Universität Stuttgart

Bit-Archäologie

25 Jahre Computermuseum der Informatik

Fotografien von Frank Wiatrowski
Texte von Klemens Krause

Nach Wilhelm Busch:
Eins, zwei, drei! Im Sauseschritt,
läuft die Zeit; wir laufen mit

... und schon ist das Computermuseum 25 Jahre alt!

Viele große, kleine und kleinste Sammlungsstücke fanden in den letzten 25 Jahren ihren Weg ins Computermuseum. Der Fotograf Frank Wiatrowski hat neun davon „ins Licht“ gerückt und erstaunliche Detailbilder aufgenommen.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen mit diesen Impressionen aus dem Computermuseum und laden Sie ein, das Museum zu besuchen und die Maschinen in Aktion zu sehen. Auf unserem YouTube-Kanal finden Sie auch Videos zu den hier vorgestellten Sammlungsstücken. Besonders bedanken möchten wir uns für die Unterstützung des Informatik-Forum Stuttgart e. V., des Fachbereichs Informatik und von Prof. Dr. Dirk Pflüger.

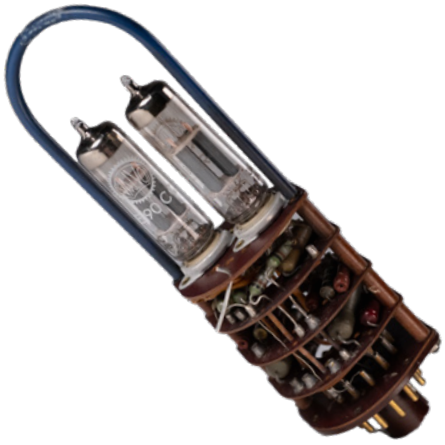
Das Team des Computermuseums
Klemens Krause, Christian Corti, Ralph Braun,
Luca Moczko und Katja Stefanie Engstler

Moderne Archäologie

Die Informatik ist eine sehr junge Disziplin. Jüngst feierte unser Fachbereich Informatik an der Universität Stuttgart seinen fünfzigsten Geburtstag, und selbst der Begriff „Informatik“ hat nur gut 15 Jahre mehr auf dem Buckel. In diesem Kontext klingt es überraschend, das Wort „Archäologie“ überhaupt zu bemühen. Und dennoch zeugt das Computermuseum der Universität Stuttgart genau davon, denn der Verfall von Rechenmaschinen und Computern ist rasch. Deshalb ist unser Bit-Archäologenteam um Klemens Krause und Christian Corti seit gut 25 Jahren unermüdlich dabei, verloren geglaubte Zeitzeugen zu rekonstruieren und wieder erlebbar zu machen.

Diese Broschüre gibt einen Einblick in eine der weltweit größten Sammlungen lauffähiger Computer und Rechenmaschinen. Allen Beteiligten möchte ich im Namen des Fachbereichs Informatik für den großartigen Einsatz danken!

Prof. Dr. Dirk Pflüger



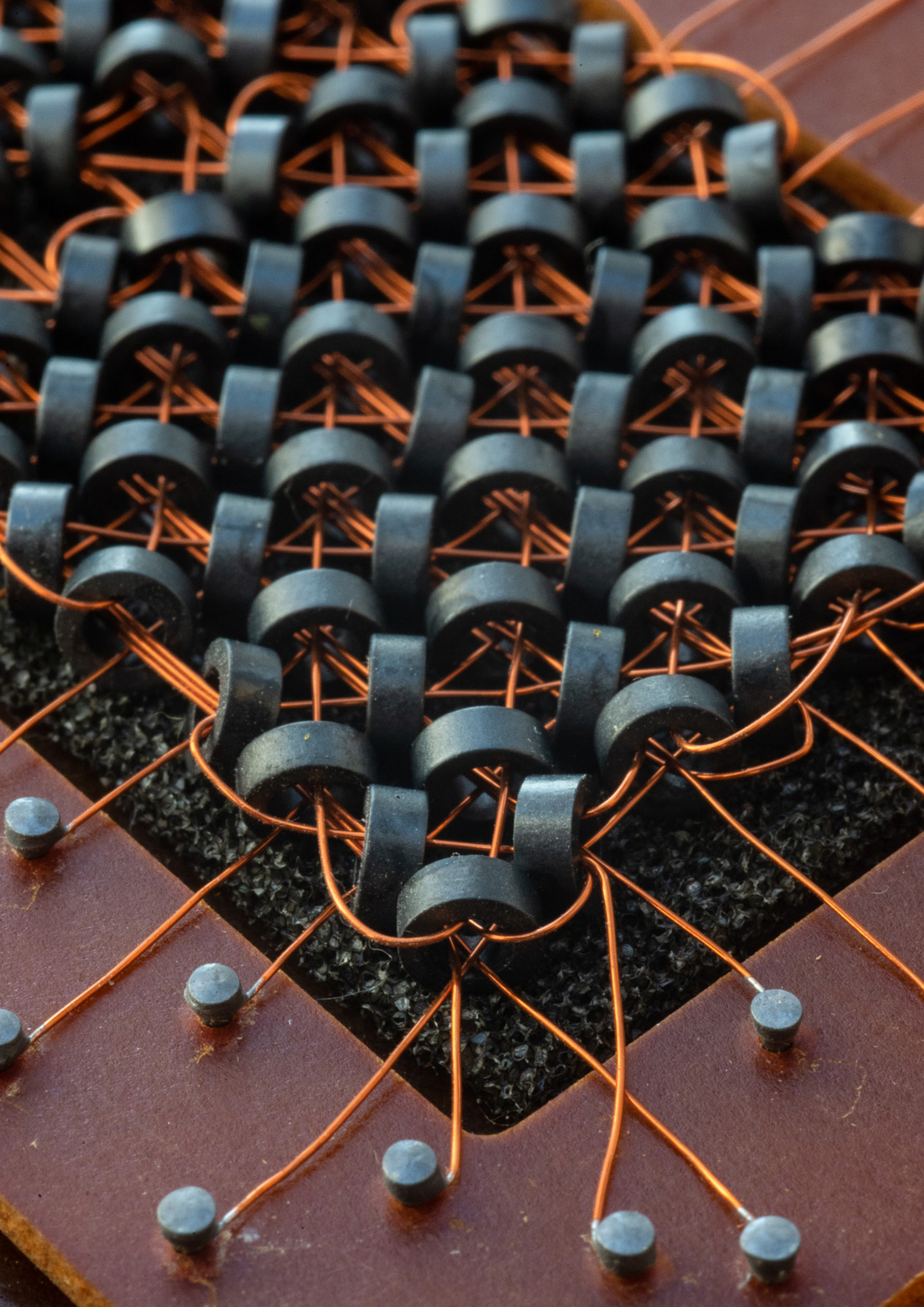
Ein von Konrad Zuse signiertes Röhrenmodul. Nach seinem Vortrag „Kann der Mensch denken?“, gehalten im Jahr 1992 am damaligen Institut für Informatik, hat Konrad Zuse dieses Modul aus einer Z 22 mit einem Folienschreiber signiert.

Kernspeicher

Vier stilisierte Magnetkerne bilden das Logo des Computermuseums. Der Magnetkernspeicher ist heute noch in jedem Computer wenigstens sprachlich präsent. Das falsch gebrauchte Wort RAM für den Arbeitsspeicher bezeichnet eigentlich einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff. Die englische Abkürzung bedeutet „Random Access Memory". Er war das Gegenstück zu den bei frühen Computern oft benutzten Magnettrommel- und Laufzeitspeichern. Bei diesen steht nicht jede Speicherzelle jederzeit zur Verfügung, sondern man muss abwarten, bis das gewünschte Wort ungünstigstenfalls nach einer vollen Trommelumdrehung am Leseverstärker erscheint. Dies musste der Programmierer bei der Vergabe der Speicheradressen berücksichtigen, um das Programm möglichst schnell zu machen - zu optimalisieren - wie der Fachbegriff heißt.

Bei den Core-Memories - sie wurden wegen der Farbe und der ursprünglichen Größe der einzelnen Magnetkerne so benannt, Core ist im Englischen der Apfelkern - war das nicht mehr nötig. Jedes Wort ist gleich schnell erreichbar. Jeder Kern kann genau ein Bit speichern. Die Adressierung und das Lesen und Schreiben erfolgt durch die Überlagerung von Stromimpulsen, die durch verschiedene, durch jeden Kern geführte Drähte fließen. Im Bild sind das bei jedem Kern 5 Drähte. Die Bits werden durch die Magnetisierungsrichtung der Kerne, „links herum" oder „rechts herum" gespeichert und behalten ihre Information über das Ausschalten des Computers hinweg, so dass Computer mit Magnetkernspeicher nach dem Einschalten nicht „booten" müssen, sondern sofort betriebsbereit sind. Sie benötigen daher auch kein ROM (Read Only Memory).

Magnetkernspeicher aus einem Olympia Tischrechner RAE4/30-1
Diese Tischrechner wurden bis zum Beginn der 1970er Jahre hergestellt, mit Germanium-Transistoren und Magnetkernspeicher, als andere Hersteller bereits hochintegrierte Schaltungen und Mikroprozessoren einsetzten.



LGP-30

Der LGP-30 ist eine Konstruktion aus dem Jahr 1956. Es ist ein Magnettrommelrechner der ersten Generation, mit Hochvakuumröhren und dürfte der älteste noch im regelmäßigen Einsatz befindliche Computer in Deutschland sein. Wir erhielten ihn im Jahr 1999, konnten ihn zu Beginn des Jahres 2000 funktionsfähig machen und seit dieser Zeit führt er fast jede Woche einmal brav seinen Demoprogrammlauf durch.

Dieser Computer gehört zu den sehr frühen Personal-Computern. Das bedeutet, ein Wissenschaftler oder Ingenieur konnte direkt an diesem Computer sitzen und programmieren oder rechnen, ohne dass eine Lochkartenabteilung und die Operateure eines Rechenzentrums dazwischen geschaltet waren.

Der LGP-30 ist eine echte von-Neumann-Maschine, auf der aus diesem Grund auch ein Compiler laufen kann, der den Code der Programmiersprache „ACT-V“ (Algebraic Compiler and Translator) in die Maschinensprache übersetzt.

ACT-V ist eine Sprache etwa auf dem Level von FORTRAN 2: Ein Wissenschaftler oder Ingenieur kann eine mathematische Formel niederschreiben, sie mit Hilfe einer Schleifenkonstruktion mit verschiedenen Parametern rechnen lassen und Parameter einlesen und Ergebnisse ausgeben lassen. ACT-V stellt Floatingpoint-Arithmetik, sowie die wichtigsten höheren Funktionen sin, cos, tan, log etc. zur Verfügung.

Der Speicherumfang des Rechners ist 4096 Worte zu 31 Bit, was für 6-stellige Genauigkeit ausreicht, die Rechengeschwindigkeit ist 100 bis 400 Maschinenbefehle pro Sekunde.

LGP-30, unser Ältester.
Baujahr 1959
Ursprünglich kostete er über 200.000,- D-Mark, zu einer Zeit als ein VW-Käfer 3.300,- D-Mark kostete und ein technischer Angestellter 700,- D-Mark monatlich verdienste (bei 48 Stunden Arbeitszeit in der Woche). Und dennoch galt dieser Preis damals als sehr günstig.

RECHNET
BEREIT
ETRIEB
PAUSE
EINGABE
VON HAND
EIN
AUSFÜHREN
BEFEHL
EINGEBEN
EINGABE

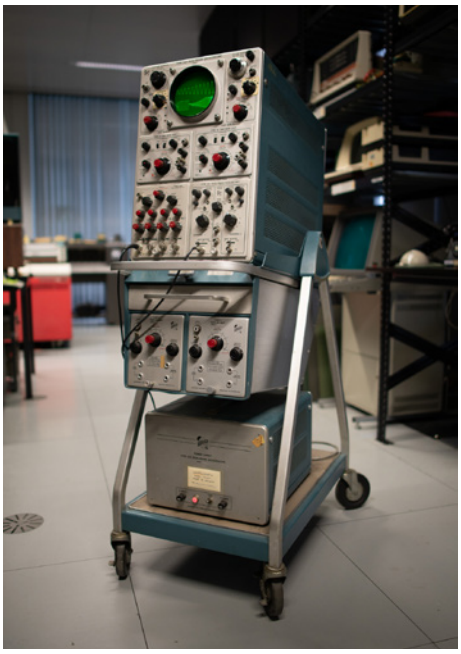
Tektronix 555

Das Tektronix 555 ist unser größtes und leistungsfähigstes Oszilloskop. Auf Bildern von Rechenzentren aus den 1950er und 1960er Jahren sieht man fast immer solche Tektronix-Oszilloskope auf den sogenannten Tek-carts. Das sind passende Transportwagen mit denen man das Oszilloskop an den zu reparierenden Computer heranfahren kann, da die Computer selbst ja zu groß und zu schwer waren, um sie einfach für die Reparatur auf eine Werkbank legen zu können.

Da das Tek 555 sehr umfangreich ist und mit über 100 Röhren praktisch genauso viele Röhren wie der LGP-30 besitzt, muss das Netzteil in einem externen Kasten auf der untersten Ebene des Tek-carts untergebracht werden.

Unterhalb des Oszilloskops befindet sich noch eine Schublade zur Aufnahme von Tastköpfen und sonstigem Zubehör und darunter noch zwei Fächer für die Aufnahme von Messeinschüben. Durch das Austauschen dieser Einschübe kann man das Grundgerät an verschiedene Messprobleme anpassen.

Das Gerät ist noch weitgehend mit Röhren aufgebaut, darunter auch Nuvistoren. In einigen Eingangsstufen werden aber bereits Transistoren eingesetzt.



Tektronix 555
Baujahr 1964

Electronic
TUBE
IN U.S

Röhrenprüfgerät RPG4/3

Um unsere Maschinen im Museum warten und reparieren zu können, werden natürlich passende Messgeräte, wie z. B. dieses Röhrenprüfgerät benötigt. Dieser Gerätetyp wurde etwa ab dem Jahr 1944 gebaut. Da nach dem 2. Weltkrieg ein ungeheurer Aufschwung bei der Entwicklung der Elektronenröhren begann, wurde das Gerät immer wieder erweitert, z. B. durch den nachträglichen Einbau neuerer Röhrenfassungen mit anderer Geometrie.

Die Anpassung des Gerätes an die Parameter der Röhren wird ermöglicht durch die Prüflochkarten: Die Karte für eine bestimmte Röhrentype wird auf das Programmierfeld des Gerätes aufgelegt, durch die in der Karte befindlichen vorgestanzten Löcher werden Stifte gesteckt, die dann die einzelnen Kontakte der Röhrenfassung mit den entsprechenden Spannungsquellen und dem Messinstrument verbinden. Durch langsames Drehen des Schalters rechts unten am Gerät wird dann das Prüfprogramm für die Röhre durchgeführt.

Im Koffer des Gerätes selbst befindet sich ein Kartensatz für etwa 1000 verschiedene Röhrentypen, in einem externen Holzkasten befinden sich Karten für weitere, nach dem Bau des Gerätes hinzugekommene Röhren.

Röhrenprüfgerät RPG4/3

Vor jeder Prüfung muß
Schalter auf 0 stehen.
Elektrodenfehler
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Aus

Anita Mark 8
A New **I**nspiration **T**o **A**rithmetic

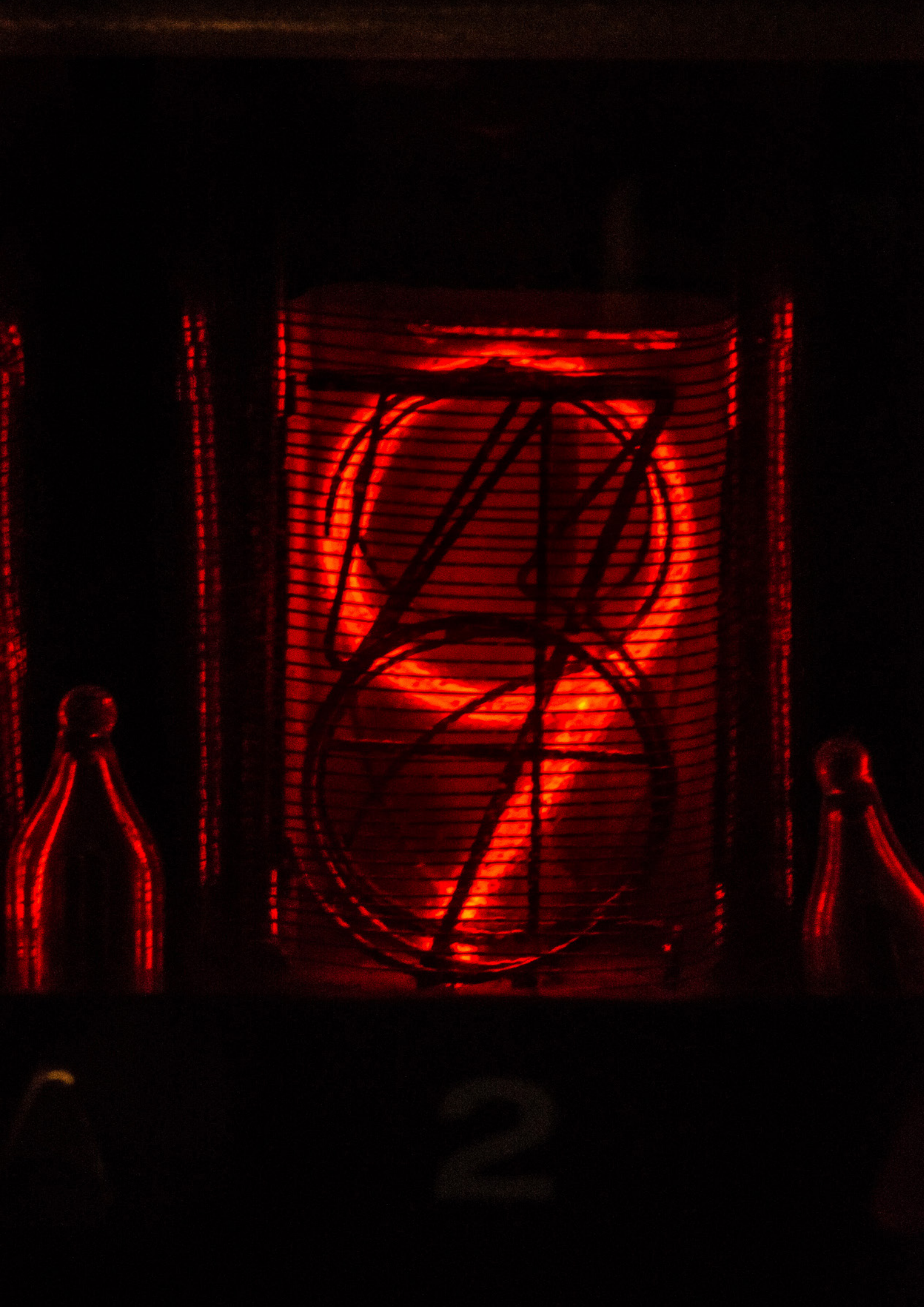
Die Anita Mark 8 gilt als der erste elektronische Tischrechner der Welt. Die Maschine kostete als sie 1961 auf den Markt kam 4.700,- D-Mark, so viel wie ein VW Käfer und ungefähr doppelt so viel wie eine gleichwertige mechanische Rechenmaschine.

Im Rechenwerk ist sie noch nicht mit Transistoren aufgebaut, sondern mit 11 Hochvakuum-Röhren, wie sie damals in Radioapparaten verwendet wurden und 177 gasgefüllten Kaltkathodenröhren. Bei den Logikgattern wurden keine Halbleiterdioden, sondern Selen-Gleichrichter eingesetzt. Die Anzeige erfolgt mit sogenannten Nixie-Röhren, die physikalisch wie Glimmröhren mit ionisiertem verdünntem Neongas arbeiten.

Die Tastatur ist abgeleitet von den mechanischen Vorgängern, den Comptometern. Deren spezielle Volltastatur erlaubt es, mehrere Tasten gleichzeitig, wie einen Akkord anzuschlagen, was in sogenannten „Comptometer-Schools“ trainiert wurde, um möglichst effizient möglichst viele Additionen pro Zeiteinheit durchführen zu können. Auch bei der Anita ist es möglich, mehrere Tasten gleichzeitig anzuschlagen.

Zusätzlich kann die Anita auch dividieren und über eine Multiplikationswahltastatur multiplizieren. Negative Zahlen werden, wie bei den meisten mechanischen Rechenmaschinen auch, im Dezimalkomplement dargestellt.

Anita Mark 8
Bei ihrer Markteinführung war sie bereits technisch veraltet, denn es gab zu der Zeit schon Transistoren.



Lochkarten

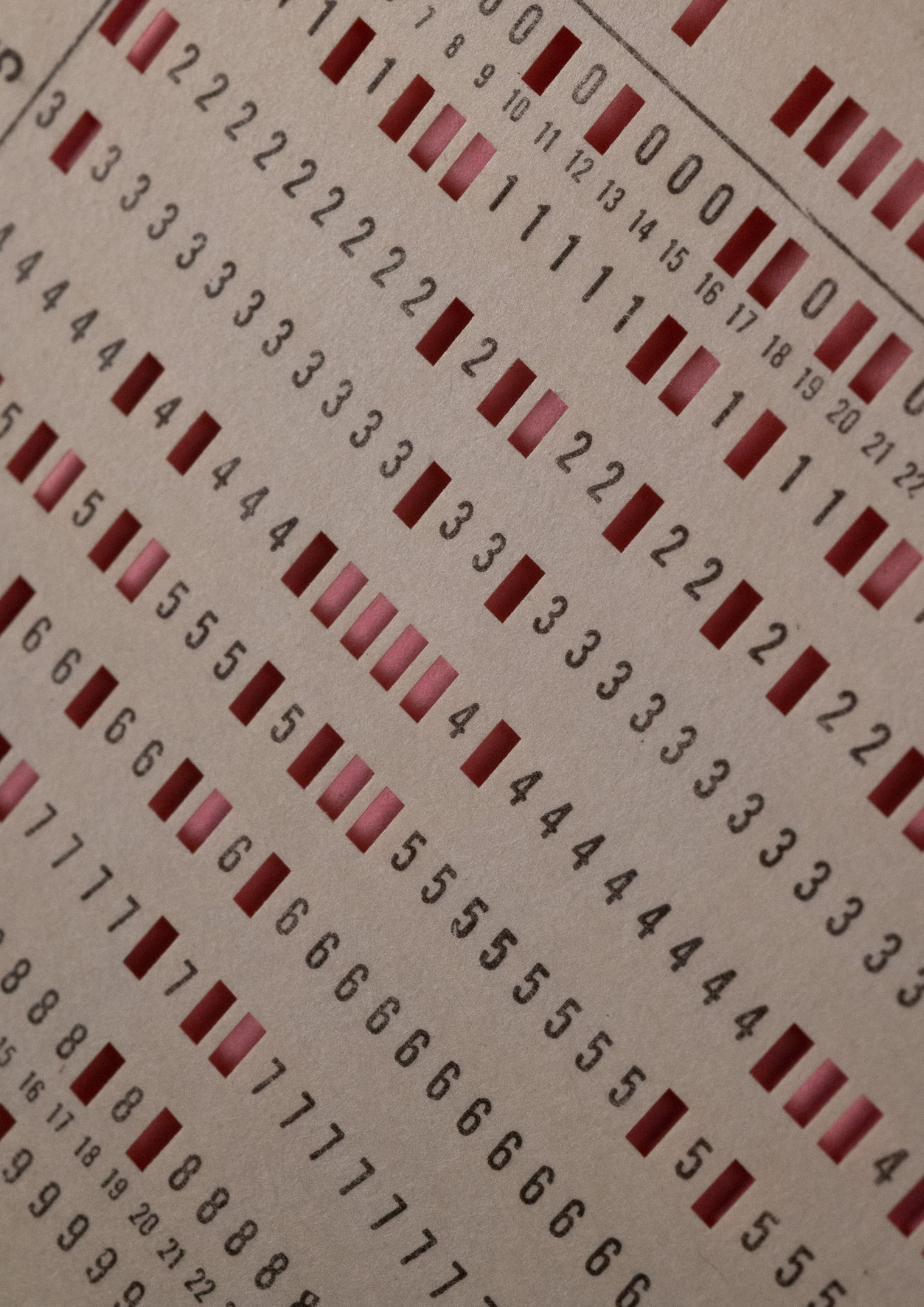
Lochkarten waren bis ins zweite Drittel des 20. Jahrhunderts beinahe die wichtigsten externen Datenträger in der automatischen Datenverarbeitung. Ihr erster breiter Einsatz begann bereits im 18. Jahrhundert bei den Webstühlen von Basile Bouchon (1725), Jean-Baptiste Falcon (1728), Jacques de Vaucanson und dann schließlich beim vollautomatischen Webstuhl von Joseph-Marie Jacquard im Jahre 1805. Weiter wurden Lochkarten von Hermann Hollerith bei der Datenerfassung für statistische Untersuchungen, z. B. der 11. amerikanischen Volkszählung im Jahr 1890 eingesetzt. Hieraus wurde das Hollerith-Lochkartenverfahren mit seinen Spezialmaschinen - den Sortierern, den Tabelliermaschinen, Kartenmischern und anderen - entwickelt. Mit denen ließen sich Lagerverwaltung, Lohnbuchhaltung, Versandverwaltung und Fakturierung sehr effizient durchführen.

Das Lochkartenverfahren bietet eine Reihe von Vorteilen, bzw. Möglichkeiten. So ist eine dezentrale Datenerfassung möglich. Hierzu gab es mechanische Handlocher, die noch nicht einmal Strom benötigen. Die einzelnen Datensätze, die die Lochkarten bilden, können effizient sortiert, zusammengemischt und wieder getrennt werden. Das ist z. B. bei der Programmiersprache FORTRAN von Vorteil, weil fehlgelochte Programmzeilen durch Tausch der betreffenden Lochkarte einfach korrigiert werden können. Elektronische Texteditoren gab es zu der Zeit ja noch nicht.

Aus Hollerithes Tabulating Machine Company ging schließlich die IBM hervor, deren Lochkarten für die meisten Menschen das Bild „der“ Lochkarte bestimmen.

Im Umfeld der Lochkartentechnik gab es eine große Zahl an Hilfsgeräten, wie z. B. die hier abgebildete Kartenlehre mit IBM-Logo.

Lochkarte und Lochkartenlehre
Mit dieser Lehre kann die Höhe eines Kartenstapels gemessen werden. Die Skala ist so geeicht, dass direkt die Zahl der im Stapel befindlichen Lochkarten abgelesen werden kann.
Jede IBM-Lochkarte ist genau 0,197 mm dick.



Curta 1

Die Curta 1 ist die kleinste je gebaute 4-Spezies-Staffelwalzenrechenmaschine. Davon wurden von 1948 bis 1972 80.000 Exemplare gebaut. Ihre größere Schwester, die Curta 2, wurde etwa 60.000 mal gebaut. Die Maschinen konnten in passenden verschraubbaren Dosen von den Geodäten, bei denen sie sehr beliebt waren, mit ins Feld genommen werden.

Äußerlich sieht die Curta wie eine stark verkleinerte Reimplementation der Philipp-Matthäus Hahn'schen Maschine aus. Der fundamentale technische Unterschied zur Hahn-Maschine besteht jedoch darin, dass diese an jedem Einstellschieber eine eigene Staffelwalze hat, die von einem umlaufenden Zahnsegment angetrieben wird. Wohingegen die Curta eine zentrale Staffelwalze besitzt, die die Abtriebszahnräder an den Einstellschiebern antreibt.

Eine weitere Besonderheit dieser zentralen Staffelwalze ist, dass es sich dabei de facto um zwei ineinander verschachtelte komplementäre Staffelwalzen handelt. Es liegt immer eine Teilstaffel mit „positiver" Zahnzahl und direkt daneben eine Teilstaffel mit der dazu komplementären „negativen" Zahnzahl nebeneinander. Dadurch wird die bei Staffelwalzenmaschinen, mit Ausnahme der Leibniz-Maschine, notwendige Umschaltung der Maschine zwischen Addition und Subtraktion sehr einfach: Es ist lediglich die Abtriebskurbel um ca. 1mm herauszuziehen, um von Addition und Subtraktion umzuschalten, was bei der Division die Handhabung sehr vereinfacht.

Als 1970 die ersten elektronischen Taschenrechner für 2000,- D-Mark auf den Markt kamen, kostete die Curta weniger als ein Viertel, nämlich 425,- D-Mark.

Die Curta 1 und ihr Innenleben
Die Curta 1 hat eine Stellenzahl von 8x11x6,
die Curta 2 hat eine Stellenzahl von 11x15x8.
(Eingabe x Akkumulator x Umdrehungszähler)

PDP-12

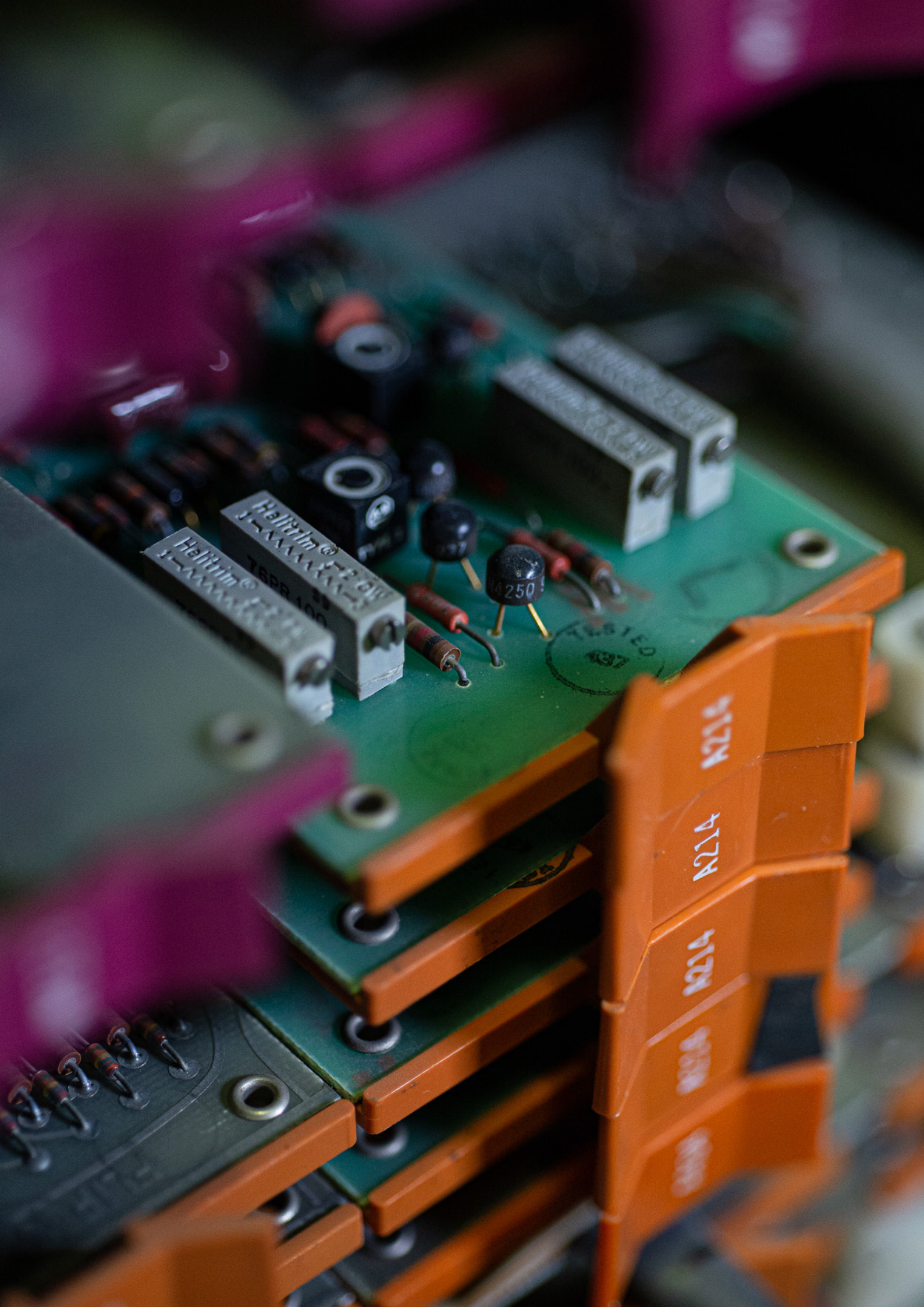
Der PDP-12 hat eine sehr spezielle Architektur. Er kann wahlweise den Befehlssatz des PDP-8 und den des LINC-Computers ausführen. Der LINC (**L**aboratory **IN**struments **C**omputer) ist eine ältere Konstruktion, etwa von 1961/1962. Er besitzt eine Reihe von analogen Ein- und Ausgaben, sowie Relaisausgaben und digitale Eingaben und war als spezieller Prozessrechner in Laborumgebungen konzipiert. Zudem besitzt er eine für die damalige Zeit sehr hochauflösende Graphikausgabe über eine Kathodenstrahlröhre.

Bemerkenswerterweise wurde das LINC-Design in die Public Domain gestellt, d.h. jeder der wollte, konnte eine solche Maschine nachbauen ohne Lizenzgebühren zahlen zu müssen.

Diese Architektur wurde von der Firma Digital Equipment mit der neueren Architektur des PDP-8 vereint, so dass dem Benutzer die Vorteile beider Architekturen zur Verfügungen stehen: Die gute Laborperipherie mit dem recht archaischen Befehlssatz des LINC und die modernere und leistungsfähigere Architektur des PDP-8. Die verwendete Halbleitertechnologie ist die des PDP-8/I, des ersten PDP-8, der mit MSI-TTL-ICs aufgebaut ist.

Unser Exemplar wurde uns 2021 vom Institut für Astrophysik der Universität Wien geschenkt. Der Rechner hatte dort einen PDS Photoplattenscanner gesteuert und diente der Ausbildung von Studierenden.

PDP-12, ein Zwitter,
bestehend aus PDP-8 und LINC.
Er hält mit seinem Frontpanel mit 50 Schaltern und 123 Lämpchen den Rekord im Museum. Wiederholt wurde er von weiblichen Museumsbesuchern als bemerkenswert schön apostrophiert.


Helitrim
Helitrim
A214
A214
A214

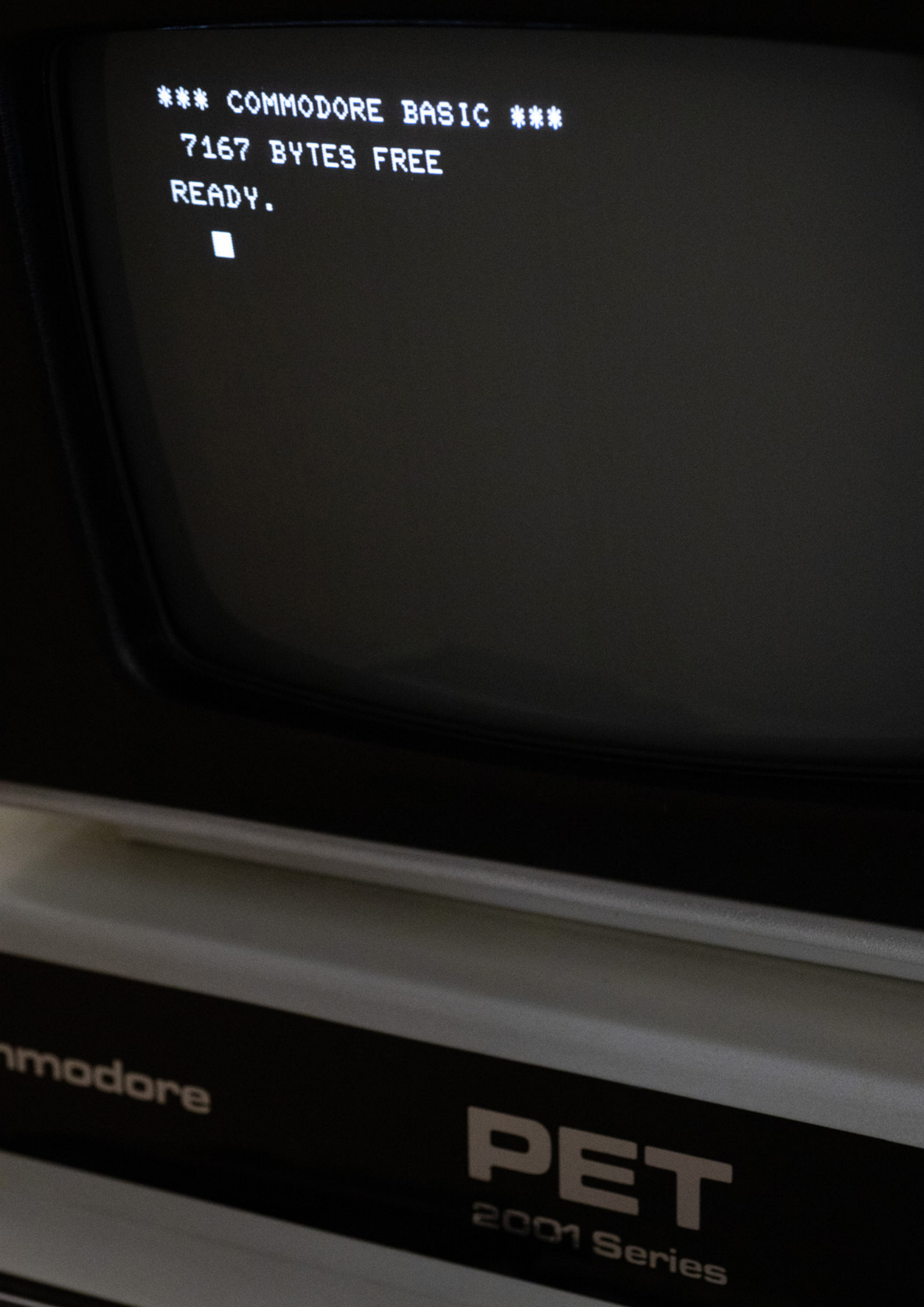
PET 2001

Der PET 2001 kam 1977 auf den Markt und kostete in Deutschland etwa 2.000,- D-Mark. Er war der erste Heim-Computer der out-of-the-box funktionsfähig war. Bei anderen etwas früheren Heimcomputern wie dem Apple I oder den S-100-Bus-Computern (Altair oder IMSAI) musste noch eine Tastatur und ein Fernsehgerät oder ein E/A-Terminal, z. B. eine Teletype ASR 33 beigesteuert werden.

Der Schreib-Lesespeicher des PET war anfangs 4K groß, später dann 8K, ein Microsoft-BASIC befindet sich im ROM. Als externes Speichermedium ist ein Kassettenrecorder neben der Tastatur eingebaut. Ein zweiter Recorder kann zusätzlich angeschlossen werden. Um Platz für den eingebauten Recorder zu haben, besitzt der PET eine merkwürdige, gewöhnungsbedürftige und nicht sehr zuverlässige Tastatur, die zügiges Arbeiten nicht zulässt.

Der PET ist kein „Personal Computer“ für professionelle Anwendungen, sondern ein „Home Computer“ zum Üben und Herumspielen. Personal Computer gab es damals schon lange bevor die IBM diesen Begriff für sich besetzte. Das waren Computer wie der LGP-30 oder die diversen PDP-8 Varianten, die aber alle mit Teletype oder später mit ASCII-Terminals zu betreiben waren.

PET 2001, der erste all-in-one-Computer
Tastatur, Bildschirm, Massenspeicher:
alles für 2.000,- D-Mark


*** COMMODORE BASIC ***
7167 BYTES FREE
READY.
mmodore
PET
2001 Series

PROCESSOR STATES
E
E2
INT
WC
TAPE STATES
C
T
IP
MULTIPLIER QUOTIENT
ACCUMULATOR
MEMORY BUFFER
RIGHT SWITCHES
6
5
4
3

Virtuelle Veranstaltungsreihe
„Abends im Computermuseum“

Unsere virtuelle Veranstaltungsreihe zeigt monatlich einzelne Sammlungsstücke im Detail, Entwicklungsreihen oder neue Projekte des Museumsteams. Der Abend wird live gestreamt und ist als Videomitschnitt auf unserem Youtube-Kanal zu finden.

Besondere Kooperationen

Theo Lutz: Stochastische Texte - Vom Freiburger Code zum Stuttgarter Code.
in Zusammenarbeit mit dem Institut für Literaturwissenschaft und dem Deutschen Literaturarchiv Marbach

Restaurierung Mechanischer Computer Z1
in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Technikmuseum Berlin

Kunststoffe in der Elektrotechnik
in Zusammenarbeit mit Prof. Christian Bonten vom Institut für Kunststofftechnik

Ausstellung „AUF DEN ZWEITEN BLICK“
in Zusammenarbeit mit dem Sammlungsnetzwerk der Universität Stuttgart

Bereitstellung von Requisiten für Film- und Medienproduktionen

Webseite

YouTube

Auf unserem YouTube-Kanal finden Sie auch Videos zu den hier vorgestellten Sammlungsstücken.

Das Computermuseum wird unterstützt von

Impressum:

Bit-Archäologie - 25 Jahre Computermuseum
Ausgabe November 2022

Computermuseum der Informatik
der Universität Stuttgart
Universitätsstr. 38
70569 Stuttgart-Vaihingen

Texte: Klemens Krause
Fotos: Frank Wiatrowski
Konzept, Redaktion und Gestaltung:
Katja Stefanie Engstler, Frank Wiatrowski

Mail: cm@informatik.uni-stuttgart.de
Homepage: computermuseum-stuttgart.de

Das Foto auf dem Umschlag zeigt die Anzeige des Tischrechners Anita Mark 8 mit Nixieröhren

Computermuseum
der Informatik
an der Universität Stuttgart