mertens. Während dieser Zeit beschäftigte er sich in seiner Freizeit mit Motoren.



Bild 1: Nicolaus August Otto

Ottos Beschäftigung mit Motoren

Zu dieser Zeit lernte Otto den Franzosen Jean Joseph Etienne Lenoir kennen, der mit seiner Gasmaschine für grosses Aufsehen in der Öffentlichkeit gesorgt hat. Diese Maschine beeindruckte ihn so sehr, dass er beschloss, sich in diesem Fachbereich 1862 selbständig zu machen. Es war ihm und seinem Bruder bekannt, dass mit der Verbrennung der Gase und Dämpfe von Spiritus und Petroleum es leicht zu nicht kontrollierbaren Explosionen kommen konnte. Deshalb wollten sie auf die Verwendung dieser Gase als Treibmittel setzen. Für die Zeichnungen Ihres ersten Ver-

dampfers beantragten sie ein Patent, das mit der Begründung eines zu geringen Unterschiedes gegenüber dem Patent von Lenoir abgelehnt wurde. Danach stieg sein Bruder aus dem Geschäft aus.

August, der inzwischen eine Erbschaft gemacht hatte, liess vom Mechaniker Zons eine kleine Modellmaschine Lenoirischer Arbeitsweise bauen, um mit ihr weiterführende Experimente durchführen zu können.

Aus den vielen Versuchen, die Otto durch die Veränderung der Mischung von Gas und Luft sowie den Zeitpunkt des Zündens vorgenommen hatte, stellte er fest, dass man Ansaugen, Verdichten, Verbrennen und Auspuffen in einem Zylinder vornehmen muss und dass das Gas-Luft-Gemisch durch Zündung erst dann zur Explosion gebracht wurde, wenn dieses am stärksten verdichtet war. Damit war die Einschaltung des Kompressionshub für den Verbrennungsmotor ganz entscheidend gewesen, zumal dadurch eine wesentliche Leistungssteigerung bei geringerem Gasverbrauch erzielt wurde. Er wusste, dass er damit eine entscheidende Entdeckung gemacht hatte, merkte aber bald, dass die kleine Modellmaschine für weitergehende Versuche ungeeignet war. Daraufhin liess Otto anstelle eines einzylindrigen Versuchsmotors gleich eine vierzylindrigen Maschine bauen, auf welche die Arbeitsprozesse Ansaugen, Verdichten, und Zünden sowie Ausdehnen und Ausschleiben in jedem Zylinder aufeinander erfolgten. Dieser Versuchsmotor lief zwar, aber das infolge der vollständigen Austreibung der Abgase sehr reine Gemisch verpuffte bei der verdichteten Ladung immer noch zu heftig und traf trotz des elastischen Luftkissens das Triebwerk derart stark, dass es beim weiteren Laborieren innerhalb weniger Monate total ruiniert wurde. Zudem vergass er, diese Maschine beim Patentamt anzumelden, was ihm später sehr zum Verhängnis wurde.

Otto musste erkennen, dass die Entwicklung einer Erfindung bis zur Fabrikationsreife nicht nur technisches Können und grosse Erfahrungen erforderte, sondern auch eine finanzielle Basis. Zusammen mit dem Ingenieur Eugen Langen gründete Otto eine Kommanditgesellschaft N.A. Otto & Cie., in die er seine bisher erworbenen Patente anstelle von Kapital einbrachte. Den beiden gelang es erst durch Mithilfe eines Professors für Maschinenkunde am Polytechnikum in Zürich, zur Weltausstellung in Paris 1867 einen funktionsfähigen, atmosphärischen Motor zu konstruieren. Dieser hatte einen Verbrauch, der nur 1/3 der Lenoir Maschine betrug. Dafür erhielt Otto die Goldmedaille. 1868 heiratete er seine Anna Gossi, nachdem sich seine finanzielle Situation nun verbessert hat. Der neue Motor hielt aber den Ansprüchen des praktischen Gebrauchs nicht stand. Um dem finanziellen Ruin zu entgehen und weiter forschen zu können, suchten sie einen weiteren Geschäftspartner.

Am 13. August 1869 wurde mit dem kapitalkräftigen Hamburger Kaufmann Ludwig August Roosen die neue Gesellschaft "Langen, Otto & Roosen" gegründet, bei der Otto mangels finanzieller Mittel vertraglich nur noch den Status eines Angestellten hatte. Die Gesellschaft erwirt-

schaftete zwar 1870 und 1871 einen bescheidenen Gewinn, doch war dieser dem Kaufmann Roosen zu wenig, und er stieg aus dem Unternehmen aus.

Daraufhin gründete Otto auf breiterer Basis 1872 die Aktiengesellschaft "Gasmotoren-Fabrik Deutz" und konnte dadurch wieder ohne höhere Instanz seinen Motor alleine weiterentwickeln. Otto wurde kaufmännischer Direktor der Gesellschaft, die technische Leitung hatte Gottlieb Daimler inne, der 1872 eingestellt wurde. In dieser Zeit entwickelte Otto den ersten voll funktionsfähigen Viertaktmotor; bei der Patentierung wurde 1876 aber vor allem auf die Steuerung des Verbrennungsvorganges, der die gefürchteten Explosionen ausschloss, hingewiesen, nicht aber auf die viel wichtigere und grössere Entdeckung des Viertakters. Mit Maybach löste er das Problem der Kraftübertragung, indem sie bei der Zündung einen verdünnten Brennstoff verwendeten und der Kolben so stossfrei erreicht werden konnte. Der Motor hatte einen solchen grossen Erfolg, dass er in vier verschiedenen Grössen angeboten wurde. Bis zur Jahrhundertwende sollten mehr als 8000 Stück verkauft werden. Die Vermarktung geschah mit dem Slogan "Ottos neuer Motor".. Charakteristisch an diesem Motor waren die äussere Gemischaufbereitung und die Fremdzündung. Die Zusammenarbeit zwischen Otto und Daimler war nie besonders gut, so dass Daimler 1882 wieder entlassen wurde. Dieser gründete mit dem ebenso entlassenen Maybach eine eigene Gesellschaft. Aufgrund Ottos Versäumnis, einen Patentschutz für seine "Viertaktmotor-Erfindung" zu erlangen, wurden die Motoren in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts auch von anderen nachgebaut. Es folgten gerichtliche Streitigkeiten, bei denen grosse Teile der Patentansprüche Ottos aufgehoben wurden. Am 26.1.1891 verstarb Nicolaus August Otto infolge Herzversagens.

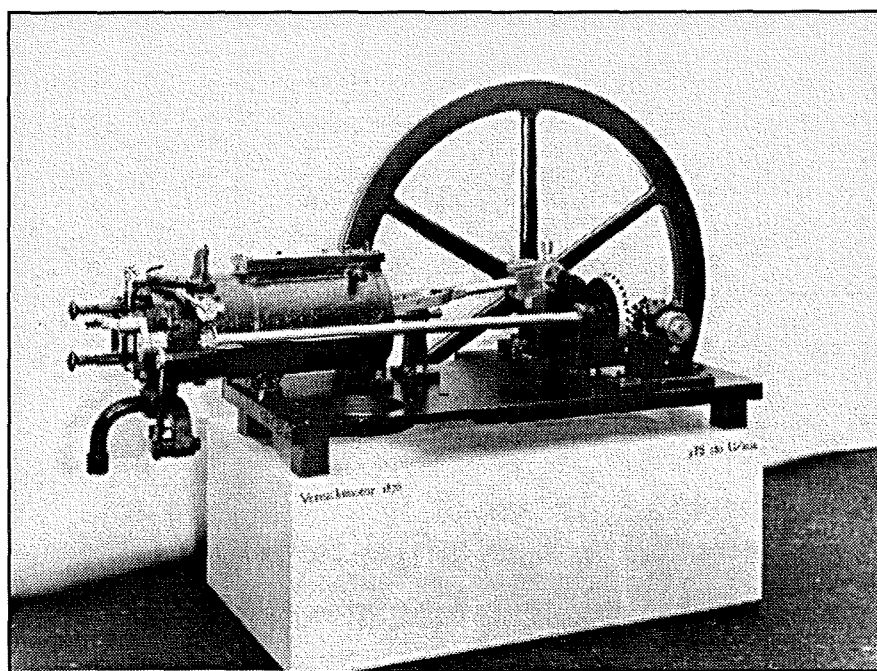


Bild 2: Viertakt-Versuchsmotor

Arbeitsweise eines Viertaktmotors

1. Takt: Der Kolben wird von der Kurbel nach unten gezogen. Durch das geöffnete Einlassventil wird das Benzin-Luft-Gemisch angesaugt: Ansaugtakt
2. Takt: Der Kolben wird von der Kurbel nach oben gedrückt. Bei geschlossenen Ventilen wird das Gas verdichtet: Verdichtungstakt
3. Takt: Im Kolben wird ein Funke gezündet, worauf das Gas entzündet. Dabei dehnt sich das Gas aus der Kolben wird nach unten gedrückt. Der Kolben treibt die Kurbel an: Arbeitstakt
4. Takt: Der Kolben wird von der Kurbel nach oben gedrückt. Bei offenem Auslassventil werden die Verbrennungsgase ausgestossen: Auspufftakt

Nur beim 3. Takt gibt der Motor Arbeit an die Kurbel ab. In der restlichen Zeit wird der Kolben durch die Kurbel bewegt. Dies ist möglich mit einem Schwungrad an der Kurbelwelle.

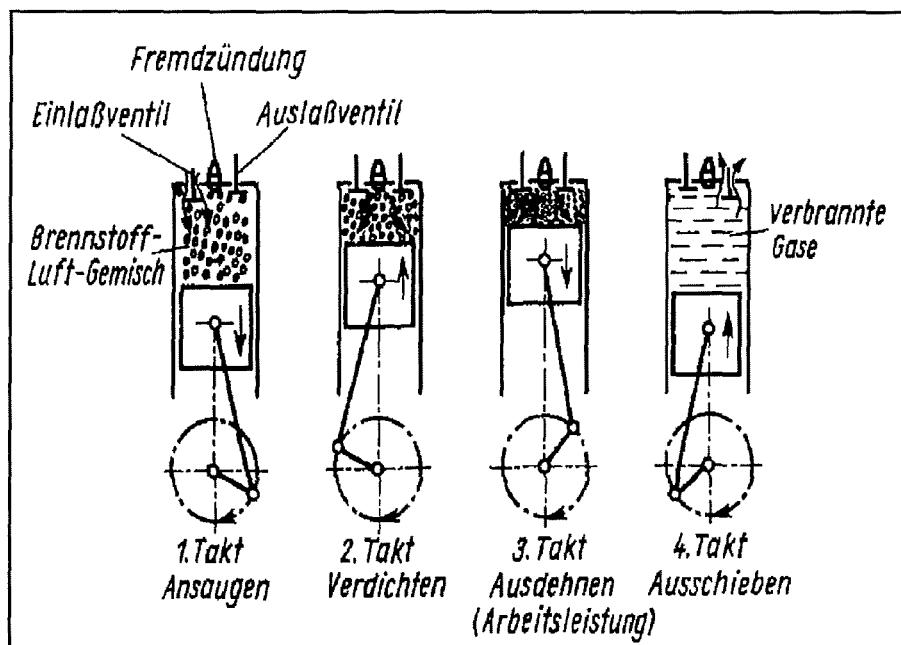


Bild 3: Ablauf eines Zyklus im Viertaktmotor

Literatur

- [1] Hans-Jürgen Reuss: Nicolaus August Otto, Kölner Biographien, 1979

R. W. Thomson / J. B. Dunlop - die Erfinder des Luftreifens

Anja Pauling

R. W. Thomson

Die Geschichte des Luftreifens ist eigentlich die Geschichte zweier Männer, die sich allerdings nie persönlich kennenlernten. Das 19. Jahrhundert könnte man als Jahrhundert der Erfindungen bezeichnen. So war es auch möglich, dass einzelne Erfindungen, die ihrer Zeit voraus waren, wieder in Vergessenheit gerieten und nochmals erfunden werden mussten (oder müssen). So war es auch beim Luftreifen.



Bild 1: R. W. Thomson

Der erste Erfinder war Robert William Thomson, der 1822 als Sohn eines Kleinfabrikanten in Schottland geboren wurde. Seine Eltern hofften, ihr Sohn würde Pfarrer werden, aber der Junge hatte andere Ideen. Mit Vierzehn wurden er in die USA gesandt, um als Kaufmann ausgebildet zu werden. Anstelle dessen schloss er sich einem Ingenieur-Studium an und erhielt eine praktische Ausbildung in dieser Richtung. Als er zwei Jahre später nach Schottland zurückkehrte, wurde er in verschiedenen Werkstätten angestellt und war sogar einige Zeit für Robert Stephenson, dem bekannten Ingenieur tätig.

1844, mit 22 Jahren, arbeitete er auf eigene Rechnung als Eisenbahn-Ingenieur in seinem Geschäft in London. Dort entwickelte er auch die Idee des Luftreifens. Am 10. Juni 1846 wurde seine Idee patentiert. Das folgende Zitat aus den Patentunterlagen lässt klar werden, dass Thomson - ungleich einigen anderen Erfindern - genau wusste, was er mit seiner Erfindung erreichen wollte: *The nature of my said invention consists in the applications of elastic bearings round the tires of the wheels of carriages, for the purpose of lessening the power required to draw the carriages, rendering their motion easier and diminishing the noise they make whe in motion.*"

Erstaunlich ist auch, dass Thomson auf dem aktuellsten Stand der Technik war und bei der Beschreibung des zu verwendenden Materials für seine Erfindung bereits Gummi erwähnte (Vulkanisation: Charles Goodyear 1839, industrielle Produktion: Thomas Hancock 1843).

Die Patentschrift beweist, dass Thomson nicht nur eine Idee festschreiben liess, sondern vielmehr eine Reihe aufbauender Erfindungen machte. Er schlug nämlich ebenso vor, das Aussenmaterial von Reifen aus Gummi herzustellen, und machte sich Gedanken über das Ventil, mit dem sein sogenanntes "Aerial Wheel" mit Luft gefüllt werden musste.

Desgleichen machte er Angaben über verschiedenes Füllmaterial für die Reifen. Die Idee mit dem Schwamm sollte 120 Jahre später in der Anwendung von synthetischen Schäumen bei Reifen wieder Bedeutung erlangen. Unter seinen Aufzeichnungen befinden sich auch Anwendungen der Luftreifen auf Thomsons eigentlichem Gebiet - der Eisenbahn; des weiteren auch die Idee, schwere Körper auf luftgepumpten Rollen zu bewegen. Ob sein Prinzip wirklich funktionieren würde, probierte Thomson ein Jahr nach der Festschrift des Patents mit einer luftbereiften Pferdekutsche aus. Seine Messungen erreichten sehr gute Werte gegenüber den bis dahin verwendeten Holzreifen mit Metallüberzug. Sie wurden 1849 sogar im "The Mechanic's Magazine" zusammen mit einer Zeichnung publiziert.

Das war sie nun, seine geniale Erfindung - bereit, aufgegriffen und fertig entwickelt zu werden. Unglücklicherweise war dies nicht der Fall; sie blieb liegen. Thomson ging nach Java, wo er als Ingenieur an Maschinen für Zuckerrohrplantagen arbeitete. Der Erfindergeist in ihm blieb aber wach, und er brachte viele weitere Ideen zu Papier. 1862 kehrte er nach Edinburgh zurück, wo er 1867 einen Vollgummireifen für ein schweres Vehikel patentieren liess, das eine Geschwindigkeit von 20 m.p.h. (ca. 30 km/h) erreichte. Trotz dieses Interesses für Vollgummireifen benützte der Erfinder für seinen persönlichen Gebrauch immer noch Luftreifen, die er - wie eine Aufzeichnung beweist - sogar dem Kaiser von Brasilien demonstrierte, der 1869 Edinburgh besuchte.

Robert Thomson starb mit 51 Jahren nach längerer Krankheit. Nach seinem Tod geriet das Aerial Wheel in Vergessenheit, obwohl einige Prototypen seiner Erfindung in Museen erhalten geblieben waren. 50 Jahre später wurde dann die Idee der "Pneumatic" von einem anderen Schotten wiederentdeckt.

John Boyd Dunlop

John Boyd Dunlop wurde 1840 als Sohn eines Pächters in Dreghorn in Südwestschottland geboren. Er studierte in Edinburgh Veterinärwesen und siedelte - Anfang zwanzig - zuerst nach Kirkpatrick und später nach Belfast über, wo er wenig später bereits zwölf Angestellte als Hufbeschlager in seiner Niederlassung beschäftigen konnte.



Bild 2: John Boyd Dunlop

Eine Augenzeugin - Dunlops Tochter Jean, die 1859 in London verstarb - berichtet über die im Jahre 1888 gemachte Erfindung und ihren Vater: *“Eigentlich war es mein Bruder Johny, dem es zu verdanken ist, dass mein Vater den Reifen erfand, ohne den heute kein Fahrzeug mehr denkbar ist. Mein Bruder hatte ein Dreirad geschenkt bekommen, und in einem unbedachten Augenblick sagte der Vater zu ihm, dass er ihm die schnellsten Räder der Welt für sein Gefährt bauen könne, wenn er wolle. Dass er dann auch wirklich wollte, dafür sorgte mein Bruder. Beide zogen sich in sein Schlafzimmer zurück. Ich erinnere mich sehr wohl, dass meine Mutter höchst bestürzt war, als sie nach ein paar Tagen die Unordnung in dieser “Notwerkstatt” feststellte, in der es von Gummi- und Tuchstreifen, Leim, Holz, Scheren und allem möglichen Gerät nur so wimmelte. Völlig ausser Fassung geriet sie, als Streifen amerikanischen Ulmenholzes in der Badewanne versenkt wurden, wo sie sich vollsaugen sollten, damit man sie besser biegen konnte. Bald war das ganze Haus völlig durcheinander - mein Vater arbeitete fröhlich weiter.*

Es fällt nur heute sehr schwer, mir die wirklichen Schwierigkeiten vorzustellen, die mein Vater bei seiner Erfindertätigkeit zu überwinden hatte, ganz zu schweigen von der Ironie und dem mitleidigen Lächeln der Nachbarn und später der Fachwelt, die er zu ertragen hatte. Aber unerschütterliche Zielstrebigkeit war eine seiner grossen Charaktereigenschaften.

Ich habe oft die Meinung gehört, die Erfindung des pneumatischen Gummireifens sei mehr oder weniger ein Zufall oder das Ergebnis einer Inspiration. Nichts ist weniger wahr als das. Schon von der Kindheit an hatte sich mein Vater für wissenschaftliche Probleme interessiert. Sein Spezialgebiet war schon immer der Strassenverkehr. Er hatte lange vorher die Kraftverschwendung und den Verlust an Geschwindigkeit erkannt, die durch den schlechten Zustand der Strassen in damaliger Zeit verursacht wurden, Um sich Gedanken über biegsame Speichen, besondere Federungen und ähnliches gemacht. Aber ihm blieb wenig Zeit für Experimente, da der Veterinärberuf ihn voll in Anspruch nahm. Erst als er sich zur Ruhe setzen konnte, kam ihm der Gedanke, Luft in einen Schlauch aus Gummi und Kenevas (Anm. d. Verf.: weitmaschiges, leinwandbindiges Gewebe) zu komprimieren und um den äusseren Rand des Rades herumzulegen. Das war damals höchst ungewöhnlich und revolutionär.

Ich erinnere mich genau an den Tag, an dem mein Vater seinen ersten pneumatischen Reifen im Freien ausprobierte. Er nahm zwei Räder, das eine war das gewöhnliche Vorderrad vom Dreirad meines Bruders, das andere war eine runde Holzscheibe, um deren Rand mein Vater seinen Pneu mit Hilfe einer “Decke” aus Leinen befestigt hatte. Der Pneu wurde mit Johnys Fussballpumpe aufgepumpt und das Ventil abgebunden, wie man es heute noch bei Fussbällen macht. Mein Vater fragte dann seinen Freund John Caldwell, welche von den beiden Rädern wohl am schnellsten laufen würde.

Cadwell antwortete: "Natürlich das kleine da vom Dreirad". Als mein Vater nun das kleine Rad in Schwung setzte und über den Hof rollen liess, blieb es schon in der Mitte des Platzes liegen. Die Holzscheibe mit dem luftgefüllten Reifen durchlief nicht nur die ganze Länge des Hofes, sondern prallte noch ein ganzes Stück vom Tor am anderen Ende zurück.

Mein Bruder Johny bekam also Luftreifen um die Räder seines Dreirades gelegt. Er war sehr glücklich darüber und bald von allen Dreiradfahrern der weiteren Nachbarschaft der schnellste und wendigste. Zu lösen war noch das Problem, wie man einen solchen Reifen möglichst haltbar machen konnte.

Mein Vater kaufte ein Fahrrad ohne Räder. Aus Bandeisenstücken konstruierte er sich dann die Räder selbst und bog deren Ränder zu Felgen zurecht, auf denen die pneumatischen Reifen aufgezogen werden konnten - genau so, wie das heute noch geschieht. Als Reifendecken benutzte er diesmal erstklassiges Segeltuch. Das fertiggestellte Fahrrad wurde sodann ausgedehnten Tests unterworfen und legte dabei mehr als 4000 km zurück. Das Vorderrad erlitt dabei auch nicht eine einzige Panne und brauchte während der ganzen Prüfzeit nicht ein einziges Mal von den Felgen abgenommen zu werden."[Rauck, Volke, Paturi, 1988, S. 106 f.]

Nach dem Versuch mit dem Dreirad seines Sohnes baute Dunlop weitere Prototypen seines Pneumatik auch für Zweiräder. Die Schläuche bestellte er in geraden Längen bei einem Fabrikanten, schnitt und klebte sie zusammen. Am 23. Juli reichte er seine Erfindung als Patent ein, das ihm am 31. Oktober erteilt und am 7. Dezember 1888 wirksam wurde.

Jahre später - mit Thomsons Patent konfrontiert - schrieb Dunlop: Ich sage nicht, ich sei der erste Erfinder des Luftreifens. Es gab eine Zeit, da glaubte ich es zu sein, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil eine so einfache Sache nicht Gebrauch war. Ich erhebe nur Anspruch darauf, der erste erfolgreiche Erfinder zu sein. Zum Glück für die gesamte Radwelt habe ich Thomsons Luftreifen zurückerfunden."

Im Herbst 1888 lud Dunlop Radsportler zu Testfahrten ein. Das sportliche Debut des Pneus fand im Mai 1889 bei den Queens College Sportspielen statt. Dunlop-Fahrer W. Hume gewann alle Rennen. Harvey du Cros, Vizepräsident des irischen Radrennfahrer-Verbandes, erkannte die grosse Chance einer industriellen Nutzung des Reifenpatentes. Dunlop, mehr an der Technik als am Geschäft mit seiner Erfindung interessiert, verkaufte die Patentrechte an den Sportfunktionär für £ 500 in bar, £ 3.000 in Anteilen und eine Vorstandsposition in der neugegründeten Gesellschaft "The Pneumatic Tyre and Booth Cycle Agency Ltd." in Dublin. Das Unternehmen florenierte. Schon 1894 hatte Dunlop seine Anteile zu einem Vielfachen des Nennwertes verkauft. Er eröffnete ein Tuchgeschäft in Dublin, das er bis zu seinem Tod 1921 betrieb. Die Reichtümer, die seine Erfindung noch hätte einbringen können, waren ihm eher unheimlich. Als vermögender Mann blieb ihm aber das traurige Schicksal vieler Erfinder erspart.

Literatur

- [1] Jennings, P: Dunlopera - The Works and Workings of the Dunlop Rubber Company, privately published, London 1961
- [2] Raucke, M.J.B., Volke, G., Paturi, F.R.: Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte - Das Fahrrad und seine Geschichte, Aarau 1979, überarbeitete Auflage 1988
- [3] SP Reifenwerke GmbH (Hrsg.): Es begann mit Luft, Jubiläumsbroschüre 100 Jahre Dunlop 1888 - 1988, Hanau 1988
- [4] Thompkins, E.S.: The History of the Penumatic Tyre, London 1981

Pierre-Paul Riquet - Der Canal du Midi

Zlata Oblozinska

Um im Jahre 1650 mit einem Schiff vom Mittelmeer an die französische Atlantikküste zu gelangen, musste man um die Iberische Halbinsel herum fahren und rund 3500 km zurücklegen. Die Reise dauerte dabei bis zu 13 Wochen. Der innerfranzösische Transport auf dem Landweg war zu dieser Zeit keine geeignete Ausweichmöglichkeit oder Alternative, weil die Strassen schlecht und unsicher waren.

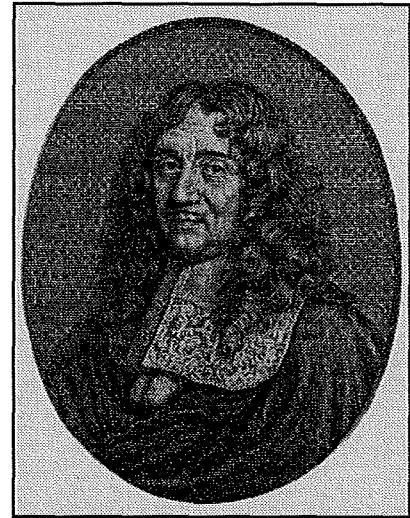


Bild 1: Pierre-Paul Riquet

Die Idee, eine Wasserstrasse zu bauen, die auf der französischen Seite etwa parallel zu den Pyrenäen verlaufen und den Wasserweg linear von Küste zu Küste zehnmal kürzer machen würde, liegt nahe; die Römer dachten schon darüber nach, und Leonardo da Vinci hat sich ebenfalls damit beschäftigt. Erst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts war es dann so weit - das Werk Canal du Midi von der Seite nach Toulouse, 250 km lang und technisch das schwierigste Stück der Verbindung zwischen den beiden Meeren wurde während der Herrschaft des Sonnenkönigs Ludwig XIV. begonnen und nach nur 14 Jahren bereits vollendet. Der Kanal ist mit den grossen Bauwerken der hochentwickelten Zivilisationen der Erde vergleichbar.

Im Jahre 1666 hat der König Ludwig XIV. einige für den Bau entscheidenden Erlasse unterschrieben; dabei hat er allerdings nur vage Vorstellungen, worum es sich bei diesem Projekt handelt. Er verlässt sich auf seinen Einflüsterer Jean Baptiste Colbert - *Contrôleur Général des Finances*. Der dritte und wichtigste Beteiligte hiess Pierre-Paul Riquet. 1609 ist er in Béziers als Sohn des Notars und Politikers Guillaume Riquet zur Welt gekommen, der sich unter anderem als Gegner eines schon 1618 weit ausgearbeiteten Kanalprojekts profiliert und dieses im *Assemblee des Etats du Languedoc* abgelehnt hat. Der zehnjährige Pierre-Paul nimmt regen Anteil an dieser Diskussion und hält wider aller väterlicher Vernunft den Bau eines Kanals für möglich. In der Schule "zerreisst er keine grossen Stücke" und über seine Lehr- und Wanderjahre ist nichts bekannt. Durch gute Beziehungen erhält er mit 20 einen Posten bei der Salzsteuerverwaltung, in deren Hierarchie er im Lauf seines Lebens immer höher aufsteigt. Die oft umstrittene Salzsteuer ist zu Rieguets Zeiten einer der Hauptpfeiler der königlichen Staatsfinanzen. Riquet, der jahrzehntelang tagtäglich Languedoc bereist, lernt aus der Nähe den miserablen Zustand der Infrastruktur, die soziale Not und auch die Hydrogeographie der Region kennen. Mit

verschiedenen Mitarbeitern erstellt er eine Karte, auf der jeder Fluss, jedes Bächlein und jede Quelle eingezeichnet ist. Er lässt jedes Gewässer über Jahre beobachten, um zu wissen, wie stetig und stark es fließt. Languedoc ist im Sommer eine regenarmer Landstrich. Es ist klar, dass der Traumkanal an einer Stelle über die Wasserscheide zwischen Mittelmeer und Atlantik hinüberführen muss. Aber wie soll ein Kanal über einen Hügelzug geführt werden, der dann durch Schleusen gebremst, nach beiden Richtungen abfließt, nach Marseille und nach Bordeaux. Erst zehn Jahre später ist die Schlüsselstelle gefunden. Der Ort heisst Naurouze, liegt 200 Meter über dem Meer und ist sehr idyllisch gelegen. Der Scheitelpunkt zeichnet sich dadurch aus, dass es durch die günstige Topographie möglich ist, ihn aus dem noch höher gelegenen nordöstlichen Hinterland mit einem Kanal zu speisen. Dieses Hinterland ist die Montagne Noire, eine Ausläuferin des auch in den trockensten Sommern regensicheren Zentralmassivs. Riquet entwickelt im Laufe der Jahre die geniale Idee, in der Montagne Noire riesige Speicherseen zu bauen, in denen alle Bäche gesammelt werden. Die Austrocknung kritischer Gebiete wird durch ein ausgeklügeltes Bewässerungssystem vermieden. Im Park seines Landsitzes Benrepos bei Toulouse baut Riquet das ganze hydrologische Perpetuum-Mobile als Modell - und es funktioniert. Natürlich sind seine Pläne publik geworden, und es traten prominente Kritiker auf den Plan, auch solche, die Kontakte zum Königshof hatten.

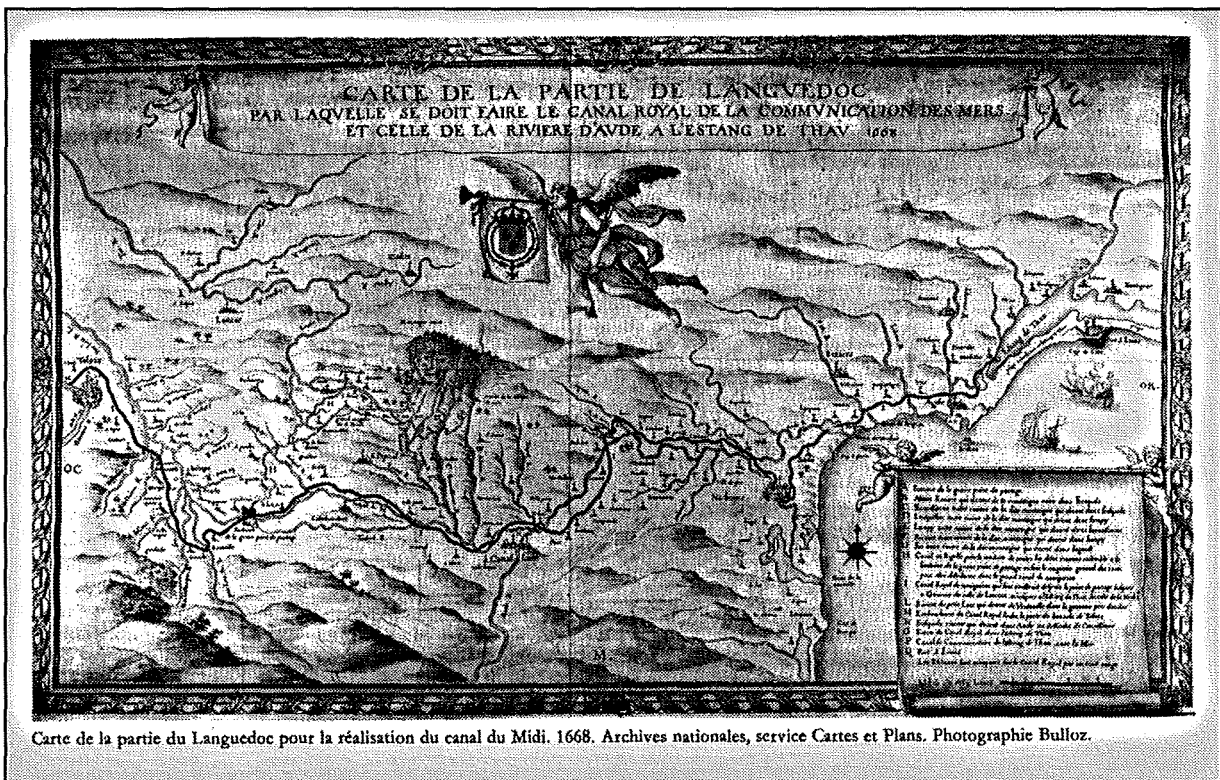


Bild 2: Karte der Region von Languedoc mit dem im Bau befindlichen Kanal

Sie lachen über den nunmehr 50jährigen Utopisten Riquet, der Schiffe und Galeeren über die Berge schaukeln lassen will.

Aber nachdem es ihm gelungen ist, auf Jean Baptiste Colbert indirekt Einfluss zu nehmen, reicht er das ausgearbeitete Projekt 1662 ein. Er wird ein Jahr später in den Louvre eingeladen und Colbert, der im Kanal die Möglichkeit sieht, auch seinen eigenen Ruhm zu mehren, verspricht, sich für die Verwirklichung des Vorhabens einzusetzen. Im Oktober 1666 wird das königliche Edikt "pour la jonction de mers océane et mediterranée par un canal de communication" erlassen, und im Jahr 1667 arbeiten bereits 2000 Arbeiter und Arbeiterinnen auf acht Baustellen. Wenn das Werk gelingt, werden die astronomischen Schuldenberge in zwei Generationen abgetragen und schon Riquets Urenkel schwerreiche Leute sein, denn der Kanal soll als Familienunternehmen und königliches Lehen mit dem entsprechenden Abgaben geführt werden. 50 Jahre später stellt sich heraus, dass die Rechnung aufgeht.

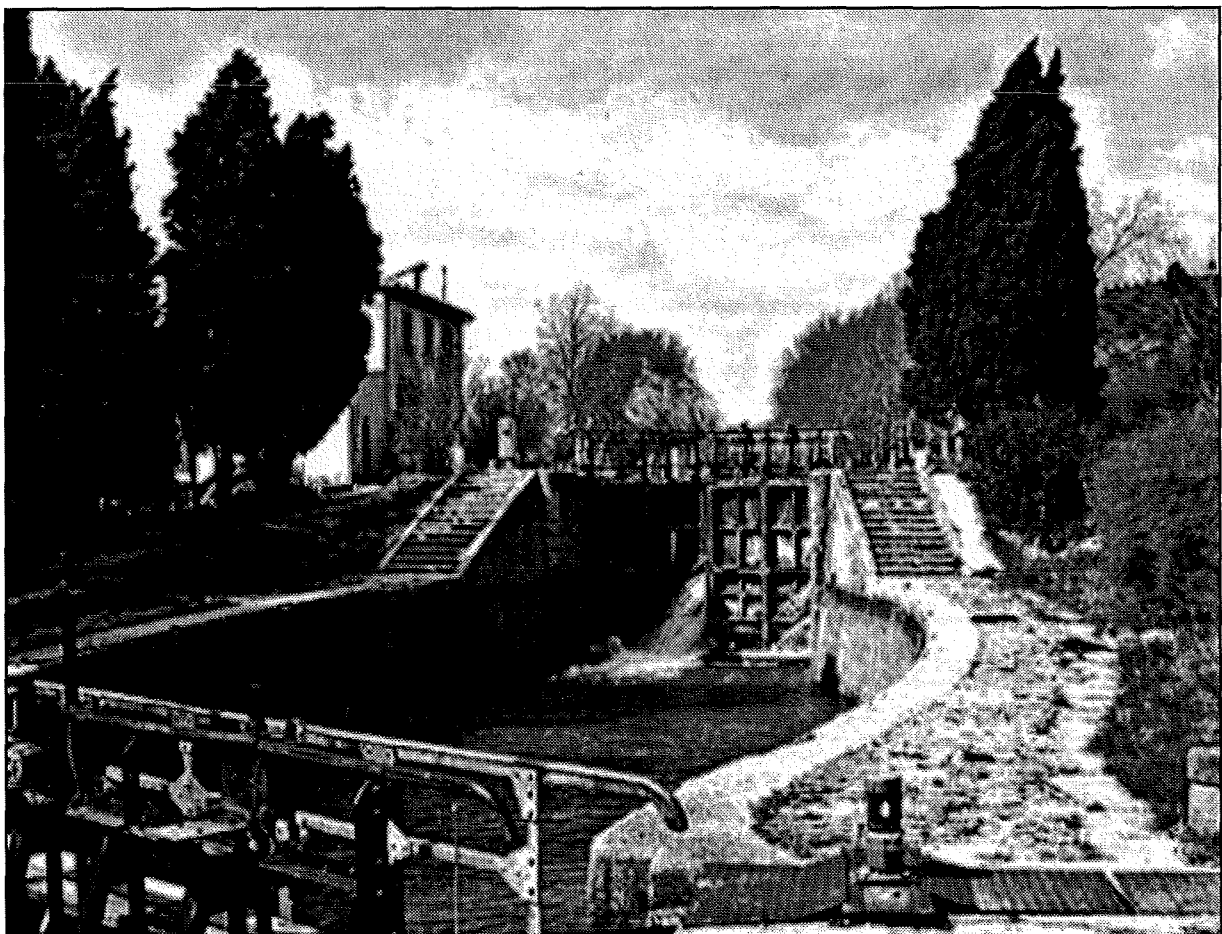


Bild 3: Doppelschleuse von Pechlaurier

Um die Arbeiten voranzutreiben, engagiert Riquet bis zu 12.000 Menschen, denen er beispiellose Arbeitsbedingungen bietet. Im Mai 1689 wird das 52 km lange Teilstück von

Naurouze nach Toulouse eingeweiht und wirft bereits von Beginn an Gewinn ab. Die grossen Schwierigkeiten lauern aber auf der Mittelmeeraseite, wo es gilt, Flüsse, Berge, starke Steigungen zu überwinden. Durch den ungestümen Fortschritt der Arbeiten völlig in Anspruch genommen, vernachlässigt Riquet seine Salzsteuergeschäfte, gerät mit fälligen Zahlungen in Verzug und bringt Colbert gegen sich auf. Da geschieht ein Unglück: Der begonnene Tunnel in der Nähe von Béziers stürzt ein, es gibt Tote und Verletzte sowie einen Streik. Den Arbeitern ist die Sache zu gefährlich geworden, Colbert wird immer misstrauischer und bearbeitet schliesslich den König so lange, bis dieser einen Baustopp verfügt.

Riquet aber macht weiter, er lässt in Schichten Tag und Nacht arbeiten. Jedes Stück Vortrieb wird durch eine Verschalung gesichert, dann wird das Gewölbe ausgemauert. Als die Kommissäre seiner Majestät eingetroffen sind, um nachzuprüfen, ob der Baustopp befolgt wurde, ist der 160 Meter lange Tunnel fertig. Colbert sieht ein, dass Riquet durch nichts aufzuhalten ist.

Im September 1680 aber ist Riquet zusammengebrochen und stirbt im Alter von 71 Jahren. Sein Kanal wird im Mai 1681 eingeweiht.

Die Grossartigkeit des ursprünglichen Plans wurde zurückgestutzt, indem man schon in der Planung davon abkam, Meeresschiffe auf ihm fahren zu lassen. Vielleicht war es auch von Anfang an die Absicht des schlauen Riquet, die Schleusen so zu bauen, dass nur ein bestimmter regionaler Barkentyp den Kanal befahren konnte. Im lag nicht nur der Familienprofit, sondern auch die regionale Entwicklung am Herzen, und die wurde durch das Unternehmen nachhaltig gefördert. Die grösste Konkurrenz erwuchs dem Kanal aber erst im 19. Jahrhunderts durch die Eisenbahn.

Heutzutage steigt das Interesse für touristische Flussfahrten von Jahr zu Jahr an. Obwohl Riquets Kanal einen beträchtlichen Eingriff in die Naturverhältnisse darstellt, kommt er den heutigen Reisenden wie die reine Harmonie, wie ein ökologisches Kunststück vor.

Literatur

- [1] Jaques Morand: Le Canal du Midi et Pierre-Paul Riquet, 1993
- [2] Dres Balmer: Ich habe einen Kanal im Kopf, NZZ-Verlag Zürich, 1995
- [3] Jean-Denis Berggasse: Le Canal du Midi, 1982

Marc Isambard Brunel - Der Themse Tunnel

Urs Bollinger

Frankreich

Marc Isambard Brunel wurde am 25. April 1769 in Hacqueville in Nordfrankreich geboren. Sein Vater, Jean Charles Brunel, war ein wohlhabender Landwirt, und seine Mutter, die zweite von vier Frauen von Jean Charles Brunel, war die Nichte des Abbé Lefèvre, dem Paten von Marc Isambard. Schon in seinen frühen Jahren zeigte sich Marc Isambards Talent für das Zeichnen, die Mathematik und Mechanik, so dass er als Elfjähriger, sehr zum Missfallen seines Vaters, den Wunsch äusserte, Ingenieur zu werden.



Bild 1: Marc Isambard Brunel,

Dies veranlasste den Vater dazu, seinen Sohn nach Rouen in ein Seminar zu schicken. Dort bemerkte der Seminar-Vorsteher Marc Isambards Begabung; so wurde es ihm ermöglicht, mit einem älteren Cousin zusammen zu wohnen und für den eventuellen Eintritt als Kadett in die Marine des Louis XVI unterrichtet zu werden. Einer seiner Lehrer war Gaspard Monge (1746-1818), der später eine führende Rolle beim Aufbau der Ecole Polytechnique spielte. Monge war ein begabter Mathematiker und Lehrer, und so erhielt Marc Isambard die bestmögliche Ausbildung in Mathematik, die zu jener Zeit in Europa möglich war.

Zwischen 1786 und 1792 war er inmitten der Französischen Revolution schliesslich Kadett, was sein Leben als Royalist äusserst schwierig gestaltete. Ausgerechnet während dieser Zeit lernte er ein junges Mädchen namens Sophia Kingdom aus England kennen, die später seine Frau werden sollte. Im Juli 1793 wurde er infolge der Französischen Revolution gezwungen, Frankreich und Sophia zu verlassen und nach Amerika zu flüchten.

Amerika

Am 6. September 1793 landete er in New York, von wo aus er zuerst mit zwei anderen Franzosen auszog, um Tausende von Quadratmeilen Wildnis um den Lake Ontario zu kartieren. Einige

Monate später entschied sich Marc Isambard, ins städtische Leben zurückzukehren. Während der Fahrt auf dem Hudson River Richtung New York traf er einen weiteren französischen Royalisten, ebenfalls Ingenieur, für den Marc Isambard in der Folge die Erstellung eines Kanals zwischen Lake Champlain und dem Hudson überwachte.

Dies war einer der ersten durch den Menschen erstellten Wasserwege in der neuen Welt, was Marc Isambard zu einem angesehenen Ingenieur in Amerika machte.

Während einer längeren Zeit lebte Brunel mit anderen Royalisten in Philadelphia zusammen, kehrte jedoch wieder nach New York zurück, wo er zum obersten Stadtgenieur ernannt wurde. Am 2. August 1796 nahm er die amerikanische Staatsbürgerschaft an, im Herzen aber blieb er französischer Royalist und lehnte eine offizielle Einladung ab, wieder in sein Heimatland zurückzukehren und für die Gegner des Königs zu arbeiten. Bei einem Festessen hörte Marc Isambard von den Problemen bei der Herstellung von Rollen für Flaschenzüge von Segelschiffen. Deren Produktion in England wurde zunehmend teurer. Marc Isambard hatte verschiedene Ideen, wie man die Produktion, aber auch die Rollen selbst verbessern konnte, und entschloss sich, seine Vorschläge in England vorzubringen.

England

Am 1. März 1799, Monate nach Ralph Dodds fehlgeschlagenem Versuch, einen Tunnel unter der Themse hindurchzugraben, erreichte Marc Isambard England. Er baute in der königlichen Werft in Portsmouth eine neue Fabrik zur Herstellung jener Rollen. Im selben Jahr fand auch die Hochzeit mit Sophia statt, und die beiden liessen sich in Portsea nieder. In der Folge entwickelte Marc Isambard weitere Erfindungen. So entwarf er einen Pantographen zum Kopieren von technischen Zeichnungen, er patentierte Maschinen für die Stickerei, für das Sägen und Biegen von Schiffsplanken und eine tragbare Brief-Kopierpresse. Unglücklicherweise unterliess er es jedoch, sein System für das Winden von Fäden in Spinnereien, das seine lukrativste Erfindung hätte sein können, zu patentieren. Trotz Arbeitsbelastung, die er sich selber auferlegte, fand er Zeit, sich den drei Kindern zu widmen, die ihm Sophia in Portsmouth gebar zwei Töchter, Emma und Sophia, und einen Sohn namens Isambard Kingdom. 1806 nahm die Fabrik zur Herstellung der Flaschenzug-Rollen endlich ihren Betrieb auf und wurde rasch zu einer wichtigen touristischen Attraktion von Portsmouth. Viele Besucher kamen und wollten sehen, wie vier Mann die Arbeit von 50 Leuten tun, so dass ein hoher Zaun um die Fabrik erstellt werden musste. Durch Brunel sparte die Admiralität zwischen £ 6000 und £ 26000 pro Jahr, und seine Rollen waren dabei besser als

die handgefertigten. Doch Brunels Profite fielen äusserst gering aus, so dass er ständig auf der Suche nach einer guten Bezahlung für seiner Arbeit war.

1808 misslang auch Trevithicks Tunnelbau unter der Themse. Brunel einigte sich mit der Admiralität auf £ 17.000 für die überlassenen Maschinen und verliess Portsmouth, um im Arsenal von Woolwich eine Sägemühle zu erstellen, die die Sägekosten auf ein Sechstel drückte. In Battersea, am gegenüberliegenden Themseufer erstellte Brunel eine Sägemühle, die dermassen effizient war, dass die Möbelpreise in England stark sanken und der Handel mit importierten Möbeln merklich zurückging. Nach weiteren Sägemühlen patentierte Marc Isambard 1811 die erste einer Reihe von Maschinen für die Massenproduktion von Stiefeln und Schuhen.

Er erhielt Regierungsaufträge und steckte sein gesamtes Geld in Materialien zur Produktion von Schuhen. 1812 erhielt er den Auftrag, die gesamte Armee mit Stiefeln auszurüsten, und begann, 400 Tag pro Tag herzustellen. Doch nach der Schlacht von Waterloo nahm die Armee die Bestellung zurück; es folgte ein langer Streit, der Brunel an den Rand des Bankrotts führte. Sein Ruf als Innovator war besser als der Zustand seines Bankkontos, und 1814 wurde er gar vom russischen Zar angefragt, eine Verbindung über den Fluss Neva in St. Petersburg zu planen. Zuerst schlug er einen Tunnel vor, vielleicht aufgrund Trevithicks misslungenem Versuch der Untertunnelung der Themse entwarf er aber doch eine Brücke. In diesem Jahr, im Alter von 45 Jahren, erhielt Brunel seine erste offiziell Ehrung in England, die Aufnahme in die Royal Society. Noch im selben Jahr erlitt er aber auch einen schweren Rückschlag, als die Sägemühle in Battlesea bis auf die Grundmauern niederbrannte. Untersuchungen seiner finanziellen Situation brachten zutage, dass er, obwohl grosser Erfinder, kein Geschäftsmann war. Partner hatten ihn betrogen, zu viele Erfindungen unterliess er zu patentieren, er bot Übertretungen von anderen zu spät Einhalt und kassierte das meiste Geld nie ein, das ihm die Regierung schuldete. In der Folge, zwei Jahre nach seinem Eintritt in die Royal Society, traten er und Sophia in eine andere königliche Institution ein: in das Kings's Bench Prison in Suthwark. Hier verbrachten die beiden die meiste Zeit in einer engen und dunklen Zelle, in welcher Marc lange Briefe an alle einflussreichen Personen schrieb, die er kannte, und sie darin bat, ihm und seiner Frau wieder zur Freiheit zu verhelfen. Aber erst als man in Whitehall davon hörte, Marc Isambard wolle niemand geringeren als den Zar von Russland um seine Hilfe bitten, um sein Werk in St. Petersburg ausführen zu können, tat sich etwas unter den einflussreichen Engländern. Vielleicht erfuhr Brunel davon, dass der Duke of Wellington die Regierung dazu überredete, £ 5000 vorzuschliessen, um es Brunel zu ermöglichen, seine Schulden zu begleichen.

Anstatt nach Russland zu gehen, blieb er dann doch in England. Er zog wieder in Chzesea ein und arbeitete in Chattham, wo er die Sägearbeiten von Planken für Schiffe der Royal Navy überwachte. Einen Teil seines Geldes benutzte er für Versuche, um der Admiralität zu beweisen, dass

dampfbetriebene Schlepper nützlich sein würden. Diese Idee wurde aber wie schon manche seiner Ideen zuvor zurückgewiesen, weil sie ihrer Zeit weit voraus war. Doch von allen Einfällen, die er während seiner Zeit in Chattham hatte, war jene, welche die Öffentlichkeit am meisten forderte, auch jene, die sich zu seinem Lebenswerk entwickelte.

Der Tunnelbau

Beim Betrachten einer wurmstichigen Schiffsplanke wunderte sich Marc Isambard, wie die knochenlosen Würmer so einfach durch gut gelagerte englische Eiche kamen. Er entdeckte, dass sich der Wurm mit zwei rassiermesserscharfen Schalen, die an beiden Seiten seines Kopfes vorsprangen, durch das Holz frass. Der Wurm schluckte das Holz, schob sich selber vorwärts, um weiter zu graben und zu fressen.

Wieso sollte man nicht einen riesigen Wurm erstellen, fragte sich Brunel, aus dem stärksten Material, dem Stahl, um damit die Widrigkeiten zu überwinden, die Dodd Bazie und Trevithick unter der Themse scheitern liessen. Sein Wurm würde ein enormer Eisenzylinder sein, der einen Bohrer, doppelt so hoch wie ein Mann, umschloss. Der Zylinder würden durch hydraulische Pressen nach vorne gestossen, während darin ein Mann den Bohrer antrieb. Der Bohrer würde die Ortsbrust und der Zylinder das umliegende Material stützen, bis andere Arbeiter den Hohlraum mit Backsteinen und schnell härtendem Mörtel ausgekleidet hätten. 1818 liess Brunel diese Maschine patentieren, doch hatte er vor seinem Gefängnisaufenthalt keine Zeit mehr, die Sache zu testen. Als er wieder frei war, realisierte er, dass es mit keinen Männern möglich wäre, den riesigen Bohrer anzutreiben, und dass eine Rechteckprofil für Verkehrstunnel sowieso besser geeignet ist als das Kreisprofil.

Doch er gab die Idee nicht auf, und als seine Geschäfte wieder liefen, hatte er wieder genügend Zeit, um daran weiter zu arbeiten. Brunels nächster Tunnelschild bestand aus elf eisernen Rahmen, jeder 6,5 m hoch, 0,9 m breit und 1,8 m tief. Diese standen dicht aneinander, jeder Rahmen an einem gusseisernen Winkel montiert und auf einem gusseisernen Fuss abgestützt.

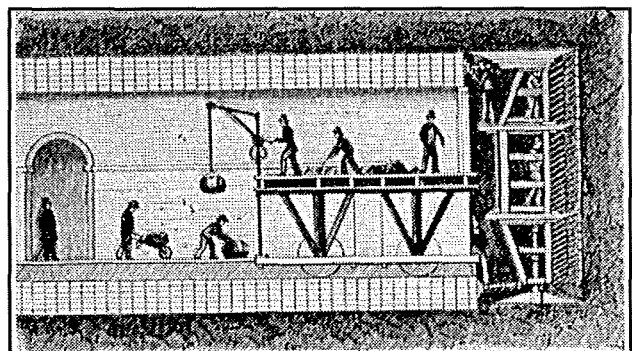


Bild 2: Brunels Schild im Themse Tunnel

Jeder Rahmen war in drei übereinanderliegende Zellen unterteilt, die hoch genug waren, dass darin ein Mann arbeiten konnte. Die Bergleute, die aus diesen Zellen heraus arbeiteten, hatten vor

sich eine Wand aus Holzbacken, die am Rahmen abgestützt waren, und die Ortsbrust stützten. Somit entfernten die Arbeiter jeweils ein Stück der Wand, gruben sich ein Stück nach vorne und brachten dann die Abstützung wieder an, bis dies in allen Zellen eines Rahmens geschehen war und dann der ganze Rahmen verschoben werden konnte. Dies geschah, indem die Wandabstützung auf die Nachbarrahmen umgelegt wurde und der nicht mehr belastete Rahmen verschoben werden konnte. Danach wurde die Abstützung wieder auf den nun verschobenen Rahmen verlegt und die ganze Arbeit begann von vorne. Unmittelbar hinter den Rahmen wurde Hohlraum ausgemauert, so dass eigentlich nichts passieren konnte - meinte man.

Es waren nun schon 12 Jahre vergangen, seit auch Trevithick seinen Versuch abbrach, einen Tunnel unter der Themse zu graben, aber der Traum vom Tunnel war nicht aufgegeben worden. Denn im Hafen von London mussten Güter häufig zuerst über die Themse transportiert werden, um dann auf der anderen Seite in Schiffe verladen zu werden. Dies geschah mit kleineren Schiffen oder mit Karren über die hoffnungslos überlastete und eine Meile entfernte London Bridge. Brunel war nun überzeugt, dass der Tunnel seine grosse Aufgabe war. Er konzentrierte sich darauf, seinen Schild zu verbessern, mehr als er sich je einem anderen Projekt widmete.

Im Frühjahr 1823 arbeitete er zusammen mit seinem Sohn an einem Entwurf für einen zwei-röhrigen Strassentunnel unter der Themse zwischen Rotherhithe und Wapping, ungefähr zwei Meilen unterhalb der London Bridge. Im Jahr darauf wurde die Thames Tunnel Company mit Isambard als Ingenieur nach einem Beschluss des Parlaments gegründet. Die Brunels waren sich der Wichtigkeit geologischer Erkundungen bewusst, und so wurden zwei Ingenieure eingesetzt, den Grund der Themse mittels Bohrungen zu erkunden. Da sich die Ingenieurgeologie noch in ihren Anfängen befand, waren die Resultate zwar unzuverlässig, doch war es die Absicht, den Tunnel im relativ dichten Ton zu graben und nicht im darunter liegenden Sand mit gespanntem Grundwasser, der Trevithick zum Verhängnis wurde. Der Tunnel sollte mit Brunels Schild im Rechteckprofil ausgebrochen werden, das so ausgemauert wurde, dass zwei hufeisenförmige Röhren entstanden. Um den Tunnel in der vorgesehenen Tiefe beginnen zu können und den Schild zu montieren, war es erforderlich, vorgängig einen rund 20 m tiefen Schacht mit 15,2 m Durchmesser auf der Seite Rotherhithe zu erstellen. Mit der Arbeit wurde im Februar 1825 begonnen. Am Schachtfuss wurde ein gedecktes Reservoir zur Aufnahme von Pumpen installiert. Im November 1825 wurden die Bauarbeiten am eigentlichen Tunnel in Angriff genommen. Es wurde zu diesem Zeitpunkt angenommen, dass der Tunnel in drei Jahren fertig gestellt sein würde.

Als Marc Isambard erkrankte, ging die Leitung an seinem Sohn über, der sich auch intensiv der Überwachung der Arbeiten widmete. Bis April 1826 war William Armstrong als Ingenieur auf der Baustelle, doch wurde auch diese Aufgabe nach dem krankheitsbedingten Rücktritt von Armstrong von Isambard Kingdom übernommen. Am 18. Mai 1827 kam es zum ersten grossen Was-

ser Einbruch im Tunnel. Isambard Kingdom inspizierte das Flussbett in der Folge einige Male aus einer Taucherglocke. Man dichtete dann die Einbruchsstelle mit Ton und Kies von oben ab und fuhr mit den Arbeiten fort. Aber schon am 12. Januar 1828 kam es zu einem zweiten grossen Wassereinbruch. Während den Rettungsarbeiten wurde Isambard Kingdom ernsthaft verletzt. Die Direktoren der Thames Tunnel Company stoppten die Bauarbeiten, das Wasser wurde aus dem Tunnel gepumpt und der Schild wurde abgebrochen. Bis 1835 war es nicht möglich, die Finanzierung eines Weiterbaus sicherzustellen, doch durch eine Anleihe der Regierung konnten die Arbeiten dann mit einem schweren Schild wieder aufgenommen werden.

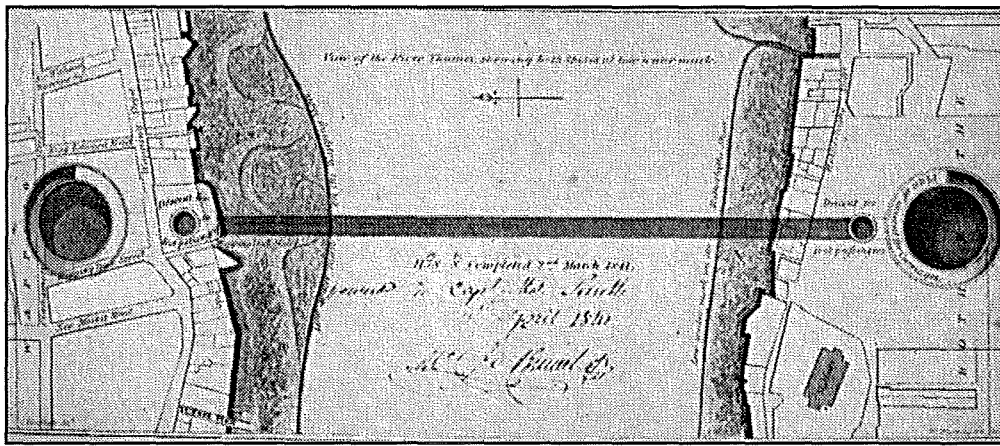


Bild 3: Ansicht und Schnitt durch den Themse Tunnel von Brunel

Im Oktober 1840 konnte endlich mit dem Schachtbau in Wapping begonnen werden. Am 25. März 1843 wurde der Tunnel eröffnet, doch wurden die Auffahrten für den Wagenverkehr nie erstellt; zu gering wären die Einnahmen im Vergleich zu den Baukosten von £ 460'000 ausgefallen. 1865 wurde der Tunnel für £ 200'000 an die East London Railways verkauft, die heute einen Teil der London Underground bildet. Die Station Wapping wurde im Schacht erstellt und die beiden Röhren sind noch heute sichtbar. Für seine Dienste beim Bau des Tunnel wurde Brunel im März 1841 zum Ritter geschlagen, im Januar 1829 wurde er Mitglied der französischen Ehrenlegion. Fünf Monate vor der Fertigung des Tunnels erhält Brunel einen ersten Schlaganfall. Er starb am 12. Dezember 1849, vier Jahre nach einem zweiten Schlaganfall.

Literatur

- [1] Lempe, David: The Tunnel, London 1963
- [2] Beckett, Derrick: Brunel's Britain, London 1980
- [3] Thames Tunnel to Channel Tunnel, London 1987

Eduard Sulzer-Ziegler - Der Simplontunnel

Fabio Canevascini

Eduard Sulzer-Ziegler ist ein Inbegriff der Winterthurer Maschinenfabrik der Gebrüder Sulzer. Er war der jüngste Teilhaber des Unternehmens von drei Geschwistern. Er ist am 29. September 1854 als jüngstes von neuen Kindern in Winterthur geboren. In diesen Jahren begannen in der Industrialisierungsphase auch die starken Entwicklungsjahre der Winterthurer Firma Sulzer. Man verfügte über eine leistungsfähige Giesserei und fertigte Heizanlagen, Kältemaschinen, Ventilatoren, Dampfmaschinen, ja sogar Geschützmaterial und Geschosse.

Im Jahr 1990 zählte das Unternehmen 3000 Arbeiter, die Anzahl stieg bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges auf 6000 Mitarbeiter.

Nach der Mauritätsprüfung im Jahre 1872 schrieb sich der junge E. Sulzer an der Universität Genf, später auch in Heidelberg und in Berlin ein, wo er hauptsächlich Vorlesungen auf dem Gebiet der Rechtswissenschaften und der Nationalökonomie besuchte. Zum Schluss seiner Ausbildung verbrachte er eine Zeitlang in England, um die dortigen Industrieverhältnisse kennen zu lernen und seine Sprachkenntnisse zu erweitern. Im Frühjahr 1878 kehrte Eduard Sulzer nach Winterthur zurück, um eine verantwortungsvolle Aufgabe in der Firma zu übernehmen. Wenige Monate später heiratete er Maria Helene Ziegler, die Tochter eines bekannten Textilfabrikanten. Eduard Sulzer litt körperlich und seelisch sehr stark an einem blauroten Muttermal, das die linke Gesichtseite vom Hals bis zum Haaransatz verunstaltete. Die anschliessenden Radiumbehandlungen scheinen dann Leukämie verursacht zu haben, die unmittelbar zum Tod führten. Diese Krankheit bewog ihn zu einem anderen Verhältnis mit der armen Bevölkerung.

Die vielseitige Ausbildung dieses Mannes, der sich auch politisch betätigt hatte, ist heute noch anzuerkennen. Sein Steckpferd war die wirtschaftliche Entwicklung des Landes, ohne aber die sozialen Probleme zu vernachlässigen. Die grössten Verdienste in der Schweiz hat er aber als Erbauer des Simplontunnels erlangt. Die Bauarbeiten hierzu begannen im Hochsommer 1898; die Gotthardlinie war damals schon in Betrieb. Ziel war es, eine zweite Verbindung zwischen der Westschweiz und Norditalien durch die Alpen herzustellen - die Diskussion und Entwürfe hatten schon jahrzehntelang gedauert.

Die Schaffung des riesigen Werkes stiess auf grosse politische, technische und finanzielle Schwierigkeiten, doch konnten diese durch das gelungene Management von Eduard Sulzer be-

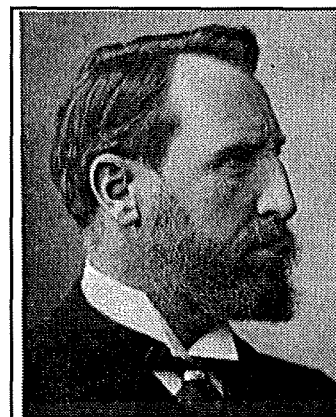


Bild 1: Dr. phil. h.c. ing. h.c.

Eduard Sulzer-Ziegler

wältigt werden. Dabei war die Maschinenfabrik Sulzer mit der Herstellung von Geräten, Maschinen und Installationen betraut. Beim Tunnelbau tauchten aber bald auf unvorhergesehene Probleme auf; dabei mussten zahlreiche Pläne geändert und der tatsächlichen geologischen Situation angepasst werden. An einer 44 Meter langen Stelle war der Felsdruck so stark, dass die verwendeten Holzbalken wie Streichhölzer geknickt waren und durch Doppel-T-Balken von 40 Zentimetern Dicke ersetzt werden mussten. Statt der vorausberechneten achte Tage dauerte es sechs Monate, bis die Druckstellen überwunden waren. Zudem stiess man auf 50 Grad Celsius heisse Quellen, die gegen 100 Liter Wasser pro Sekunde lieferten und schwer zu fassen waren. Im Innern des Berges erreichte die Gesteinstemperatur über 50 Grad, was für die Belegschaft unter Tage unerträglich war. Deshalb mussten zusätzlich Beträge in Millionenhöhe eingesetzt werden, um Ventilations- und Kühlanlagen zu installieren. Ausserdem erschwerten Auseinandersetzungen innerhalb der Bauleitung die Durchführung der Arbeiten. Trotzdem waren die Arbeitsbedingungen bedeutend besser als zur Zeit des Gotthardtunnels. Man sorgte für höhere Löhne, zufriedenstellende Verpflegung, angemessene Krankenpflege und bessere Unterkünfte. Während der ganzen Bauzeit gab es insgesamt weniger Kranken und Tote als damals am Gotthard. Dank der vorzüglichen Ventilationsanlagen konnten die unheilbaren Lungenstaubkrankheiten vollständig vermieden werden.

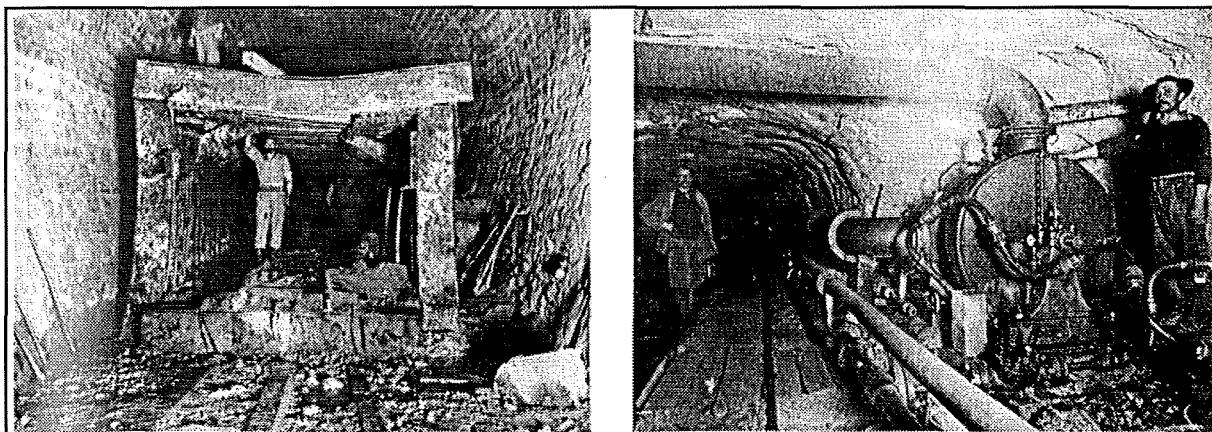


Bild 2 und 3: Bauarbeiten innerhalb der Tunnelröhre

Die letzte Wand des Tunnels fiel am 24. Februar 1905 und 25. Januar 1906 konnte bereits der erste Personenzug von Brig nach Iselle fahren. So war der längste Eisenbahntunnel der Welt entstanden. Für die Fahrt über den Monte Leone benötigte eine Postkutsche 8 Stunden, die Fahrt durch den 20 km langen Tunnel mit dem Zug wurde in 37 Minuten bewältigt.

Insgesamt beteiligten sich 36'000 Arbeiter am Bau. Die meisten von ihnen kamen aus den ärmeren Gebieten von Süditalien. Sie hatten oft Mühe mit einer geordneten Lebensweise, was sich im übermässigen Alkoholgenuss, bei den unhygienischen Behausungen und im unvernünftigen Umgang mit ihren Löhnen zeigte. Während der Bauzeit fanden auch ähnlich Unruhen und Streiks wie zur Bauzeit am Gotthard statt. Auch dort musste die Polizei und die Armee aufgeboten werden, um wieder Ordnung herzustellen. Ursache hierfür war meist das Auftreten von Betrügern und politischen Agitatoren, die so das Arbeitsklima und das Verhältnis zwischen Bauleitung und Belegschaft vergifteten.

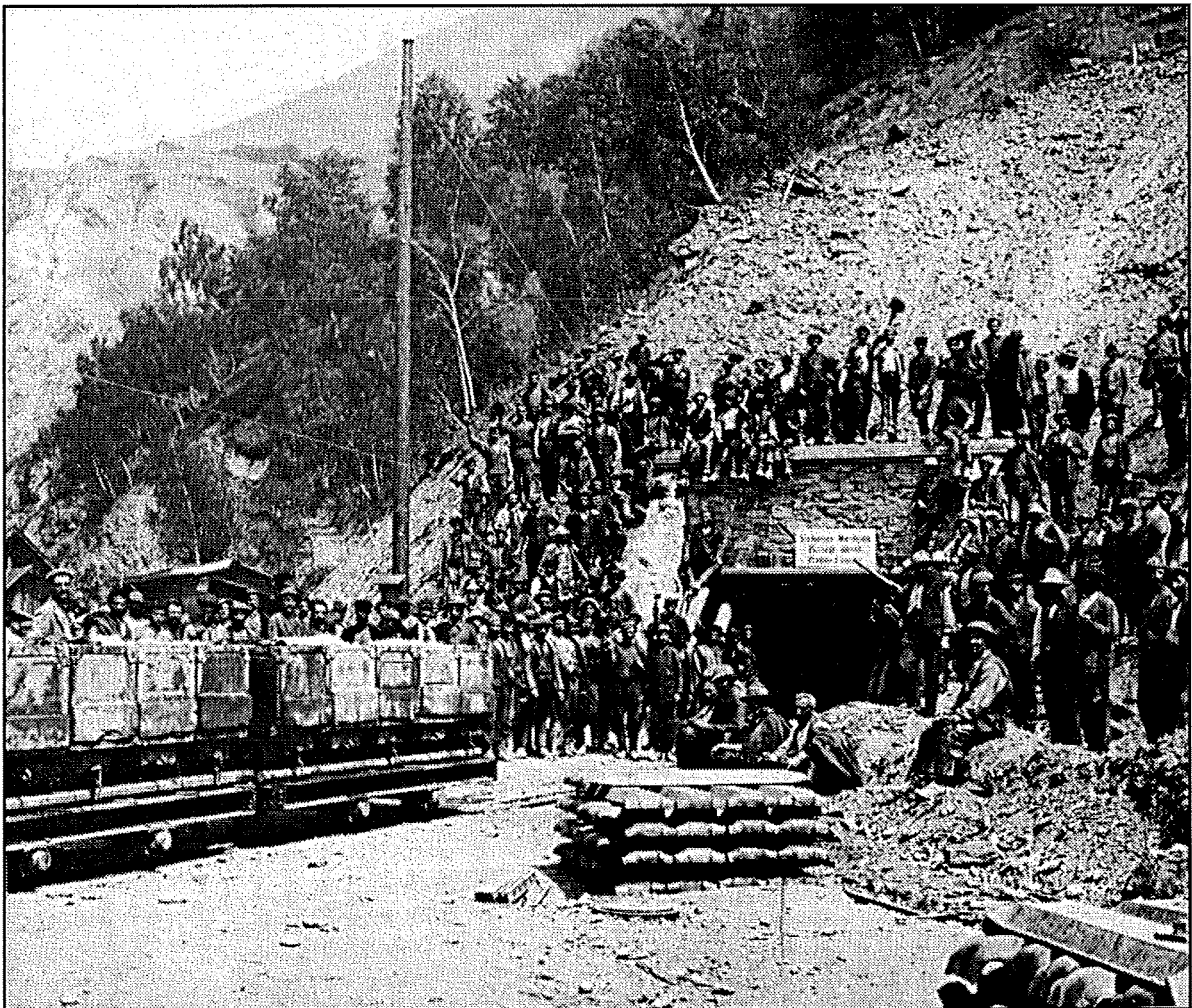


Bild 4: Arbeitspause der Tunnelarbeiter vor dem Stolleneingang. Links zwei Wagen der Bahn mit Tunnelaushub

Nach Beendigung des ersten Tunnelrohres waren die finanziellen Schwierigkeiten der Bauunternehmung so angestiegen, dass nach langwierigen Verhandlungen mit dem Bund um das Jahr 1913 E. Sulzer nicht mehr imstande war, das zweite Tunnelrohr in Angriff zu nehmen. Auch das Bundesgericht musste sich mit diesem Fall beschäftigen. Kurz darauf verstarb E. Sulzer. Der Bund sorgte dann für eine Fortsetzung des begonnenen Werkes mit einer Neuorganisation des Vorhabens.

Literatur

- [1] Strässle, Arthur; Meyer R. P.; Dutli-Rutishauser, M.: Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik, Hrsg. Verein für wirtschaftshistorische Studien, 1969
- [2] 150 Jahre Sulzer, Hrsg. Gebr. Sulzer AG Winterthur, 1984

Der Channel Tunnel - England rückt näher

Daniel Baerlocher



Bild 1: London-Waterloo: Preisgekrönter Bahnhof für die Eurostar-Züge von und nach Brüssel und Paris

Lange Vorgeschichte

Die Idee, Frankreich mit England zu verbinden, ist alt. 1802 wurde Napoleon ein Projekt vorgelegt, das einen Fahrweg für Pferdekutschen unter dem Meeresboden vorsah. Als eigentlicher Pionier des Kanaltunnels gilt der französische Ingenieur Thomé de Gamond. Im Jahr 1885 tauchte er - im Alter von 48 Jahren - 30,5 Meter tief, um den Boden des Ärmelkanals zu untersuchen. Gamonds unermüdlichen Vorstössen war es zu verdanken, dass die Regierung Frankreichs und Grossbritanniens erkannten, dass ein Tunnelprojekt durchaus realisierbar war. Bereits 1880 wurde erstmals gebohrt, und zwar unweit vom Shakespeare Cliff bei Folkestone. Nachdem sich die von Colonel F. E. Beaumont konstruierte Bohrmaschine zwei Kilometer vorgefressen hatte, wurde das Projekt aus militärischen Überlegungen eingestellt. Dass die einzelnen Vorstösse bis weit ins 20. Jahrhundert nie über das Projektstadium herauskamen, hat verschiedene Ursachen. Die Dimension des Unterfangens, vor allem aber die damit verbundenen finanziellen Risiken führten dazu, dass sämtliche Pläne auf Eis gelegt wurden; ausserdem wurde der "Anschluss an Frankreich" von Armeeeoffizieren vehement bekämpft. Die Strategien malten die Gefahr einer

Invasion an die Wand. Die Vorstellung, dass der Kanaltunnel als Aufmarschroute benutzt werden konnte, rüttelte am Selbstverständnis jener, die daran erinnerten, dass seit der Schlacht von Hastings im Jahre 1066 keine fremden Soldaten mehr das Land betraten. Dies hinderte aber etwa Winston Churchill nicht daran, die Idee einer Unterwasserverbindung zwischen England und Frankreich zu befürworten. Schliesslich konnte er gegenüber dem "europäischen Festland" keine Berührungspunkte.

Langer Weg zum Ziel

Um ein derart gigantisches und kostspieliges Projekt wie den Kanaltunnel zu realisieren, waren nicht nur risikofreudige Ingenieure und Financiers, sondern auch einflussreiche Politiker gefragt, die den Mut hatten, Visionen in die Tat umzusetzen. Im September 1981 einigten sich Premierministerin Margaret Thatcher und Staatspräsident François Mitterand darauf, Wirtschaftlichkeitsstudien für den Bau und Betrieb eines Kanaltunnels voranzutreiben. Für Schlagzeilen sorgte die Tatsache, dass dieses Projekt ohne staatliche Hilfe, also ausschliesslich mit privaten Mitteln finanziert werden sollte. Im Januar 1986 wurde dem britisch-französischen Konsortium Trans-Manche-Link der Auftrag zum Bau zweier Eisenbahnrohre sowie eines dazwischenliegenden Servicetunnels erteilt. Als Betreiberin zeichnet die eigens gegründete Eurotunnel-Gesellschaft verantwortlich. Im Juli 1987 ratifizierte die englische Königin Elisabeth II. das Kanaltunnel-Gesetz, das unter anderem umfangreiche Sicherheitsbestimmungen enthält. Deren strikte Einhaltung war unter anderem ein Grund für die Verzögerung der Betriebsaufnahme im Kanaltunnel.



Bild 2: Der Durchbruch des Tunnels erfolgte am 28. Juni 1991

Der Bau des Kanaltunnels begann im Dezember 1987 und endete im September 1993. Kein Zweifel, mit der Inbetriebnahme des 50 km langen Kanaltunnels hat Grossbritannien seinen Inselstatus verloren. So ist England gleichsam durch eine unterirdische Nabelschnur mit dem Kontinent verbunden. Dies dürfte traditionsbewussten Angelsachsen nicht hindern, nach wie vor eine gewissen Distanz zum europäischen Festland zu wahren. Schliesslich bildet der Ärmelkanal nicht nur eine geologische, sondern auch eine kulturelle Barriere.

Grossbritannien scheint die friedliche Invasion durch die modernen Eurostarzüge, die London mit Paris und Brüssel verbinden, problemlos zu verkraften. Ironischerweise trägt der eigens erstellte Bahnhof den Namen Waterloo, als müsste der britische Empire beweisen, dass er sich gegen fremde Übergriffe zu wehren weiss.

Schliesslich sein an das traditionell delikate Verhältnis der beiden durch einen Salzwasserarm getrennten Nationen erinnert, die jahrhundertlang verfeindet, einander eher reserviert, doch respektvoll gegenüber stehen. Zuweilen kann sich der Beobachter des Eindrucks nicht verwehren, dass die beiden Individualisten das Gegensätzliche bewusst pflegen. Dass es mit dem Bau des Kanaltunnels gelungen ist, für unüberwindlich gehaltene Hindernisse zu überbrücken bzw. zu untertunneln, ist wegweisend.

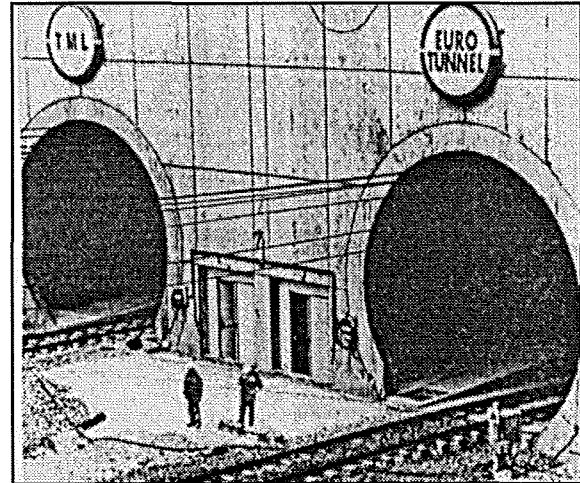


Bild 3: Tunneleingang in Calais: Züge nach Frankreich kommen durch den rechten, die nach Grossbritannien fahren durch linken Tunnel.

Technische Meisterleistung

Die technischen Voraussetzungen für den Bau der 50 km langen Röhren waren ungünstig, stellt doch die wasserundurchlässige Kreideschicht die Ingenieure eine grosse Schwierigkeit dar.

Am 1. Dezember 1987 wurden die Bauarbeiten aufgenommen; bereits dreieinhalb Jahre später waren alle drei Haupttunnels fertiggestellt. Zu diesem Baufortschritt trugen insgesamt 11 bis 265 Meter lange Bohrmaschinen bei. Das von den kolossalen Bohrköpfen abgeräumte Gestein wurden über Förderbänder auf die Bauzüge verfrachtet. Diese lieferten die vorgefertigten Betonauskleidungssegmente an. Rund um die Uhr standen diese Ungeheuer im Einsatz und schafften eine wöchentliche Vortriebsleistung von 300 Metern.

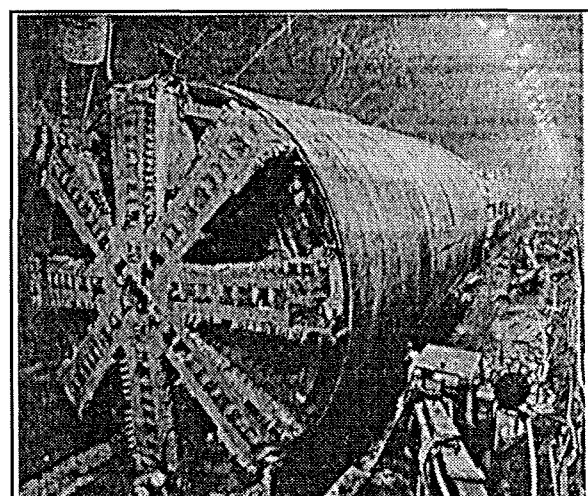


Bild 4: eine von elf kolossalen Tunnelbaumaschinen, die im Einsatz standen

Reisezeit verkürzt

Der Kanaltunnel verkürzt die Reisezeit zwischen London, Paris, Brüssel und anderen europäischen Metropolen entscheidend, erlauben doch die Zubringerlinien Geschwindigkeiten bis 300 km/h. So erstaunt es nicht weiter, dass die durchschnittliche Reisezeit zwischen London und Paris auf drei Stunden gedrückt wurde. Den Automobilisten stehen ab dem 1. April 1995 stündlich vier Pendelzügen zur Verfügung. Es ist vorgesehen, das Angebot an Shuttle- und Eurostarzügen im Laufe des Jahres zu steigern. Obwohl zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Prognosen über die Auslastung, geschweige denn die Wirtschaftlichkeit des Kanaltunnels gemacht werden können, stellt dieser eine wirkliche Alternative zum Fahren- und Flugverkehr dar. In Kombination mit den TGV ist London beispielsweise von Bern aus innert 8 Stunden zu erreichen.

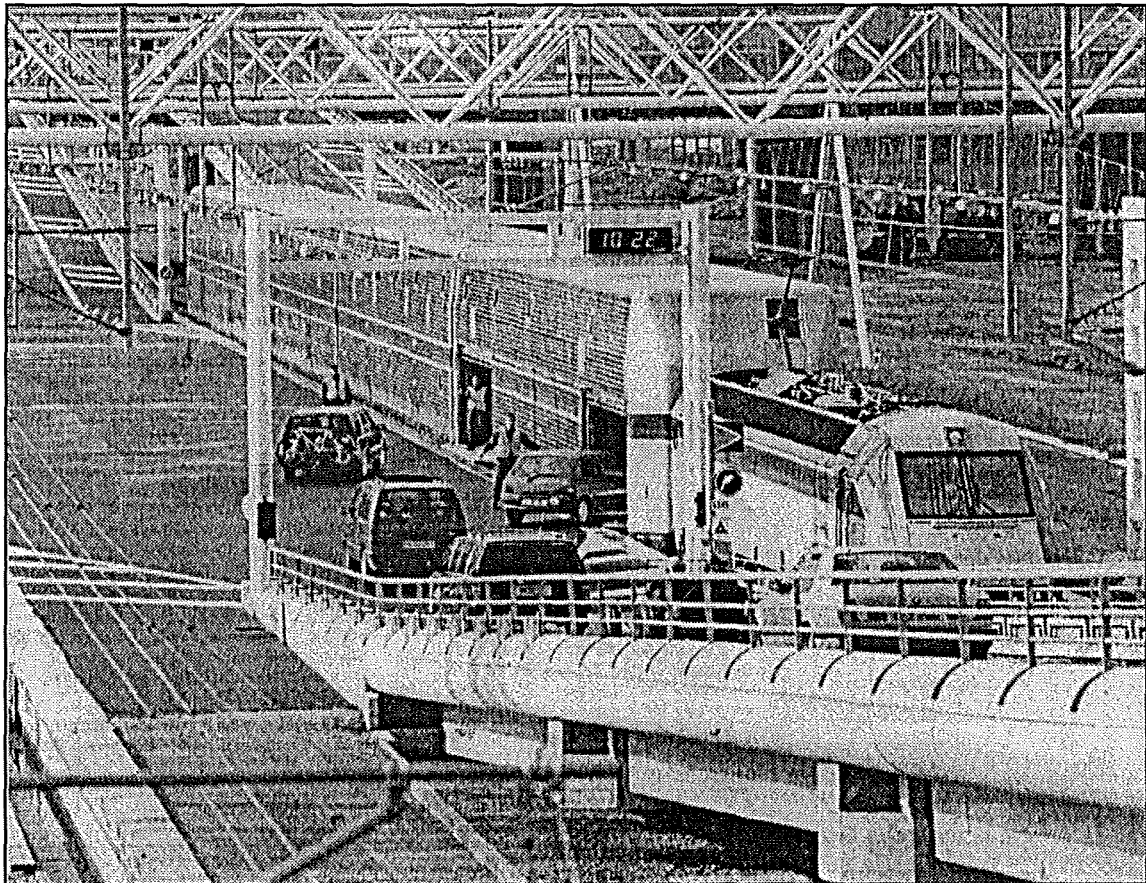


Bild 5: Autoverlad im Anrollen

Literatur

- [1] Touring 4/95: Im Kanaltunnel von Folkestone nach Calais - ein neues Erlebnis
- [2] European Commission: Socio-economic effects of the Channel Tunnel, Interim report COST 317, February 1995

Schriftenreihe des IVT

*Herausgegeben vom und zu beziehen beim Institut für Verkehrsplanung,
Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau IVT an der ETH Zürich,
ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich,*

Mit dieser Schriftenreihe werden die bis anhin separaten Reihen "Mitteilungen aus dem Institut für Strassen-, Eisenbahn- und Felsbau" und "Lehrstuhl-Berichte" weitergeführt. Die bisher erschienenen Schriften sind nachstehend aufgeführt.

Mitteilungen aus dem Institut für Strassen-, Eisenbahn- und Felsbau an der ETH Zürich

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | 1943 Die Lüftung der Alpenstrassentunnels
(W. Wirz) | 14 | 1961 Das Aequivalent von Motorrädern
(M. Rotach) |
| 2 | 1944 Die Reibungskennziffer als Kriterium zur
Beurteilung von Strassenbelägen
(Dr. E. Zipkes) | 15 | 1961 Beschleunigungen von Personenwagen
(C. Zuberbühler) |
| 3 | 1945 Beurteilung der Konstruktion , Rauigkeit
und Verkehrssicherheit von
Strassenbelägen unter Verwendung der
Reibungskennziffer
(Prof. E. Thomann und Dr. E. Zipkes) | 16 | 1967 Kenngrössen von Personenwagen
(S. Sulger Büel) |
| 4 | 1947 Beanspruchung von Strassenbelägen
durch metallische Systeme
(Dr. E. Zipkes) | 17 | 1968 Richtlinien für die Anordnung und
Konstruktion von Leiteinrichtungen
(P. Pingoud) |
| 5 | 1954 Die Leistungsfähigkeit von ungesteuerten
Verkehrsknotenpunkten
(Dr. H. Rapp) | 18 | 1970 Neuere Leitschranken — Stand 1969
(P. Pingoud) |
| 6 | 1957 Untersuchungen über die
Leistungsfähigkeit von Überlandstrassen
(M. Rotach) | 19 | 1970 N1 : Bern — Lenzburg — Unfälle an
Mittelschranken , Seilzaun — Doppel-
Planke
(P. Pingoud) |
| 7 | 1958 Das Motorrad im Überlandverkehr
(M. Rotach) | 20 | 1970 Die Lüftung der Tunnel während dem
Ausbruch
(Arbeitsgruppe für Lüftung im Tunnelbau) |
| 8 | 1960 Geschwindigkeit auf zweispurigen
Überlandstrassen
(M. Rotach) | 21 | 1972 Erfahrungen mit der Ebenheitsmessung
nach der Winkelmessmethode
(S. Huschek) |
| 9 | 1960 Lastwagen auf Steigungen
(M. Rotach) | 22 | 1970 Die Prüfung der mechanischen
Eigenschaften von Gesteinen im
dreiachsigen Spannungszustand
(Dr. K. Kovari, A. Tisa, E. Haslet) |
| 10 | 1960 Die Lüftung der Autotunnel
(Prof. J. Ackeret, Dr. A. Haerter ,
Prof. M. Stahel) | 23 | 1972 Abnützung von Strassenbelägen durch
den Verkehr , unter besonderer
Berücksichtigung von Spikesreifen
(S. Sulger Büel) |
| 11 | 1960 Fahrräder auf Zweispurstrassen
(M. Rotach) | 24 | 1973 Schäden durch den Gebrauch von
Spikesreifen
(Dr. E. Zipkes und S. Sulger Büel) |
| 12 | 1960 Untersuchungen über die Ventilation von
Stollen
(Prof. H. Gessner, Prof. M. Stahel,
H. Bühler, P. Schärer, F. Rutishauser) | 25 | 1973 Der Rundlauf als Mittel der
Oberbaudimensionierung - Vorstudien zu
einem Forschungsprojekt
(I. Scazziga) |
| 13 | 1961 Griffigkeitsmessungen mit dem
Rugosimètre
(S. Bonomo) | 26 | 1974 Höchstfestigkeit und Restfestigkeit von
Gesteinen im Triaxialversuch
(Dr. K. Kovari , A. Tisa) |

- 27 1974 Haftvermögen von Spikesreifen auf eis- und schneefreier Strasse
(S. Sulger Büel)
- 28 1974 Befahrbarkeitsmessungen auf Strassen nach der Winkelmessmethode — Neue Untersuchungen
(S. Huschek)
- 29 1974 Strassenbau-Forschung in der Schweiz
(Dr. E. Zipkes)
- 30 1975 Der Einfluss der Rillierung von Strassenoberflächen auf die Unfallhäufigkeit
(Dr.E.Zipkes)
- 31 1975 Griffigkeit und Verkehrssicherheit auf nasser Strasse
(S. Huschek)
- 32 1976 Erhebungen über die Beanspruchung der Strasse durch schwere Motorwagen
(I. Scazziga)
- 33 1976 Geschichtliche Entwicklung der bituminösen Strassenbeläge
(Dr. E. Zipkes)
- 34 1976 Vergleich von Seilzaun und Doppelplanke anhand von Unfällen an Mittelschranken
(M. Klingler, U. Seiler)
- 35 1977 Rollgeräusch und Strassenbelag — Fahrgeräusch , quantitative und qualitative Analyse — Kausalität
(E. Eichenberger)
- 36 1977 Flugbetriebsflächen — Grundlagen für die Dimensionierung und die Oberflächen-Gestaltung
(W. Busenhardt , I. Scazziga)
- 37 1977 Internationales Kolloquium über die plastische Verformbarkeit von Asphaltmischungen
- 38 1977 Ebenheitsmessungen auf Strassen
(S. Huschek , G. Bachner)
- 39 1978 Lüftung im Untertagbau
(Dr. A. Haerter , R. Burger)
- 40 1978 Beleuchtung und Unfallhäufigkeit in Strassentunneln
(U. Graf und M. Ghielmetti)
- 41 1979 Griffigkeitsmessungen mit dem Skiddometer — weitere Ergebnisse
(R. Pelloli)
- 42 1979 Die Beurteilung des Verformungswiderstandes bituminöser Mischungen durch den Kriechversuch
(S. Huschek , P. Staub)
- 43 1979 Anfahrversuche an Varianten der Seilleitschranke System British Ropes
(M. Klingler)
- 44 1980 Mechanische Eigenschaften von Filler - Bitumen - Gemischen/Einfluss der Verdichtungsart auf die mechanischen Eigenschaften von Asphaltprüfkörpern
(S. Huschek , Ch. Angst)
- 45 1980 Beläge mit diskontinuierlichem Kornaufbau
(Dr. E. Zipkes)
- 46 1981 Der Einfluss der Verdichtung auf die mechanischen Eigenschaften bituminöser Schichten
(Ch. Angst)
- 47 1981 Numerische Erfassung rheologischer Probleme in der Felsmechanik
(P. Fritz)
- 48 1982 Verhalten des Strassen Oberbaus unter wiederholter Belastung — Versuch Nr.1 auf der ISETH - Rundlaufanlage
(H.P. Rossner , I. Scazziga)
- 49 1982 ISETH - Strassenbaukolloquien , Wintersemester 1981/82
- 50 1982 International Colloquium - Full Scale Pavement Tests , Colloque International - Essais routiers en vraie grandeur
- 51 1982 Morphologische Beurteilung verdichteter bituminöser Mischungen
(Ch. Angst)
- 52 1983 Simulation von Eisenbahn Systemen mit RWS - 1
(P. Giger)
- 53 1983 Beurteilung der Griffigkeit auf Fahrbahnen
(F. Bühlmann)
- 54 1983 Zum Verformungsverhalten von Asphaltbeton unter Druck
(S. Huschek)
- 55 1985 Einfluss der Witterung auf die Griffigkeit von Fahrbahnen, ein Beitrag zur Verkehrssicherheit auf überdeckten Strecken
(F. Bühlmann)
- 56 1984 Griffigkeit - Bremsspur - Kraftübertragung
(Dr. E. Zipkes)
- 57 1984 Reifengeräusch und Strassenbau , Internationales Seminar , Zürich, 9./10. Februar 1984
- 58 1985 Verhalten des Strassenoberbaues unter dynamischer Radlast
(S. Huschek)

Reihe abgeschlossen

Schriftenreihe «Lehrstuhl-Berichte» und «IVT-Berichte»

- | | | | |
|----------|--|----------|--|
| LSB 72/1 | Modelluntersuchungen an regionalen Güterverkehrspotentialen (M. Eggenschwiler) | IVT 78/6 | Verkehrskosten im Stadtverkehr bei unterschiedlicher Verkehrsteilung (B. Porro) |
| LSB 73/1 | Motorisierungsprognosen (F. Gerber , B. Ranft) | IVT 79/1 | Wohnschutz- Massnahmen (Prof. M. Rotach, B. Bachmann, C. Hächler) |
| LSB 73/2 | Gesetzmässigkeiten im Verkehrsablauf von Grossparkierungsanlagen 2.Teilbericht VSS FA 8/67 | IVT 79/2 | Aufbau von Strassennetzen (Prof. M. Rotach, H. Werdin) |
| LSB 74/1 | Landesplanerische Datenbank der Schweiz, Liniendatei (F. Karli , Prof. C. Hidber) | IVT 79/3 | Baulich integrierte Stadtstrassen (BISS) (Prof. M. Rotach, R. Zeltner) |
| LSB 74/2 | Wurde als LS - Notiz 74/1 publiziert , "Aggregatzustände des Verkehrssystems" (R. Meier, Prof. C. Hidber) | IVT 80/1 | Neue Betriebsformen für den öffentlichenVerkehr in ländlichen Räumen (Prof. H. Brändli, M. Muheim, F. Reutimann) |
| LSV 74/3 | Wurde als LS - Notiz 74/2 publiziert , "Über demografische Determination des städt. Personenverkehrs " (F. Gerber) | IVT 80/2 | Motorisierungsprognose 1985 — 2000 (Prof. C. Hidber, M. Stöcklin) |
| LSB 74/4 | Regionale Potentiale des Güterbinnenverkehrs der Schweiz (F. Gerber , Prof. C. Hidber) | IVT 81/1 | Beispiele von Wohnschutz- Massnahmen (Prof. M. Rotach, P. Bachmann, M. Stöcklin) |
| LSB 74/5 | Regionale Verteilungsmodelle für den Güterbinnenverkehr der Schweiz, gegliedert nach Warengruppen | IVT 81/2 | Untersuchung der Gesetzmässigkeiten des Wochenendverkehrs mit verhaltensorientierten, disaggregierten Modellansätzen (G. Gottardi) |
| IVT 76/1 | Radfahrer im Verkehr Eine Literaturoauswertung (H. Werdin) | IVT 81/3 | Forschungen zum Wohnschutz (Prof. M. Rotach, P. Bachmann, J.M. Groh, K. Infanger) |
| IVT 77/1 | Potential- und Verteilungsmodelle des schweiz. Binnengüterverkehrs nach Warengruppen und Regionen (F. Gerber, Prof. C. Hidber) | IVT 81/4 | Ausbaugrad und Verkehrssicherheit von Hochleistungsstrassen (Prof. K. Dietrich) |
| IVT 77/2 | Potential- und Verteilungsmodelle für den schweiz. Stückgutverkehr nach Regionen (F. Gerber, Prof. C. Hidber) | IVT 81/5 | Fahrplanabhängigkeit des Fahrgastzuflusses zu Haltestellen (H. Müller) |
| IVT 78/1 | Zukunftsaussichten des Huckepackverkehrs in der Schweiz (Prof. H. Brändli, F. Reutimann) | IVT 82/1 | Auswirkungen der N6 mit Rawiltunnel auf 1800 m.ü.M. auf den Autoverlad am Lötschberg (Prof. C. Hidber, M. Stöcklin, G. Abay) |
| IVT 78/2 | Landesplanerische Datenbank der schweiz.Liniendatei — Schlussbericht (F. Karli, Prof. C. Hidber) | IVT 82/2 | Innerbetriebliche Gesetzmässigkeiten des öffentlichen Linienbetriebs (W. Berg) |
| IVT 78/3 | Einfluss des Anmarschweges auf die Benützung öffentlicher Verkehrsmittel (Prof. H. Brändli, R. Siegrist, R. Enz, W. Altherr) | IVT 82/3 | Versuche mit Wohnschutz- Massnahmen (Prof. M. Rotach, J.M. Groh, K. Infanger, P. Bachmann) |
| IVT 78/4 | Regionalisierung im öffentlichen Personenverkehr (Prof. H. Brändli, F. Kobi) | IVT 82/4 | Das Werk mit dieser Nummer wurde zurückgezogen |
| IVT 78/5 | Definition und Typisierung von Wohngeieten (Prof. M. Rotach, P. Bachmann, C. Hächler) | IVT 82/5 | Gesamtschweizerisches Modell des Wochenendverkehrs im Winter (Prof. C. Hidber, G. Gottardi, M. Stöcklin, H. Schwegler) |
| | | IVT 82/6 | Funktionale Gliederung und Optimierung von Strassennetzen (Prof. C. Hidber, Ruth Schmidiger) |

- | | | | |
|----------|--|----------|---|
| IVT 83/1 | Projektierungsempfehlung zur Verkehrsberuhigung
(Prof. M. Rotach, J.M. Groh, P. Bachmann) | IVT 84/3 | Kosten-Nutzen-Analyse der SBB-Flughafenlinie Zürich HB — Zürich Flughafen
(Prof. C. Hidber, G. Abay, E. Meier) |
| IVT 83/2 | Zwischentypen. Eine Untersuchung über mögliche Betriebsformen für Hochleistungsstrassen
(Prof. K. Dietrich, E. Boppart, H.P. Lindenmann, P. Spacek) | IVT 84/4 | Bewertung der geplanten S-Bahn Station Universität aus vorhandenen Unterlagen
(Prof.H. Brändli, Prof.K. Dietrich, Prof.C. Hidber, Prof.M. Rotach, E. Boppart, P. Schirato) |
| IVT 84/1 | Theorie und Praxis der Kosten-Nutzen-Analyse im Verkehrswesen
(Prof. C. Hidber, Prof. G. Hauser, E. Meier) | IVT 84/5 | Geschwindigkeiten von Lastwagen in Steigungen und Gefällen
(P. Spacek, Ph. Düggele) |
| IVT 84/2 | Kosten-Nutzen-Analyse für Verkehrsinvestitionen
(G. Abay) | IVT 84/6 | Die situative Geschwindigkeit, ein Massstab zur Beurteilung von Kurven
(Dr. C. Friedinger) |
| | | IVT 85/1 | Verkehrsangebot Schweiz 1970—85 auf Schiene, Strasse, Wasser, Luft und Rohrleitungen
(Prof. C. Hidber, N. Bischofberger) |

Reihe abgeschlossen

«Schriftenreihe des IVT»

- | | | | | | |
|----|------|--|----|------|--|
| 59 | 1989 | Aufteilung von Erholungsaktivitäten im Raum und in der Zeit
(Dr. A. Deloukas) | 69 | 1988 | macTrac - interaktives Programm für Zuglaufrechnungen, Benutzerhandbuch
(P. Brunner) |
| 60 | 1986 | "Baulich integrierte Strassen"
(Prof. M. Rotach, F. Hoppler, M. Burgherr, M. Grieder) | 70 | 1988 | Mehrdimensionale Bewertungsverfahren und UVP im Verkehr
(Prof. C. Hidber, Prof. G. Hauser, P. Schirato) |
| 61 | 1986 | Unterhaltskosten von Trolley- und Dieselnbussen in der Schweiz
(Prof. H. Brändli, B. Albrecht, H. Müller, E. Schmid) | 71 | 1988 | Ein Beitrag zur Umlegung: Ausgewählte Probleme und Lösungsansätze - Eine Untersuchung im Rahmen des Projektes "Marcus Aurelius", Bericht III
(Prof. C. Hidber, M. Keller) |
| 62 | 1986 | Eichung und Validation eines Umlegungsmodelles für den Strassengüterverkehr
(E. Meier) | 72 | 1988 | Flexible Betriebsweise
Die Kombination von Linien- und Bedarfsbetrieb auf einer Buslinie
(Prof. H. Brändli, B. Albrecht, K. Bareiss) |
| 63 | 1986 | Fahrpläne für die Zürcher S-Bahn
(G. Rey) | 73 | 1988 | Von der Bahn 2000 zum System öV 2000
(Prof. H. Brändli, B. Albrecht, W. Glünkin) |
| 64 | 1987 | Quergefälle in Geraden und Kurven
(P. Spacek) | 74 | 1988 | Planung des öffentlichen Verkehrs in nichtstädtischen Gebieten
(Prof. H. Brändli, H. Amacker) |
| 65 | 1987 | Simulation von Eisenbahnsystemen mit RWS-1 (zweite, überarbeitete Auflage)
(P. Giger) | 75 | 1989 | Simulation of Railway Networks with RWS-1
(P. Giger) |
| 66 | 1986 | Siedlung- Verkehrsangebot- Verkehrsnachfrage
(Prof. M. Rotach, F. Hoppler, H. Bruderer, M. Mötteli) | 76 | 1989 | Einfluss des Mischprozesses auf die Qualität bituminöser Mischungen
(M. Kronig) |
| 67 | 1987 | N 13, Au - Haag
Auswirkungen der Sofortmassnahmen vom Sommer 1984 auf das Unfall- geschehen
(Prof. K. Dietrich, P. Spacek) | 77 | 1989 | Regionale Arbeitsmobilität
(W. Dietrich) |
| 68 | 1987 | Entwicklung des Schweizerischen Personenverkehrs 1960 - 1990
(Prof. C. Hidber, J.-P. Widmer) | 78 | 1989 | Zur Bewertung der Wirkung sicherheitsorientierter Massnahmen im Eisenbahnbetrieb
(R. Röttinger) |

- 79 1989 Bewertung der offiziellen NEAT-Varianten Alpentransversalen (W. Schurter, N. Bischofberger)
- 80 1989 DQM-2 Ein Gerät zur dynamischen Querprofilmessung auf Strassen (U. Scheifele)
- 81 1989 Neuverkehr infolge Ausbau und Veränderung des Verkehrssystems (Dr. E. Meier)
- 82 1989 Entwicklung von Verhaltensmodellen als Grundlage eines programmierten Erhaltungskonzeptes Teil 1: Modelle für bleibende Verformungen (J.-D. Zufferey)
- 83 1989 Moderne EDV-Anwendungen zur Verkehrsbeeinflussung (Prof. C. Hidber, W. Schurter)
- 84 1989 Berufspendlerverkehr 1950-1990 Entwicklung des Berufspendlerverkehrs der schweizerischen Agglomerationen (Prof. C. Hidber, N. Bischofberger)
- 85 1990 Drainasphalt Beobachtungen des Verhaltens von hohlraumreichen Verschleisschichten unter Verkehr (H. Köster)
- 86 1991 Güterverkehrsaufkommen in Industriegebieten (P. Schirato, Prof. C. Hidber)
- 87 1991 Langzeitverhalten von bituminösen Drainbelägen Teil 1: Lärmverhalten von Drainbelägen (T. Isenring)
- 88 1991 EDV-Anwendungen im Verkehrswesen 1989/90 (Prof. C. Hidber, W. Schurter)
- 89 1991 Sichtweiten Ueberprüfen der Grundlagen zur VSS Norm SN 640 090 Projektierungsgrundlagen, Sichtweiten (Dr. F. Bühlmann, HP. Lindenmann, P. Spacek)
- 90 1992 Transporttechnik der Fussgänger Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs (U. Weidmann)
- 91 1992 Optimierung in Verkehrsplanung, Transporttechnik und Logistik (Referate Weiterbildungskurs vom 16./17. Oktober 1991)
- 92 1992 Elemente eines computergestützten Werkzeugs zur Entwicklung von Eisenbahnsicherungsanlagen mit Petri-Netzen. (M. Montigel)
- 93 1992 Verkehrsangebot Schweiz 1960 - 1992. Entwicklung des schweizerischen Verkehrsangebotes auf Schiene, Strasse, Wasser, Luft und Rohrleitungen 1960 - 1992 (Prof. C. Hidber, N. Bischofberger)
- 94 1993 Simulationsmodell für Tramnetze (P. Brunner)
- 95 1993 Desserte ferroviaire de l'aéroport de Genève-Cointrin; Analyse coûts-bénéfices (Prof. C. Hidber, Dr. G. Abay, J.-P. Widmer, dipl. Ing. ETH)
- 96 1993 Kostenproblematik des Schienenverkehrs Ansätze zur Reduktion der Produktionskosten (Prof. H. Brändli, J. Wichser, dipl. Ing. ETH/SIA)
- 97 1993 Think Trac Ein einfach zu portierendes Traktionsprogramm für die Berechnung von Fahrzeiten im Eisenbahnverkehr (Prof. H. Brändli, J. Hoessly, dipl. Geogr.)
- 98 1993 Pioniere des Verkehrs. Eine Auswahl von Kurzbiographien zur Einführung in die Verkehrsgeschichte. (Prof. C. Hidber u.a.)
- 99 1994 Der Fahrgastwechsel im öffentlichen Personenverkehr (U. Weidmann)
- 100/1 1994 Optimierung des Oberbaus bei Meterspurbahnen Teil 1: Berechnung und Beurteilung (Prof. H. Brändli, J. Wichser, S. Rangosch, M. Kohler)
- 100/2 1994 Optimierung des Oberbaus bei Meterspurbahnen Teil 2: Grundlagen und Methodik (Prof. H. Brändli, J. Wichser, S. Rangosch)
- 100/3 1994 Optimierung des Oberbaus bei Meterspurbahnen Teil 3: Literaturkatalog und Kommentar (Prof. H. Brändli, J. Wichser, S. Rangosch)
- 101 1994 Zur Gestaltungsaufgabe des Bauingenieurs Systemtheoretische Grundlagen und Folgerungen für Planung und Ausführung – ein Beitrag zur Ingenieurwissenschaft (Dr. B. Meyer)
- 102 1994 Modellierung und Gewährleistung von Abhängigkeiten in Eisenbahnsicherungsanlagen (M. Montigel)
- 103 1994 Simulation von Eisenbahnsystemen mit RWS-1; 3. Auflage RWS Version 1.7 für Apple Macintosh (Dr. P. Giger)
- 104 1994 Nationalstrasse N2, Basel-Chiasso Kapazitätsuntersuchung; Verkehrstechnische Studie zur Beurteilung der heutigen Kapazitätsverhältnisse (Prof. K. Dietrich, P. Spacek)
- 105 1994 Anwendungsbeispiele zur Optimierung in Verkehrsplanung, Transporttechnik und Logistik. (Prof. C. Hidber, Z. Oblozinska u.a.)
- 106 1995 Grundlagen zur Berechnung der Fahrgastwechselzeit (Dr. U. Weidmann)

- 107 1995 Umweltbilanz der Warenverteilung (Non Food) des Migros-Genossenschaftsbundes
(Prof. C. Hidber, Dr. E. Meier)
- 108 1995 Lagestabilität lückenloser Meterspurgleise in kleinen Bogenradien
(Dr. S. Rangosch)
- 109 1995 Pioniere des Verkehrs. (Band 2)
Eine Auswahl von Kurzbiographien zur Einführung in die Verkehrsgeschichte.
(Prof. C. Hidber u.a.)

Ausserhalb der IVT-Schriftenreihe erschienene Berichte:

- 1986 Behinderte im Strassenverkehr
Arbeitsbericht
(G. Oswald)
- 1987 Gestaltung von Kantonsstrassen in Ortskernen
(HP. Lindenmann, St. Frey, M. Schwob)
- 1988 EDV-Anwendungen im Verkehrswesen
(C. Hidber, B. Albrecht, E. Meier, W. Schurter)
- 1989 Sicherheit an Bus- und Tramhaltestellen
(H. Brändli, R. Kobi)
- 1990 Verkehrsplanung im Toggenburg
(Auswertung der Diplomarbeiten Herbst 1989 und der Arbeiten des 7. Semesters 1989/90)
(M. Grob)
- 1994 Innovatives Verkehrsmanagement
SVI/IVT-Tagung vom 5.7.94