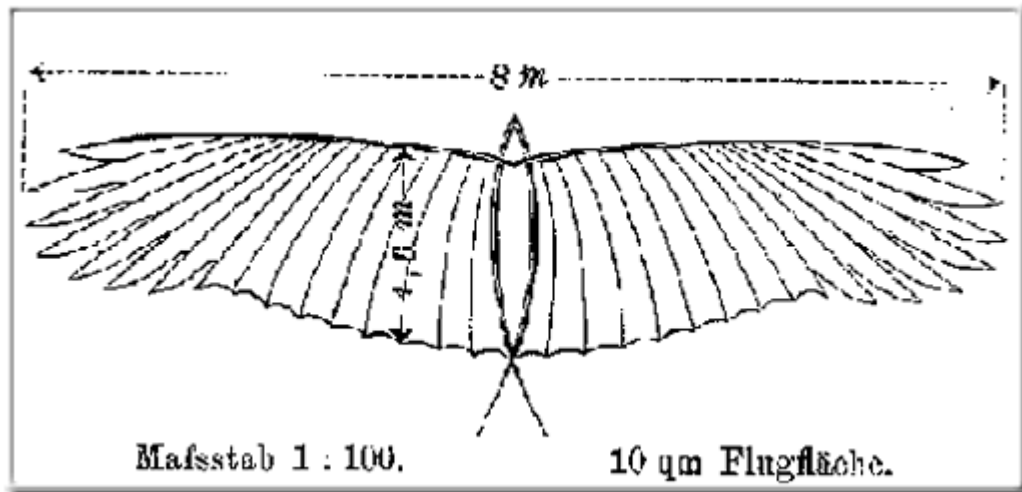


Frühe Flugzeugkonstruktionen

Die ersten Flugzeugkonstruktionen Lilienthals sind fotografisch nicht belegt. Es existieren Vorstudien und verschiedene Konstruktionszeichnungen. Vermutlich entstehen mehrere Apparate unterschiedlicher Größe. Mit ihnen werden Sprünge von einer Rampe und Stehversuche im Wind durchgeführt.



Spannweiten:	4,4	bis	11,0	m
Fläche:	2,6	bis	10,0	m ²
max. Tiefe:	1,0 bis 1,6 m			

Im Museum ist der Versuch einer maßstäblichen Rekonstruktion (1:5) des Flugapparates "Möwe", 1889 ausgestellt.

Derwitzer Apparat 1891

Erstes erfolgreiches manntragendes Flugzeug der Welt, Flugweiten bis 25 m (Derwitz/Krielow in Brandenburg). Der Apparat wurde während der Flugversuche verändert. [Heute nehmen wir an](#), dass beide existierenden Fotoserien den Apparat in der bereits reduzierten Größe zeigen.



Spannweite:
ca. 7,6 - später 5,5 m

Fläche:
ca. 10 - später 8 m²

Flügelwölbung (Pfeilhöhe):
1/10 der Tiefe

max. Tiefe: 1,7 m

Länge: 3,9 m

Masse: 18 kg

Rekonstruktion nach

Beschreibung und Fotografien (S. Nitsch)

Südende-Apparat 1892

Von Lilienthal als "über Lehrgerüst gebauter Segelapparat" bezeichnet. Es handelt sich um einen aerodynamisch ausgefeilten Aufbau mit teilweise beidseitiger Bespannung. Flüge bis 80 m Weite (aus 10 m Absprunghöhe). Aus dem Schrifttum ergibt sich die wahrscheinliche Existenz eines weiteren Apparates mit ähnlichem Aufbau aber abweichender Größe.



Spannweite: 9,5 m

Fläche: 14,7 m²

Flügelwölbung 1/20 der Tiefe

max. Tiefe: 2,5 m

Länge: 5,6 m

Masse: 24 kg

Rekonstruktion (S. Nitsch) im Museum

Maihöhe-Rhinow-Apparat 1893

Bezeichnungen Lilienthals: "Zusammenklappbarer Flugapparat von 14 qm Tragefläche" und "Modell 93". Erster Apparat der neuen, zusammenklappbaren, fledermausartigen Konstruktionsform. Zusammengeklappt hat der Apparat etwa die Maße 2,0 m x 3,2 m x 0,5 m. Das Flügelprofil wird über eingeschobene "Profilschienen" erzeugt. Es läßt sich dadurch sogar verändern. Die Bauform wird [patentrechtlich geschützt](#) und Grundlage der später "[Normalapparat](#)" genannten Flugzeugkonstruktion. Auf der Maihöhe errichtet er einen vier Meter hohen Schuppen als Absprungrampe. Bei Stölln / Rhinow (Brandenburg) wurden von einer 60 m hohen Erhebung 250 m weite Flüge ausgeführt.



Spannweite: 6,6 oder 7 m

Fläche: 14 m²

max. Flügeltiefe 2,5 m

Länge: 4,35 m

Masse: 20 kg

Rekonstruktion durch S. Nitsch

Kleiner Schlagflügelapparat 1893-96

Versuch, in das nun zuverlässig funktionierende Gleitflugzeug einen Schlagflügelantrieb zu integrieren. Geplant war sowohl der Muskelkraft- als auch ein motorischer Antrieb, 1894 war ein erster Kohlensäure-Motor einsatzbereit und wurde erprobt. Die Ergebnisse des Schlagflügelantriebes waren zunächst wenig ermutigend, trotzdem hält Lilienthal am Versuch der technischen Nachahmung des Flügelschlages fest.



S. Nitsch

Spannweite: 6,8 m

Fläche: 12 m²

max. Tiefe 2,5 m

Motor - Gewicht: 5,5 kg
(etwa 10 kg einschließlich CO₂-Flasche)

Rekonstruktion mit Motor:

Normalapparate ab 1894

Über die konstruktive Zwischenstufe "Modell Stölln", entsteht der "Normalsegelapparat" als Standardeindecker. In leicht abweichenden Plänen sind auch "Seilers Apparat" und "Modell [Lambert](#)" belegt. Heute sind 9 Käufer namentlich bekannt. Aber bereits 1893 sind Flugapparate verkauft worden. Vier Normalapparate sind in Museen erhalten (London, Moskau, München (Fragment), Washington). Es wird ein "Prellbügel" verwendet, der die Wucht des Aufpralls bei einem Absturz mildert. Der Normalsegelapparat wird später auch zum großen Doppeldecker erweitert.



Spannweite: 6,7 bis 7,1 m Fläche: 13,0 bis 13,6 m² max. Tiefe 2,4/2,5 m
Länge: 4,9 bis 5,3 m Masse: ca. 20 kg

im Museum: Nachbauten Normalapparat (Richter, 1925), Nitsch (mehrere) und maßstäblicher Nachbau (1:5) des Modells Stölln.

Sturmflügelmodell 1894

Unter Beibehaltung der Konstruktionsprinzipien gebauter Apparat mit verkleinerter Tragfläche für stärkeren Wind. Das Gerät wurde später zum kleinen Doppeldecker erweitert. Das Original der Tragfläche ist im Technischen Museum Wien erhalten.



Spannweite: 6,0 m

Fläche: 9,7 m²

max. Tiefe 2,0 m

Länge: 4,5 m

Nachbauten: I. Legat und J. Jung (letzt. als Leihgabe bei der ICAO, Montreal (Internationale Luftverkehrs-Organisation))

Vorflügelapparat 1895

Mit dem "Experimentiergerät" entsteht ein großer Eindecker, an dem verschiedene Steuerungssysteme erprobt werden. Am auffälligsten ist eine vordere Flügelklappe, die immer wieder auftretende Stürze bei negativem Anstellwinkel verhindern sollte. Ferner wurde eine Verwindungssteuerung und drehbare Widerstandsflächen erprobt.

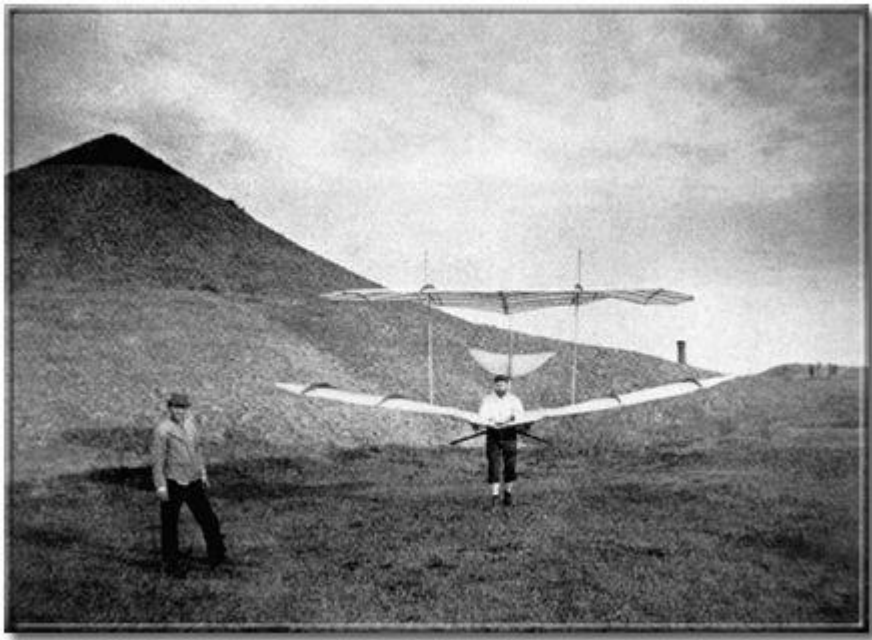


Spannweite: 8,8 m Fläche: 19,0 m² max. Tiefe 3,0 m Länge: 5,6 m

Rekonstruktion mit allen bekannten Steuervorrichtungen: S. Nitsch

Kleiner Doppeldecker 1895

Doppeldecker auf der Basis des Sturmflügelmodells. "Es muß dann dasselbe Resultat sich ergeben, als wenn eine einzige Fläche die doppelte Tragfähigkeit besitzt, aber wegen ihrer Kleinheit den Schwerpunktveränderungen genügend gehorcht", beschreibt Lilienthal sein Ziel. Die Ergebnisse sind überzeugend. Bis heute erhalten ist nur die untere Tragfläche im Technischen Museum Wien.



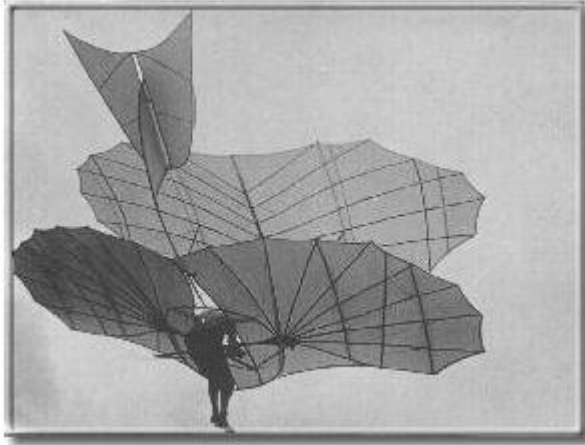
Spannweite: 6,0 / 5,2 m
max. Tiefe 2,2 / 2,1 m Länge: 4,8 m

Fläche: 9,7 / 9,8 m²

Rekonstruktionen J. Jung (1:1) und S. Nitsch (1:5)

Großer Doppeldecker 1895

Die hervorragende Flugleistung und Steuerbarkeit des kleinen Doppeldeckers sind Anlass, auch den Normalapparat mit einer 2. Tragfläche zu versehen.



Spannweite: 6,6 / 6,3 m

Fläche: 13,6 / 10,4 m²

max. Tiefe 2,3 / 2,3 m

Länge: 4,9 m

Rekonstruktion (S. Nitsch)

Großer Schlagflügelapparat 1896

Weiterentwicklung des Schlagflügelapparates von 1893, der wiederum mit einem Motor ausgerüstet wurde. Der Apparat wurde fertiggestellt, aber nicht mehr erprobt. Der Apparat wurde noch 1906 und 1907 auf Ausstellungen gezeigt, ist aber nicht erhalten.

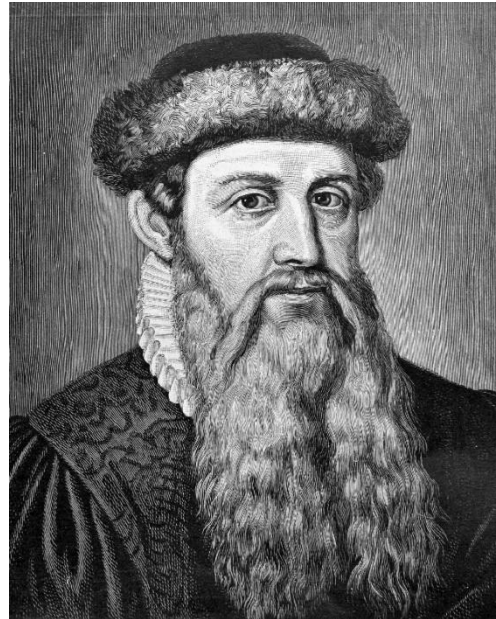


Spannweite: 8,5 m Fläche: 17,5 m² max. Tiefe 2,5 m Länge: 5,3 m

Maßstäbliche Rekonstruktion (1:5) im Museum

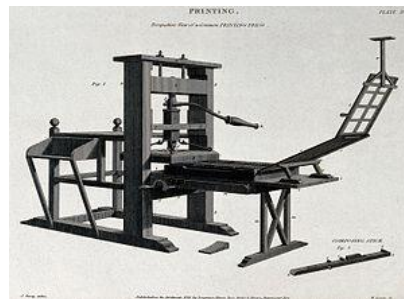
„Man of the Millenium“

HENNE GENSFLEISCH ZUM GUTENBERG, wie der eigentliche Name von **JOHANN GUTENBERG** lautet, erfand um 1440 den Buchdruck mit beweglichen Lettern. Dieser ermöglichte es, Bücher und Schriften, wie Reiseberichte, Tagebuchaufzeichnungen, später Zeitungen und Zeitschriften, aber auch Zeichnungen, Bilder sowie Karten schneller und in größeren Auflagen zu vervielfältigen. GUTENBERGS Erfindung fand nicht nur in seiner Zeit Anerkennung. Eine in den USA erscheinende angesehenen Zeitschrift anerkannte 1997 die Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern durch JOHANN GUTENBERG als bedeutendste Entdeckung des 2. Jahrtausends. Ein Jahr später wurde GUTENBERG von amerikanischen Journalisten zur wichtigsten Persönlichkeit des vergangenen Jahrtausends gewählt, zum „Man of the Millenium“. In seiner Geburtsstadt Mainz befindet sich u. a. deshalb das Weltmuseum der Druckkunst, das **Gutenberg-Museum**.



Drucken statt Abschreiben

Im Mittelalter wurde die **Tradition des Lesens und Schreibens** vor allem in den christlichen Mönchklöstern bewahrt und gepflegt. Mönchen ist es auch zu danken, dass Texte aller Art durch **Abschrift** überliefert wurden. Dazu zählte vor allem die Bibel. Das Buch wurde als Ganzes oder in Teilen sorgfältig und kunstvoll auf Pergament für Gottesdienste abgeschrieben. Da jedes Kloster zumindest ein Exemplar einer vollständigen Bibel besitzen musste, gab es viel zeitaufwendige Schreibearbeit. Häufig waren Mönche ihr ganzes Leben mit der Abschrift einer Bibel beschäftigt. Als GUTENBERG um 1450 in Mainz darauf kam, Bücher zu drucken, konnten Informationen, Erfahrungen und Ideen in viel größerem Umfang und viel schneller niedergeschrieben und verbreitet werden. Mit den aus Blei gegossenen **beweglichen Lettern** war es möglich, Bücher

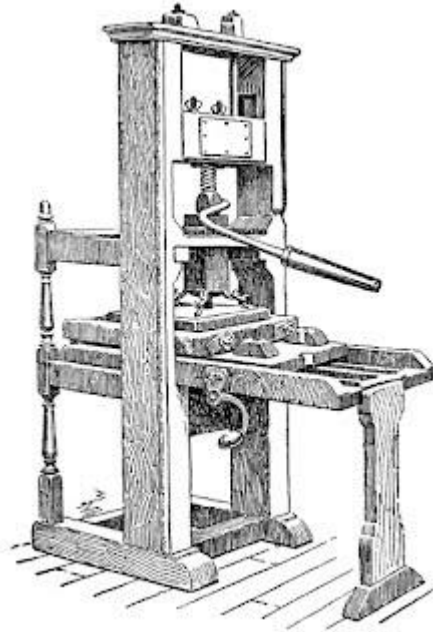


- wesentlich schneller,
- in größeren Mengen und vor allem
- billiger

zu vervielfältigen; konnten doch die einzelnen

- **Klein- und Großbuchstaben,**
- **Satzzeichen,**

- **Ligaturen** (Verbindung meist zweier, selten mehrerer Buchstaben zu einer Einheit) und

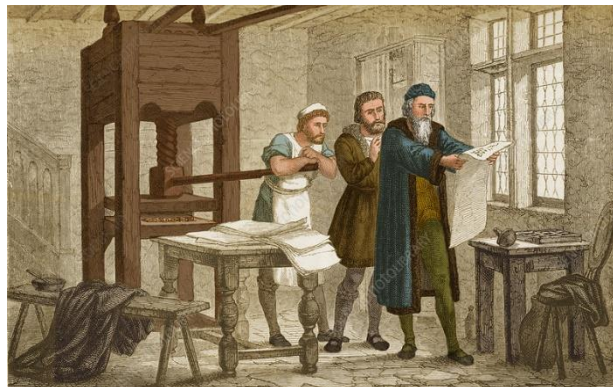


- **Abkürzungen**

immer wieder neu zu Wörtern, Zeilen und Seiten zusammengesetzt werden. Pro Druckvorgang konnten nun 200 bis 300 Exemplare eines Buches hergestellt werden, was damals die Kosten für ein Buch auf etwa **ein Fünftel** senkte. Die Kunst des Buchdrucks fand eine sehr schnelle Verbreitung, zunächst in Deutschland, dann in ganz Europa. Der Buchdruck nahm einen derartigen Aufschwung, dass es bereits 50 Jahre nach seiner Erfindung in rund 250 Städten Europas Druckereien und Druckwerkstätten gab. In diesen waren etwa 40 000 Drucke erschienen.

Die Erfindung GUTENBERGS

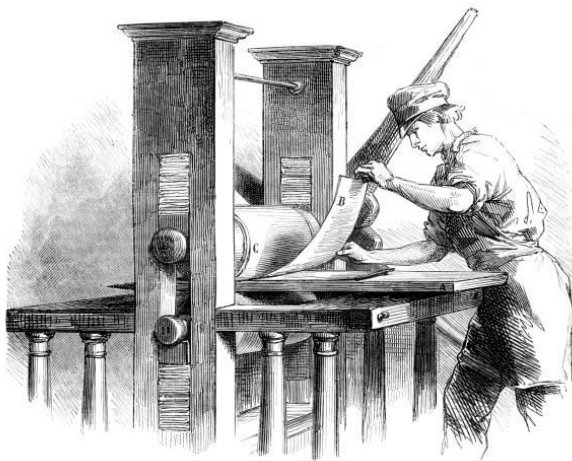
GUTENBERG hielt sich von 1434 bis 1444 in Straßburg auf. Aus dem Jahre 1439 sind über ihn Prozessprotokolle überliefert. Diese Protokolle eines Gerichtsverfahrens gegen ihn wurden zu einer wichtigen Quelle unseres Wissens über sein Auftreten als Geschäftsmann und Handwerker. Neben Aussagen über Geschäftsgesellschaften, die er mit anderen Bürgern der Stadt eingegangen war, gibt es in den Protokollen auch Hinweise auf eine geheime Kunst. Im Zusammenhang damit wird von einer Presse und von Material gesprochen,



„... das zu dem trucken gehöret“.

So ist es wahrscheinlich, dass GUTENBERG bereits zur Zeit seines Aufenthalts in Straßburg an seiner Erfindung gearbeitet und erste Druckversuche unternommen hatte. Im Jahre 1448 kehrte GUTENBERG nach Mainz zurück und vollendete seine Erfindung. Um sie in der Praxis nutzen zu können, errichtete er eine Druckwerkstatt und stellte auch Gehilfen ein. Die Errichtung und der Unterhalt der Werkstatt sowie die benötigten Arbeitskräfte kosteten ihn eine Menge Geld. Der Mainzer Advokat JOHANNES FUST ließ GUTENBERG dafür zunächst 800 Gulden. Bald darauf zahlte FUST noch einmal 800 Gulden und wurde Teilhaber an den Unternehmungen GUTENBERGS.

Eines der bekanntesten und bedeutendsten Bücher, das GUTENBERG zwischen 1452 und 1454 druckte, war seine „Biblia Latina“, eine **lateinische Bibel**, die auch als Gutenberg-Bibel bezeichnet wird. Dieses Buch gehörte künstlerisch und drucktechnisch zum Besten und Schönsten, was seinerzeit mit der neuen Drucktechnik geschaffen wurde und gilt als Meisterwerk der Druckkunst. Die Bibel umfasste **zwei Bände** mit einem **Umfang von insgesamt 1282 Seiten**. Die erste Auflage betrug wahrscheinlich nur etwa 180 Exemplare. Davon wurden etwa 30 Exemplare auf teurem Pergament gedruckt.



Den Unterhalt der Druckerei und die Bezahlung der Gesellen konnte GUTENBERG kaum aus den Verkaufserlösen der Bücher bestreiten. Er zahlte deshalb weder das geliehene Geld noch die anhängigen Zinsen zurück. Daher verklagte ihn sein Geschäftspartner FUST als Schuldner vor Gericht. Ein Dokument aus den Prozessakten, das vom 6. November 1455 datiert, wurde zur wichtigsten Quelle unseres Wissens über die Geschäftsbeziehungen von

GUTENBERG zu FUST und über den Druck der Gutenberg-Bibel. Aus dem Dokument geht zwar nicht eindeutig hervor, wie der Prozess ausging. Sicher ist aber, dass GUTENBERG nach ihm keine kunstvollen Bibeln mehr drucken konnte und sich von großen Teilen seiner Druckerwerkstatt trennen musste.

Carl Friedrich Zeiss

wurde am 11. September 1816 in Weimar geboren.

Zeiss besuchte in Weimar das Gymnasium und interessierte sich für die technischen Errungenschaften der Zeit, weshalb er als Gasthörer auch an der Großherzoglichen Gewerkschule studierte. In den Jahren 1834 bis 1838 absolvierte Zeiss eine Ausbildung zum Mechaniker. Die anschließende Wanderschaft führte ihn bis 1845 nach Stuttgart, Wien, Berlin und Darmstadt. 1845 schrieb sich Zeiss für Chemie und Mathematik an der Universität Jena ein. Zugleich rief er dort 1846 eine Werkstatt zur feinmechanischen und optischen Fertigung ins Leben. Ein Jahr später hatte er die ersten Mikroskope entwickelt, die nun in der Werkstatt produziert wurden. Zeiss heiratete 1848 Bertha Schatter, mit der er ein Kind hatte. Seine Frau starb 1850 bei der Geburt des Sohnes. 1853 heiratete er in zweiter Ehe Ottilie Trinkler, mit der er drei weitere Kinder hatte. Die Werkstatt expandierte kontinuierlich und 1857 konnte Zeiss die ersten zusammengesetzten Mikroskope herstellen.

Dank seiner guten Kontakte zur Universität Jena, konnte Zeiss erfahrene und gute Forscher für die Entwicklung seiner optischen Geräte gewinnen. Im Oktober 1860 berief man Zeiss zum Universitätsmechanikus. Die Zahl der Mitarbeiter in seiner Werkstatt stieg bis 1875 auf 60 Beschäftigte an. Er konnte nun den Physiker und Mathematiker Ernst Abbe als Teilhaber gewinnen, der neue Verfahren der Mikroskopherstellung entwickelte. 1880 wurde Zeiss mit der Ehrendoktorwürde der Universität Jena ausgezeichnet. 1882 trat noch der Chemiker Otto Schott als Geschäftspartner hinzu, dessen spätere Mainzer Glaswerke zum Hauptlieferanten der Jenaer Zeiss-Werke wurden. 1886 wurde bei Zeiss das 10.000. Zeiss-Mikroskop hergestellt. Im Frühjahr 1888 erweiterte sich die Produktpalette auf fotografische Geräte.

Carl Zeiss starb am 3. Dezember 1888 in Jena. Sein Betrieb zählte nun bereits 327 Mitarbeiter.

Das Immersionsobjektiv

Als Carl Zeiss von Weimar nach Jena übersiedelt, zählt das Städtchen um die 10.000 Einwohner. Die Universität droht in die Bedeutungslosigkeit zu verfallen. Es sind Wissenschaftler wie der Botaniker Matthias Jacob Schleiden, der Mitbegründer der Zelltheorie, die Zeiss antreiben, immer bessere Mikroskope zu bauen. Doch das gelingt erst über 20 Jahre später durch die Zusammenarbeit mit Ernst Abbe. Der Physiker stellt den Bau von Mikroskop-Objektiven auf eine wissenschaftliche Basis. Seine optischen Berechnungen bedeuten einen Meilenstein in der Mikroskopie.



Ein Zeiss-Mikroskop aus dem Jahr 1882. Bildrechte: Stiftung Deutsches Optisches Museum

Ab 1872 werden alle Mikroskopobjektive nach den Berechnungen von Abbe hergestellt, sagt Timo Mappes, Professor für Geschichte der Physik an der Universität Jena und Direktor des Deutschen Optischen Museums. Der Erfolg der Immersionsobjektive, bei denen eine Flüssigkeit zwischen Untersuchungsobjekt und Objektiv die Auflösung des Mikroskops spürbar erhöht, lässt die Firma weiter wachsen. Mediziner und Mikrobiologen wie Robert Koch, Rudolf Virchow oder Louis Pasteur entdecken mit Hilfe dieser neuartigen Mikroskope bis dato unbekannte Krankheitserreger.

Verdanke ich doch einen großen Teil meiner Erfolge Ihren ausgezeichneten Mikroskopen

Die 1880er Jahren werden zur Blütezeit der Bakteriologie. Auch die Lichtplatten-Mikroskopie ist eine Erfindung aus Jena - ebenso die Fluoreszenz in der Mikroskopie, die noch heute die Grundlage für alle hochauflösenden Verfahren ist. Sie wird 1904 in Jena entdeckt.

Das Einstärken-Brillenglas

Ein Erfolgsrezept von Zeiss ist bis heute die Zusammenarbeit mit führenden Wissenschaftlern auf der ganzen Welt. Sie sehen wissenschaftliche Grenzen als Herausforderungen und suchen gemeinsam mit den Optik-Experten nach Lösungen. Als ein Beispiel dafür nennt Museumschef Timo Mappes die erfolgreiche Kooperation von Zeiss mit dem schwedischen Augenarzt Allvar Gullstrand, einem der Begründer der modernen Augenheilkunde.

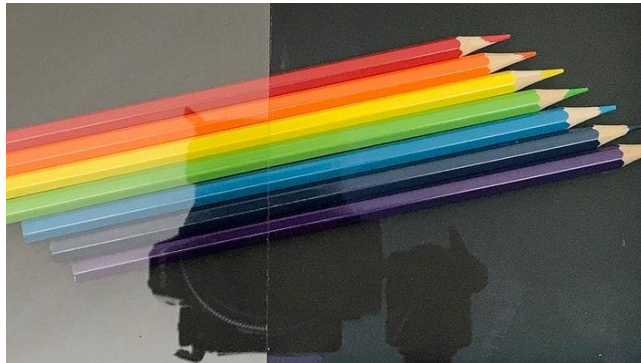


Das Einstärken-Brillenglas oder Punktalglas kam 1912 auf den Markt. Bildrechte: Stiftung Deutsches Optisches Museum

Gullstrand erhält 1911 den Nobelpreis für Medizin für die Beschreibung des dioptrischen Apparats des Auges. Auch das heutige Augenmodell, so Mappes, geht auf Gullstrand zurück. Zusammen mit Moritz von Rohr, einem ehemaligen Assistenten von Ernst Abbe, entwickelt er das Einstärken-Brillenglas (Punktalglas), das 1912 auf den Markt kommt. Nach sechs Jahrhunderten Brillenentwicklung ist das eine Sensation. Brillenträger können nun nicht mehr wie bisher nur in der Mitte der Gläser, sondern auch an den Rändern scharf sehen. Seither, so Mappes, werden Einstärken-Brillengläser so gemacht und Milliarden von Brillenträgern profitieren davon.

Das entspiegelte Glas

Mit entspiegeltem Glas (rechte Seite) werden störende Reflexe auf Oberflächen verhindert werden.
Bildrechte: Stiftung Deutsches Optisches Museum

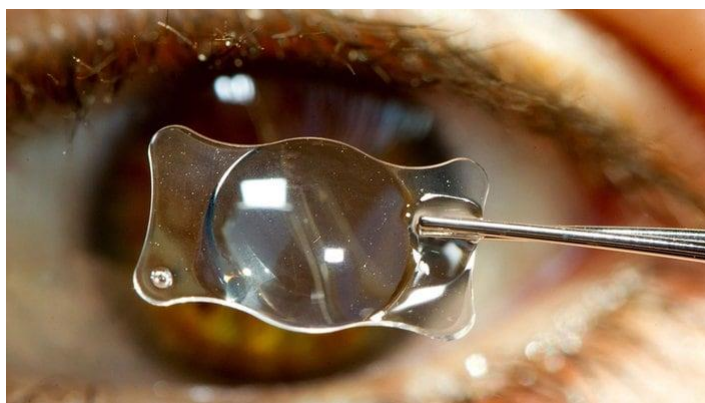


Eine ebenso bahnbrechende Erfindung ist das Entspiegeln auf Optiken. 1935 findet der Zeiss-Wissenschaftler Alexander Smakula eine Methode, störende Reflexe an optischen Flächen durch das Aufdampfen einer dünnen Schicht zu vermindern.

Später kamen Mehrschichtsysteme hinzu. Das Entspiegeln ist auch auf andere Optiken übertragen worden - aber eben eine Erfindung aus Jena, die weltweit milliardenfach genutzt wird.

Die Intraokularlinse

Auch die Augenheilkunde (Ophthalmologie) verdankt wichtige Errungenschaften dem Erfindergeist von Zeiss-Experten. Unverzichtbar für jeden Augenarzt ist die Spaltlampe, um den Augenhintergrund zu betrachten. Wieder, so Mappes, eine gemeinsame Entwicklung von Zeiss mit dem Schweden Gullstrand. Menschen, die an Katarakt leiden, der Eintrübung der ursprünglich klaren Augenlinse - auch bekannt als Grauer Star - wissen eine Zeiss-Erfindung sehr zu schätzen: Die Intraokularlinse, eine künstliche Linse. Angepasst an das jeweilige Auge wird sie implantiert und lässt die Nebelschleier wieder verschwinden. Was längst eine Routinebehandlung ist, hat schon Millionen Menschen weltweit die Sehkraft zurückgebracht.



Die Intraokularlinse wird in das Auge implantiert und lässt Nebelschleier etwa bei Grauem Star wieder verschwinden. Bildrechte: dpa

Der Planetariumsprojektor

Zeiss hat es auch geschafft, uns den Sternhimmel nah zu bringen - mit Hilfe des Planetariums. Seine Entstehung verdankt es einer Idee des Begründers des Deutschen Museums in München, Oskar von Miller. Um sie zu verwirklichen, sucht er 1913 die Hilfe bei Zeiss in Jena und trifft bei Walter Bauersfeld auf offene Ohren. Er entwirft Anfang 1919 die grundlegende Form für den Planetariumsprojektor. Erste öffentliche Versuchsvorführungen in einer provisorischen Kuppel auf dem Dach der Zeiss-Werke sorgen ab 1924 für große Resonanz. Tausende Besucher begeistern sich für den künstlichen Sternhimmel. Wenig später wird in Jena ein Großplanetarium errichtet, das am 18. Juli 1926 eröffnet wird und heute als dienstältestes der Welt gilt.



Anfang 1919 entwarf Zeiss die grundlegende Form für den Planetariumsprojektor.
Bildrechte: IMAGO / photo2000

Die Multispektralkamera

Weit hinaus in den Weltraum haben es Zeiss-Fotoobjektive geschafft. Im Kalten Krieg lieferten sich die Supermächte USA und Sowjetunion einen Wettlauf um die Eroberung des Alls. Ein kleiner, aber wichtiger Teil der US-Mondmission von Apollo 11 vor 52 Jahren war eine legendäre Hasselblad-Kamera, ausgestattet mit Objektiven von Zeiss/West (Oberkochen). All die Fotos vom Mond, die während dieser ersten bemannten Raumfahrtmission mit Mondlandung entstehen, liefert diese Kamera, so Timo Mappes.

Im Gegenzug ist die von Zeiss/Ost in Jena gebaute Multispektralkamera MKF 6 für die kosmische Fernerkundung der Erde erfolgreich in der sowjetischen Raumfahrt. Sie ist 1976 auf der Sojus 22 und dann bis zum Ende der Raumstation MIR bei allen Weltraumflügen der Sowjetunion und später Russlands im Einsatz. Das Beispiel zeige, so Mappes, dass sich beide Systeme der jeweils besten Optik-Spezialisten bedienten - und die waren in jedem Fall von Zeiss.



Vladan Blahnik, Leiter der Objektiventwicklung, steht im Zeiss-Museum neben einem Raumanzug, an dem sich eine Mittelformatkamera der Marke Hasselblad mit einem Objektiv von Zeiss befindet.
Bildrechte: dpa

Die EUV-Lithografie

Auch in der Halbleitertechnik ist Zeiss schon lange eine wichtige Größe mit seiner Lithografie-Optik zur Herstellung von Mikrochips. Das 2006 in Oberkochen eingeweihte Werk gilt als weltweit modernstes Entwicklungs- und Produktionszentrum für Lithografie-Optik.

Der Übergang 2012 zur EUV-Lithografie (Extrem Ultraviolette Strahlung) bedeutet einen Technologiesprung und läutet eine neue Ära der optischen Lithografie ein. Damit sollen Mikrochips künftig noch kleiner und schneller werden. Zeiss hat bei dieser Entwicklung langen Atem bewiesen und sich am Ende am Markt durchgesetzt. Inzwischen werden die Chips aller Mobiltelefone, egal welcher Marken, mit Zeiss-Technologie hergestellt.

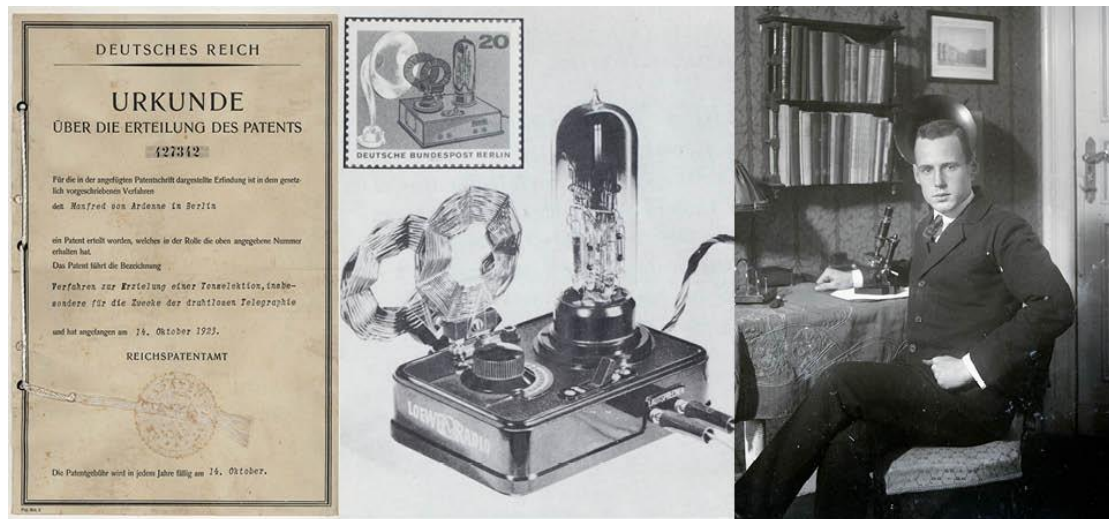
Manfred von Ardenne (1907-1997)

1923

DAS ERSTE PATENT

Im Jahre 1923, er war gerade einmal 16 Jahre alt, meldete der junge Forscher sein erstes Patent über ein **“Verfahren zur Tonselktion, insbesondere für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie”** an.

Durch den Verkauf erster Bücher und technischer Entwicklungen und Erfindungen bestritt Manfred von Ardenne ab 1924 den eigenen Lebensunterhalt und zahlte an die Eltern für sein dreißig Quadratmeter großes Laboratorium freiwillig Miete.



1926

STUDIUM UND FORSCHUNG

Die beiden **Rundfunkpioniere Georg Graf von Arco** und **Geheimrat Walther Nernst** drängten Manfred von Ardenne zu einem Studium. 1925 konnte er sich dank ihrer Hilfe ohne Abitur an der Universität in Berlin einschreiben. Hier besuchte er Vorlesungen über Physik, Chemie und Mathematik. Nach vier Semestern Grundlagenstudium packte ihn die Ungeduld und er widmete sich wieder seinen privaten Forschungen.

1926 wurde der 19-Jährige durch seine Idee von der **Mehrsystem-Elektronenröhre** bekannt. Sie bildete die technische Grundlage des danach von **Loewe-Opta** als Massenprodukt hergestellten **Rundfunkempfängers**. Letztlich handelte es sich dabei um einen der **ersten integrierten Schaltkreise der Elektronikgeschichte**.

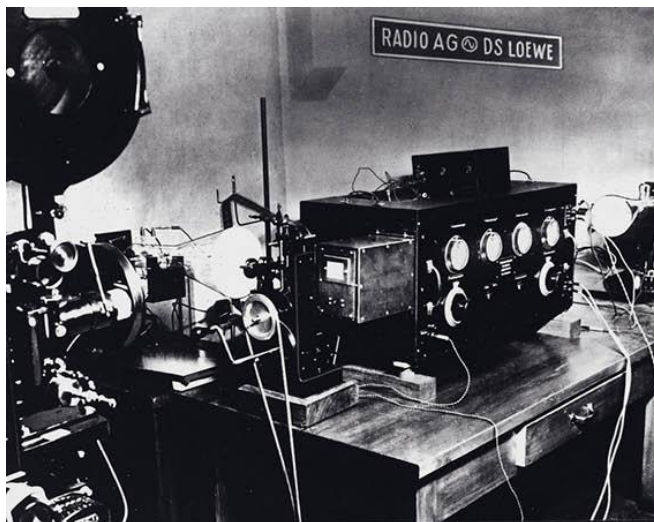
ERSTE ELEKTRONISCHE FERNSEHÜBERTRAGUNG

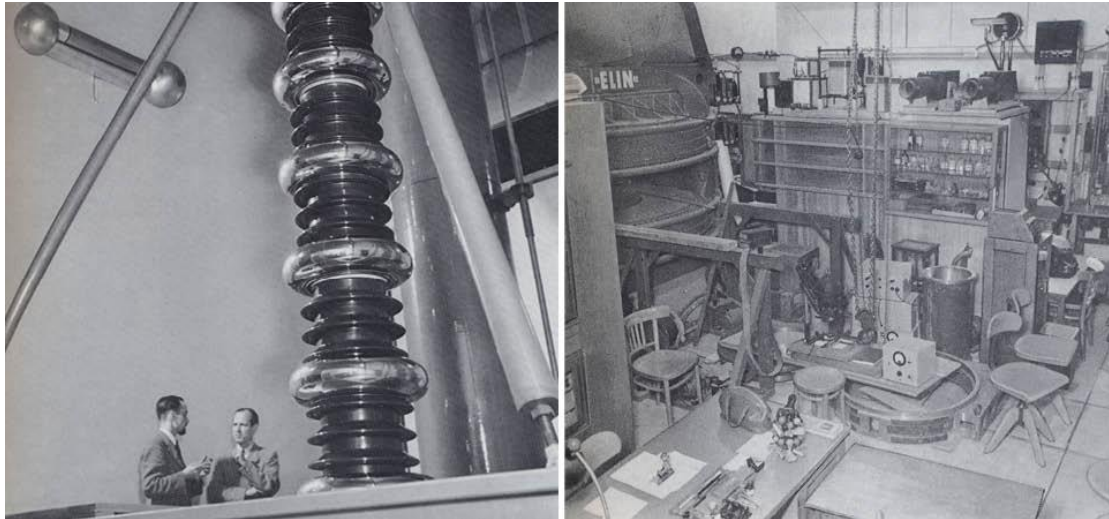
Im seinem Laboratorium gelang von Ardenne die weltweit **erste vollelektronische Fernsehübertragung**, weil er plötzlich erkannte, dass alle dafür notwendigen Komponenten in seinem Lichterfelder Laboratorium zur Verfügung stehen. Mit beteiligt war sein enger Mitarbeiter Emil Lorenz. Manfred von Ardenne über die Ereignisse von jenem Tag:

“In fieberhafter Eile entnahmen wir dem Fertigungslager zwei Elektronenstrahlröhren, stellten zwei Einrichtungen zur Erzeugung der Ablenkungsspannungen aus Bestandteilen des Niederfrequenzlabors zusammen, brachten einen der Breitbandverstärker in Betriebsbereitschaft und entlehnten dem optischen Labor eine Linse hoher Lichtstärke und eine Photozelle geringer Trägheit.

*Noch am gleichen Abend, am **14. Dezember 1930**, hatten Emil Lorenz und ich ein entscheidendes Erlebnis. Ich hielt eine Schere vor dem Schirm meines Leuchtfleckabtasters und sah tatsächlich, wie ihre Konturen am anderen Ende des Zimmers auf dem Leuchtschirm der Empfängerröhre erschienen. Wir wiederholten den Versuch mit einem Diapositiv und erzielten einen noch eindrucksvolleren Erfolg.”*

Im Jahr darauf präsentierte Manfred von Ardenne seine bahnbrechende Erfindung auf der Funkausstellung in Berlin und schaffte es damit auf das Titelblatt der New York Times.





1937

EXISTENZSICHERUNG UND RASTERELEKTRONENMIKROSKOP

Die von Ardenne hegten keine Sympathie für den Nationalsozialismus. Als Hermann Göring den Vater aufforderte, eine leitende Position in der NSDAP einzunehmen, lehnte dieser entschieden ab. Bereits im ersten Weltkrieg lernte Egmont Baron von Ardenne den späteren Reichspostminister und Physiker Wilhelm Ohnesorge kennen. Manfred von Ardenne nutzt später diesen Kontakt als Geldquelle für seine Forschungsarbeiten und zur Existenzsicherung seines Instituts, aber ohne jeglichen politischen Hintergrund. Auch er wies Aufforderungen seitens seines Gönners zum Eintritt in die Partei ab.

1937 entwickelte von Ardenne das **erste Rasterelektronenmikroskop hoher Auflösung**, das bis heute aus der biologischen Forschung nicht mehr wegzudenken ist. Zwei Jahre später folgte das **Universal-Elektronenmikroskop mit der weltweit höchsten Auflösung**.

INTERNIERUNG UND ENTWICKLUNG DES ISOTOPENTRENNVERFAHRENS

Nach dem Atombombenabwurf auf **Hiroshima** und **Nagasaki** gerieten von Ardenne und weitere führende deutsche Wissenschaftler, darunter Nobelpreisträger Gustav Hertz, der Physiker Max Steenbeck und der Nuklearchemiker Nikolaus Riehl, in das Netzwerk der sowjetischen nuklearen Rüstung. Nahmen die sowjetischen Fachleute Manfred von Ardenne zunächst als Spezialisten für Elektronenoptik und Konstruktion von Elektronenmikroskopen wahr, bestimmten die politischen Ereignisse fortan die Forschungsarbeiten und er wurde zur Mitarbeit am sowjetischen Atomprogramm verpflichtet. Die sowjetische Seite verfolgte dabei das Ziel, möglichst rasch mit der Supermacht USA aufzuschließen und konkurrieren zu können. Während einer Besprechung versuchte der sowjetische Geheimdienstchef Beria, die Leitung für das Projekt an von Ardenne zu übergeben. Er selbst über besagte Sitzung:

“Ich hatte etwa zehn Sekunden Zeit zum Nachdenken. Meine Antwort hatte etwa folgenden Wortlaut: Den soeben geäußerten Vorschlag betrachte ich als eine große

Ehre für mich, denn er ist zugleich Ausdruck eines ungewöhnlich großen Vertrauens in die Leistungsfähigkeit meiner Person. Die Lösung des Problems, um das es hier geht, hat aber zwei verschiedene Bereiche: 1. die Entwicklung der Atombombe selbst und 2. die Entwicklung des Isotopentrennverfahrens im industriellen Maßstab zur Gewinnung der Kernsprengstoffe wie Uran-235. Die Isotopentrennung ist der eigentliche und sehr schwierige Engpass der Entwicklung. Ich schlage deshalb vor, dass allein die Isotopentrennung zur Hauptaufgabe für unser Institut und die deutschen Spezialisten bestimmt wird und dass die hier vor mir sitzenden führenden Kernphysiker der Sowjetunion die Entwicklung der Atombombe als große Tat für ihre eigene Heimat vollbringen.“

Beria nahm diesen Vorschlag an. Jahre später, bei einem Staatsempfang, als Manfred von Ardenne dem sowjetischen **Ministerpräsidenten Chruschtschow** vorgestellt wurde, reagierte dieser spontan: *“Ach, Sie sind der Ardenne, der damals seinen Hals so geschickt aus der Schlinge gezogen hat!”*

Letztlich wurde die industrielle Isotopentrennung zur Hauptaufgabe des Forschungsinstituts von Manfred von Ardenne und seiner Mitarbeiter. Das von ihm entwickelte Verfahren zur Herstellung von bombenfähigem Uran-235 erwies sich aber als zu kompliziert und die von Steenbeck entwickelte Gaszentrifuge trug schließlich zum Bau der ersten sowjetischen Atombombe bei. Von Ardenne sah später seinen Beitrag zur Beschleunigung des atomaren Patts als *“wichtigste Tat, zu der mich der Zufall der Nachkriegsereignisse geführt hatte.“*

SCHWERPUNKTE DER INSTITUTSARBEIT

Manfred von Ardenne leitete seine gleichnamige Forschungseinrichtung von 1955 bis 1990, in der zeitweise etwa 500 Mitarbeiter beschäftigt waren. Diese erlangte als Ursprungsort bedeutender Innovationen internationalen Ruf.

Den Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten bildeten anfangs die Gebiete der **Elektronen-, Ionen-, Kernphysik** und **Übermikroskopie**. Später kamen die Bereiche der **medizinischen Elektronik** und der **biomedizinischen Grundlagenforschung** hinzu. Das Institut betrieb dabei stets Forschung mit hoher Industrienähe. So wurden industrielle Anlagen zum Schmelzen, Schneiden und Beschichten von unterschiedlichen Werkstoffen entwickelt, alle auf der Grundlage der von Manfred von Ardenne und seinen Mitarbeitern entwickelten **Elektronen- und Ionenquellen**.

1960er

MEDIZINISCHE FORSCHUNG

In den 60er Jahren traf sich von Ardenne mehrfach mit dem Nobelpreisträger **Otto Warburg**. Angeregt durch dessen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des aeroben Gärungsstoffwechsels der Krebszellen wendete er sich einem völlig neuen Interessengebiet zu: der Medizin und hier speziell der Krebstherapie. In mehrjähriger Forschung entwickelte der universale Wissenschaftler mit seinen Mitarbeitern die **systemische Krebs-Mehrschritt-Therapie (sKMT)**. Die Therapie geht in bestimmten Schritten und gegebenenfalls im Zusammenwirken mit einer gegen Krebszellen und Metastasen vor. Grundlage ist eine extreme Ganzkörperhyperthermie (Überwärmung),

die mit einer gezielten Übersäuerung des Tumors und einer Sauerstoffzufuhr kombiniert wird. Manfred von Ardenne beschäftigte sich bis zum Ende seines Lebens mit der Krebsforschung.

1970er

SAUERSTOFF-MEHRSCHRITT-THERAPIE

Die ständigen Auseinandersetzungen mit der autoritären Staatspartei und das daraus resultierende unsichere Schicksal des Instituts forderten in den 1970er Jahren ihren Tribut: Manfred von Ardenne wurde plötzlich schwer bettlägerig bei uneingeschränkter Geistesfähigkeit. Die behandelnden Ärzte konnten keine organischen Ursachen feststellen und schätzten seine Lebenserwartung auf zwei Jahre.

Von Ardenne nahm an, dass es sich bei seiner Erkrankung um einen “generalisierten Energiemangel” handelt und kam auf die Idee, mehrmals täglich aus einer Sauerstoff-Druckgasflasche zu inhalieren. Durch seine Untersuchungen zum zellulären Energiestatus im Rahmen der systemischen Krebs-Mehrschritt-Therapie wusste er um die Bedeutung des Sauerstoffs als Agens gegen Schwächezustände und sollte Recht behalten: innerhalb weniger Tage erlangte er seine alte Lebensqualität zurück. Aus dieser Erfahrung heraus entwickelte er das heute weltweit bekannte und verbreitete Naturheilverfahren, die **Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie (SMT)**.

Bis zur deutschen Wiedervereinigung konnte Manfred von Ardenne sein Forschungsinstitut, das in seiner privaten Form innerhalb der sozialistischen Staaten einzigartig war, geschickt vor der Verstaatlichung bewahren und als Unternehmer im Sozialismus überleben.



Konrad Zuse

[Zur Navigation springen](#) [Zur Suche springen](#)



Konrad Zuse (1992)

A handwritten signature of Konrad Zuse in cursive script.

Konrad Ernst Otto Zuse (* [22. Juni 1910](#) in [Deutsch-Wilmersdorf](#), heute zu [Berlin](#); † [18. Dezember 1995](#) in [Hünfeld](#)) war ein deutscher [Bauingenieur](#), [Erfinder](#) und [Unternehmer](#) ([Zuse KG](#)). Mit seiner Entwicklung der [Z3](#) im Jahre 1941 baute Zuse den ersten funktionstüchtigen, vollautomatischen, programmgesteuerten und frei programmierbaren, in [binärer Gleitkommarechnung](#) arbeitenden Rechner und somit den ersten funktionsfähigen [Computer](#) der Welt.

Z1 – ein „mechanisches Gehirn“

→ *Hauptartikel:* [Zuse Z1](#)

Da die statischen Berechnungen im Bauingenieurwesen sehr monoton und mühselig waren, kam Zuse die Idee, diese zu automatisieren. Er kündigte 1935 seine Statiker-Tätigkeit und widmete sich ausschließlich der Umsetzung seiner Pläne,^[12] die er in einem Tagebucheintrag vom Juni 1937 beschreibt: „Seit etwa einem Jahr beschäftige ich mich mit dem Gedanken des mechanischen Gehirns.“ Das Resultat war der 1938 fertiggestellte, elektrisch angetriebene mechanische Rechner [Z1](#). Er arbeitete als erster Rechner mit [binären Zahlen](#) und besaß bereits ein Ein-/Ausgabewerk, ein Rechenwerk, ein Speicherwerk und ein Programmwerk, das die Programme von gelochten Kinofilmstreifen ablas. Die Z1 arbeitete aufgrund von Problemen mit der mechanischen Präzision nie zuverlässig; die mechanischen Schaltwerke klemmten regelmäßig. Von [Charles Babbage](#) – den auch Zuse als „den eigentlichen Vater des Computers“^[13] anerkennt – hat er erst lange nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs erfahren.

Für die Z1 entwickelte Zuse die Methode der computergerechten [Gleitkommazahlen](#) auf der Grundlage von [Mantisse](#) und [Exponent](#). Mit diesem Verfahren berechnet heute

Z1 (computer)



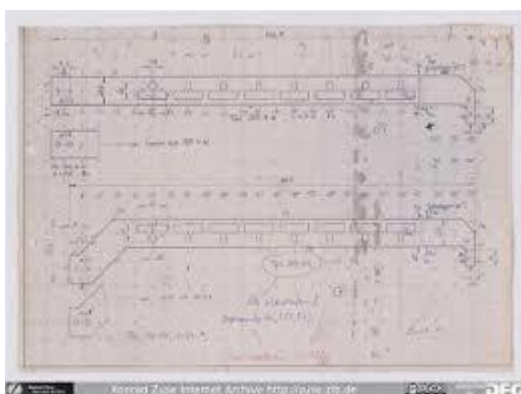
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Zuse_Z1-2.jpg

jeder gängige Computer, vom [Taschenrechner](#) bis zum [Cluster](#), Gleitkommazahlen. Auch die weithin verwendete [IEEE-754](#)-Normierung, d. h. die Festlegung auf ein bestimmtes Gleitkommazahlenformat, ist eine Folge von Zuses Grundlagenarbeit.

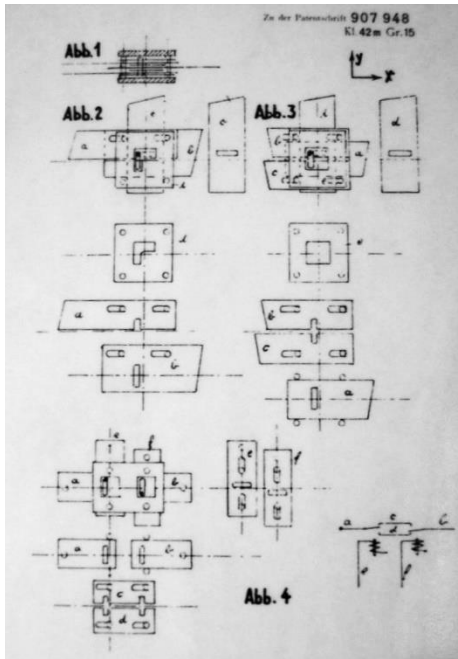
Noch während er an der Z1 arbeitete, übertrug er die mechanische Schaltung in die elektromechanische [Relaistechnik](#). Zuse erprobte sie zunächst nur mit Festkommazahlen an einem Prototyp [Z2](#), den er 1939 fertigstellte. 1940 führte er das Gerät dem technischen Direktor der [Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt](#) [Günther Bock](#) vor, der sich daraufhin bereit erklärte, die Entwicklung der Z3 mitzufinanzieren. ^[14]

Z3 – der erste funktionsfähige Computer der Welt

[Gedenktafel](#) im [TU-Hauptgebäude](#), in [Berlin-Charlottenburg](#)
→ *Hauptartikel*: [Zuse Z3](#)



1941 baute Zuse in den Räumen des Ingenieurbüros, das er inzwischen gegründet hatte, die Z3. Am 12. Mai 1941 stellte Zuse diese von ihm in Zusammenarbeit mit [Helmut Schreyer](#) gebaute Rechenmaschine Z3 vor. Es war ein vollautomatischer, in binärer [Gleitkommarechnung](#) arbeitender Rechner mit Speicher und einer Zentralrecheneinheit aus Telefonrelais. Berechnungen konnten programmiert werden, jedoch waren keine bedingten Sprünge und Programmschleifen möglich. ^[15] Die Z3 gilt heute als erster funktionstüchtiger [Computer](#) der Welt. ^[16]



Eine Notiz Zuses aus dem Jahr 1942 zu möglichen Anwendungsfeldern des Rechners nennt unter dem Stichwort „Verwandtschaftslehre“ die Möglichkeit, „Verwandtschaftsbeziehungen von zwei beliebigen Menschen A, B zu berechnen“. Praktische Bedeutung sah er in der „systematische[n] [Rassenforschung](#), [Ahnenforschung](#) [und als] Unterlage für [die] [Vererbungslehre](#)“. Hierfür sei die „Registrierung von bestimmten charakteristischen, eindeutig bestimmbar Eigenschaften, z. B. Erbkrankheiten (Bluter)“, für „Verwandtschaftsverhältnisse ist eine eindeutige Kurzschrift [?] erforderlich.“^[17]

Das Gerät wurde praktisch zur Berechnung einer komplexen [Matrix](#) eingesetzt, die zur Untersuchung des [Flügelflatterns](#), das zum Absturz zahlreicher Flugzeuge geführt hatte, benötigt wurde. Allerdings

wurde die Z3 nie als „dringlich“ eingestuft und auch nie in den Routinebetrieb übernommen. Nachdem das Original am 21. Dezember 1943 bei einem Bombenangriff zerstört wurde, befindet sich ein funktionsfähiger Nachbau im Deutschen Museum in München. Dieser Nachbau wurde 1962 von der Zuse KG zu Ausstellungszwecken angefertigt.^[18]

Der Rechner war nicht dafür konstruiert, [Turing-vollständig](#) zu sein und wurde auch nie in diesem Sinne benutzt, was auch nicht *sinnvoll* möglich gewesen wäre. Allerdings wies [Raúl Rojas](#) im Jahr 1998 nach, dass er durch das Ausnutzen gewisser Tricks, wie das Aneinanderkleben des Lochstreifens zu einer Schleife, diese Eigenschaft besitzt. Es ist damit der erste tatsächlich gebaute Rechner, der diese Eigenschaft besaß. [Charles Babbages](#) „[Analytical Engine](#)“ wäre ebenfalls Turing-vollständig gewesen, wurde aber nicht fertiggestellt.^[19]

Idee zur Prozesssteuerung

Für die [Henschel-Flugzeug-Werke](#) entwickelte Konrad Zuse die fest programmierten Spezialrechner S1 (1942) und S2 (1943) zur Flügelvermessung der [Henschel-Gleitbombe Hs 293](#). Dabei kam ihm die Idee, das Ablesen der Messuhren zu mechanisieren. Die dafür gebauten Messgeräte waren die ersten [Analog-Digital-Wandler](#). 1944 verwirklichte Zuse in einem ausgelagerten Werk der Henschel-Flugzeug-Werke in [Warnsdorf](#) im Sudetenland die erste [Prozesssteuerung](#) per Computer.^[20]

Z4 – Grundlage einer deutschen Computerindustrie

→ Hauptartikel: [Zuse Z4](#)

Auch die Weiterentwicklung der Z3 wurde von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt gefördert. Es handelte sich auch bei dieser Entwicklung um einen aus Relais aufgebauten elektromechanischen Rechner. Bis dahin waren sämtliche Rechner aus der Zuse-Produktion mit dem Anfangsbuchstaben Z wie „Zuse“ benannt worden. Ein

Mitarbeiter kam auf die Idee, die modifizierte Z3 fortan als V4 zu bezeichnen, um damit zu suggerieren, es handle sich wie die [V1](#) und [V2](#) um [Vergeltungswaffen](#). Unter dieser Tarnung war es möglich, den Rechner gegen Kriegsende, im März 1945, von Berlin nach Göttingen zu transportieren. Dort wurde er in der [Aerodynamischen Versuchsanstalt](#) des [KWI für Strömungsforschung](#) fertiggestellt. Während diesen Arbeiten bekam Zuse auch das Konzentrationslager [Mittelbau-Dora](#) und die Arbeitsbedingungen der Zwangsarbeiter zu sehen.^[21] Kurz vor Kriegsende gelang ihm und seinem Team, sich der Gruppe [Wernher von Brauns](#) anzuschließen, die nach Bayern flüchtete. Dabei wurde auch die Z4 mitgenommen, die für den Transport auseinandergebaut wurde.

Nach mehreren Zwischenstationen Richtung Bayern setzte sich Zuse mit seinen Wissenschaftlern in [Hinterstein](#) im Allgäu nieder. Nach Kriegsende baute Zuse die Z4, die zuvor in einem Mehllager einer Bäckerei in [Hopferau](#) bei Füssen gelagert wurde, wieder auf. In den nächsten Monaten verdiente sich Zuse zunächst Geld mit dem Malen von Gämsen in Öl, welche er an US-amerikanische Touristen verkaufte. Auch unterstützte er ortsansässige Bauern bei der Abrechnung ihrer Milcherträge, was als erste digitale Dienstleistung in Deutschland bezeichnet wird.^{[22][23]}

Dass Zuse immer noch im Besitz der Z4 war, war in der weltweiten Forschung bekannt. So interessierte sich die [IBM](#) für einen Erwerb der Schutzrechte, um ihre eigenen Produkte weiterzuentwickeln.^[24] Mit der Zürcher [Remington Rand](#) kam eine Kooperation für programmgesteuerte Rechenlocher zustande. 1949 reiste Professor [Eduard Stiefel](#) von der [ETH Zürich](#) in das Allgäu, um Zuse zu treffen und sich die Eignung der Z4 für Forschungen an der Universität demonstrieren zu lassen. Stiefel zeigte sich begeistert und einigte sich mit Zuse über einen Mietvertrag zur Nutzung der Z4. Mit diesen finanziellen Mitteln war Zuse noch im selben Jahr im Stande, die [Zuse KG](#) zu gründen. Als 1950 die Z4 nach Zürich gebracht und an der ETH eingesetzt wurde, war sie zu diesem Zeitpunkt der einzige funktionierende Computer in Mitteleuropa und der erste kommerzielle Computer weltweit. Sie wurde einige Monate früher als die amerikanische [UNIVAC](#) installiert. In Schweden gab es mit der Bark 1950 eine ähnliche stecktafelgesteuerte Maschine.

Die Z4 war von 1950 bis 1955 an der ETH Zürich in Betrieb. Aus Anlass des 100. Geburtstages von Konrad Zuse veröffentlichte die ETH Zürich eine Festschrift, die die Nutzung des Relaisrechners Z4 in Zürich ausführlich beschreibt, u. a. mit einem eingehenden Zeitzeugenbericht von Prof. Urs Hochstrasser, einer Liste des damaligen Institutpersonals und der noch lebenden Zeitzeugen sowie einer Übersicht über die 55 Aufträge und mathematischen Untersuchungen, die in den fünf Jahren mit der Z4 an der ETH Zürich durchgeführt wurden.^[25] Beschrieben wird auch der Rechenlocher M9 (=Z9), den die Zuse KG als Folgeauftrag für die Schweizer Remington Rand entwickelt und in Serie gebaut hat. Die M9 wurde in seitens der ETH für Verwaltung, Industrie und Forschung verwendet. Die Erfahrungen mit der Z4 erleichterten Stiefel auch den Eigenbau des Röhrenrechners [ERMETH](#) (elektronische Rechenmaschine der ETH).

1955 verkaufte Zuse den Rechner an das französische Rüstungsforschungsinstitut [ISL](#), wo er bis 1959 überwiegend in der Forschung für ballistische Zwecke eingesetzt wurde. 1960 erwarb die Zuse AG den Rechner zurück.

„Plankalkül“ – eine höhere Programmiersprache

→ Hauptartikel: [Plankalkül](#)

1937 entdeckte Zuse während der Arbeiten an seinem ersten Computer den [Aussagenkalkül](#) neu. Während der Arbeit an der Z4 erkannte er, dass die Programmierung in [Maschinensprache](#) zu aufwändig war und deswegen eine höhere Programmiersprache nötig wäre. Zunächst dachte er, dass [Esperanto](#) dies leisten könnte. In den Jahren 1942/46, als Zuse durch die Kriegsereignisse nicht praktisch arbeiten konnte, entwarf er den „[Plankalkül](#)“, konnte ihn aber nicht veröffentlichen. An der Ludwig-Maximilians-Universität München konnte Zuse im Wintersemester 1948/49 in den Logik-Kolloquien von [Wilhelm Britzelmayr](#) über seine angewandte Logik vortragen. Die Idee zu höheren Programmiersprachen wurde erst zehn Jahre später wieder aufgegriffen, als Sprachen wie [Fortran](#), [Algol](#) und [Cobol](#) entworfen wurden.^[26] Der „Plankalkül“ wäre universeller als diese Sprachen gewesen, ist aber erst im Jahr 1975 im Rahmen einer Dissertation von Joachim Hohmann [implementiert](#) worden.^[27]

Scheitern des Patentanspruchs

Zuse hatte schon vor dem Krieg mehrere Patente angemeldet. Am wichtigsten war jedoch eine Patentanmeldung von 1941, in der er die Z3 beschrieb. Die deutschen Prüfer hatten gegen Zuses Ansprüche keine Einwände, und das Patent wurde 1952 bekanntgemacht. Dagegen erhoben [Triumph](#), später auch [IBM](#) Einspruch. Der Prozess zog sich durch sämtliche Instanzen, bis das [Bundespategericht](#) 1967 zur endgültigen Entscheidung kam, dass dem Erfinder des Computers „mangels Erfindungshöhe“ kein Patent erteilt werden könne.^{[28][29]} Auf die Idee, die Prozesssteuerung zu patentieren, kam Zuse nicht. Zuse tätigte insgesamt 58 Patentanmeldungen, aber nur acht Patente wurden erteilt.^[2]