



Dr. Wolfgang Stieler

# Röhren-Logik und Trommelspeicher

In Karlsruhe läuft noch eine Z22 von Zuse

Er läuft und läuft und läuft. In Karlsruhe haben zwei Enthusiasten einen Röhrenrechner der Zuse KG betriebsbereit gehalten. Die Zukunft der historischen Maschine ist allerdings ungewiss.

Karlsruhe, Moltkestraße 30. Das Gebäude der Fachhochschule ist ein typischer Universitäts-Neubau im Stil der siebziger Jahre: Beton und Glas, überwiegend grau, ein bisschen blau, ab und an ein wenig dezente, dunkle Holzvertäfelung. Auch der Keller atmet die typische Universitätsatmosphäre: An der Wand hängen Listen mit den Prüfungsergebnissen von Studenten. Die Tür zum Raum U03 ist sorgfältig mit 'Prozessrechnerlabor' beschriftet.

Wer die Tür öffnet, glaubt sich in eine andere Zeit versetzt. Der 33 Quadratmeter große Raum wird fast vollständig ausgefüllt von einem gut mannshohen, grau lackierten Stahlschrank. Weiter hinten links steht das Kontrollpult: Ein

massiver, mit Kunststoff beschichteter Schreibtisch, auf dem eine – für Angehörige der PC-Generation sehr merkwürdig anmutende – Tastatur thronet. Die dicken Knöpfe, die an die Auswahltasten alter Juke-Boxen erinnern, sind mit kryptischen Abkürzungen beschriftet – in der jeweils darüberliegenden Reihe markieren dunkelorange flackernde Glimmlämpchen den Status der Taste. Rechts unten – da wo man normalerweise eine Schreibtischschublade vermuten würde – steht eine merkwürdige Kreuzung aus Filmprojektor und historischem Telegraphenapparat: ein Lochstreifenlesegerät von Siemens.

In die Türen des langen Schanks sind Glasscheiben eingesetzt worden. Hinter diesen Scheiben kann der Besucher Batterien von Röhren bestaunen, ein Netz aus Kupferdrähten in einem seltsamen Kasten, einen mit Kontakten bepflasterten Metallzylinder. Auf den Blechen prangt stolz das Logo der Konrad Zuse AG. Die Maschine, die hier steht, ist der älteste noch betriebsbereite Röhrencomputer in Deutschland: die Zuse Z22/13. Dass der Rechner tatsächlich noch funktioniert, ist das Verdienst von zwei freundlichen älteren Herren: Helmut Kammerer und Hans Baumann betreuen die Maschine seit 1962.

## Assembler am Kontrollpult

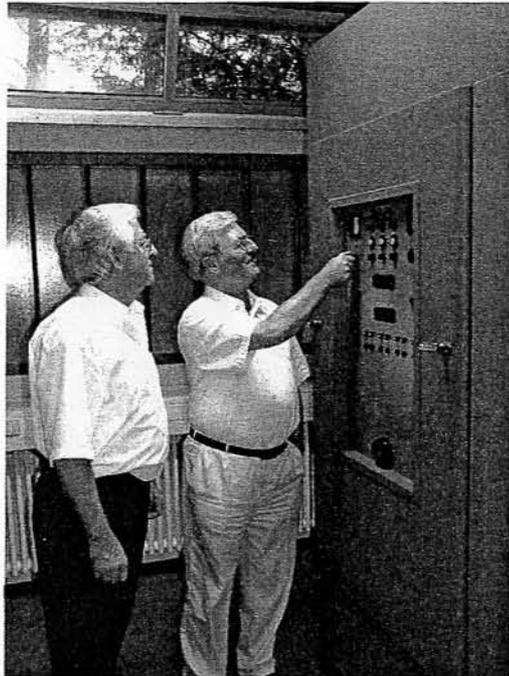
Die 'elektronische Rechenanlage' Z22 wurde ab 1957 von der Konrad Zuse AG gebaut und 49mal ausgeliefert. In der Standardkonfiguration kostete die Maschine damals etwa 250 000 Mark. 'Ein Triumph der modernen Technik', jubelte ein Reporter anlässlich der Installation eines Z22-Rechners an der Technischen Hochschule Braunschweig. 'Gleichungen mit 24 Unbekannten beispielsweise, zu deren Lösung ein routinierter Meister zwei Monate benötigen würde, und die mit Hilfe der mechanischen Rechenmaschine in etwa einer Woche bewältigt werden könnten, schafft dieses komplizierte metallene Gehirn in wenigen Minuten.'

Die Z22 ist eine mit etwa 140 kHz getaktete 'Wortma-

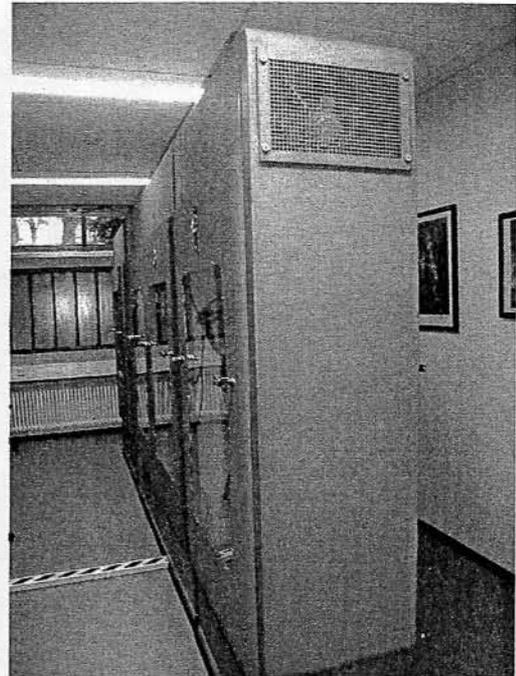
schine'. Sie rechnet im Dualsystem mit 38 Bit Wortlänge. Der 'Schnellspeicher' – er entspricht wohl am ehesten dem heutigen RAM – ist in Ferritkern-Technik ausgeführt. Nach einer Speichererweiterung verfügt die Karlsruher Z22 über einen Schnellspeicher mit 32 Wörtern mit jeweils 38 Bit Kapazität. Das Rechenwerk der Maschine besteht aus rund 400 Röhren. Die E88CC-Doppeltrioden sind auf speziellen Sockeln zumeist als Flip-Flops beschaltet, daneben finden sich in der Z22 Röhren-Leistungsverstärker und -Dioden. Angetrieben wird die Maschine von einem 4,6-kW-Netzteil. Die reichlich frei werdende Abwärme der Röhren wird heute von einem hochmodernen Kühlaggregat abgesaugt.

Als 'Massenspeicher' nutzt die Z22 einen Trommelspeicher. Auf dem mit einem Keilriemen angetriebenen Metallzylinder, der es auf 100 Umdrehungen in der Sekunde bringt, sind 256 Spuren mit je 32 'Sektoren' untergebracht – insgesamt 8192 Speicherzellen, die sich direkt adressieren lassen. In acht Spalten sind jeweils 32 Köpfe angeordnet, die man einzeln mit dem Schraubenzieher justieren kann, so dass die auf einem Oszilloskop gemessenen Signale einer Rechteckform möglichst nahe kommen.

Die Karlsruher Maschine, die Z22/13 – insgesamt hat die Zuse KG 49 dieser Röhrenrechner ausgeliefert – besitzt zwei Trommelspeicher, von denen allerdings nur noch einer in Be-



Hans Baumann und Helmut Kammerer mit 'ihrer' Zuse Z22. Nach 40 Jahren arbeitet der Rechner noch tadellos.



Die rund zwei Tonnen schwere Z22/13 füllt den Kellerraum in der Fachhochschule Karlsruhe fast vollständig aus.

trieb ist. Die neuere Trommel ist magnetisch gelagert und arbeitet wartungsfrei. Sie stammt aus dem Zuse-Nachlass, den Siemens aufgekauft hat.

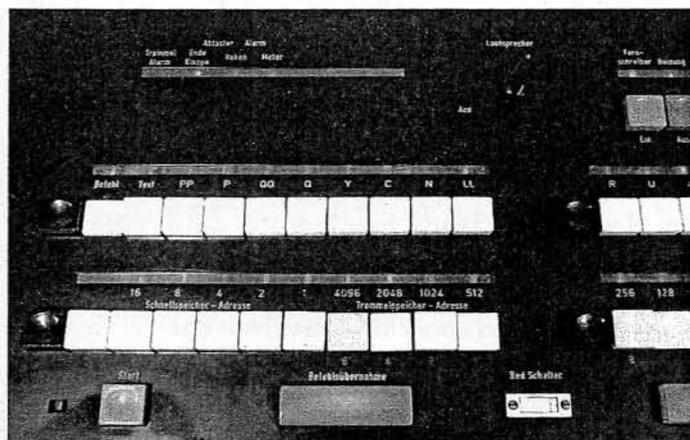
Wer schon beim Booten seines PC ungeduldig mit den Füßen scharrt, geriete bei der Arbeit mit der Z22 wahrscheinlich an den Rand eines Nervenzusammenbruchs. Erst muss der Kompressor auf Touren kommen, dann fängt der Trommelspeicher an zu dröhnen und die Röhren werden vorgeheizt. Gute zehn Minuten braucht die Maschine, bis sie betriebsbereit

ist. Um Programme einzulesen, gibt der Operator Assembler-Befehle am Kontrollpunkt ein – die 'Return-Taste' heißt hier noch 'Befehlsübernahme'. 'Um den Algol-Compiler einzulesen, haben wir etwa 45 Minuten gebraucht', erzählt Kammerer. Der komplette Compiler, inklusive Laufzeitbibliotheken, belegt etwa 4000 Speicherzellen auf dem Trommelspeicher.

Bis 1972 war die Z22 in der Ausbildung im Einsatz – sieben Tage die Woche, 24 Stunden. Die Maschine stand im Keller,

das Bedienungspult war in einem Übungsraum ein Stockwerk höher. 'Mit bis zu 30 Leuten waren wir da oft', erinnert sich Kammerer: 'Ich bin an der Tafel rumgeturnt und habe was erklärt und hinten haben vier oder fünf Studenten jeweils ihre Programme ausprobiert', erzählt Kammerer.

Der Dauerbetrieb hat der Z22 nicht geschadet, im Gegenteil. 'Bei jedem An- und Ausschalten durchläuft das System kritische Werte', erklärt Hans Baumann. 'Man liest ja oft, dass die alten Röhrenrechner so viele



Bedienungspult der Z22: 38 Tasten ermöglichen die direkte Eingabe von Befehlstexten.

Schwierigkeiten hatten, weil die Röhren dauernd ausgewechselt werden mussten. Das war bei uns nicht so.' 10 000 Betriebsstunden sollte so eine Röhre mitmachen – auf einer Schalttafel lassen sich die Betriebsparameter der Röhren ablesen und – gegebenenfalls – mit Potenziometern nachjustieren. 'Man muss halt Buch führen, wie sich die Werte ändern', erklärt Baumann. 'Dann erkennt man schon, wo es als nächstes Probleme geben könnte. Vorausschauende Wartung nennt man das.'

Die Z22/13 kam 1962 nach Karlsruhe: Die FH – seinerzeit noch staatliche Ingenieurschule – kaufte das Gerät gebraucht vom Landesvermessungsamt in Wiesbaden für 100 000 Mark. 'Die Zuse war der Grund, warum ich eine Stelle als Assistent angenommen habe', erzählt Kammerer. Weil man zur Wartung und Bedienung aber zwei Leute braucht, fuhr der frisch gebackene Assistent Kammerer zum Kernforschungszentrum, das ebenfalls eine Z22 betrieb. Er überredete

den Techniker Hans Baumann, der unter anderem bei der Zuse KG ausgebildet worden war, auf Honorarbasis bei der Wartung der FH-Maschine auszuweichen. Aus dem Honorarjob ist eine gemeinsame Passion geworden – Kammerer und Baumann, der inzwischen pensioniert ist, pflegen die Maschine noch immer: 'Wenn wir zusammenarbeiten', sagt Kammerer, 'verstehen wir uns auch ohne viele Worte'.

### Kannibalismus

Mitte der sechziger Jahre wurden die Ersatzteile knapp – zu ihrer großen Erleichterung erfuhren Baumann und Kammerer 1966, dass die Nachfolgemaschine ihrer Z22 in Wiesbaden, eine Z22R, abgebaut werden sollte. Obwohl die Verwaltung keine Genehmigung erteilte, ergriffen sie die Gelegenheit beim Schopf: 'Über einen Stammtischbekannten habe ich einen Kohlenlaster der Stadt Karlsruhe organisiert', erzählt Kammerer. 'Mit drei Technikern sind wir dann hin und



Das Rechenwerk der Z22 besteht aus rund 400 Röhren.

haben die Maschine demontiert. Davon leben wir heute noch'. Weil die Aktion nicht von der Hochschulverwaltung abgesegnet war, blieb Kammerer allerdings zunächst auf der Sprit-Rechnung sitzen.

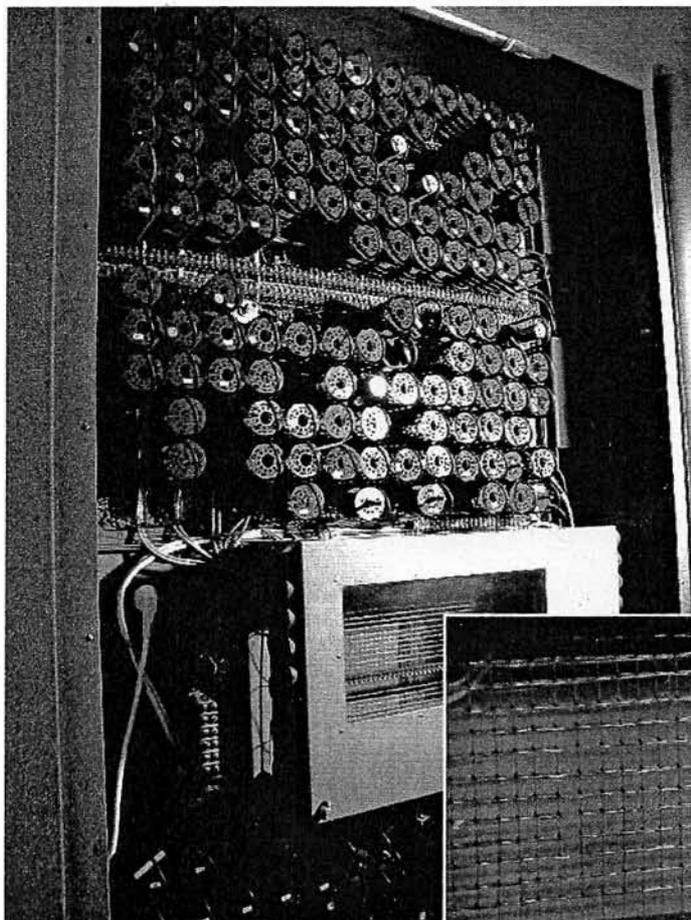
Das Verfahren haben sie dann noch einige Male wiederholt – diverse ausgeschlachtete Zuse-Maschinen bilden den Grundstock einer beachtlichen Ersatzteilsammlung. Drei Jahre bevor die Maschine in den vorläufigen Ruhestand versetzt wurde – ihre Nachfolgerin war eine PDP11 –, musste sie noch einmal umziehen. Auf einem eigens konstruierten Spezialkarren transportierten Kammerer, Baumann und einige Techniker die Z22 in den Neubau, wo sie heute noch steht. Zentimeter für Zentimeter wuchteten die Männer die je-

weils 600 Kilo schweren Teile des Rechners in den Keller.

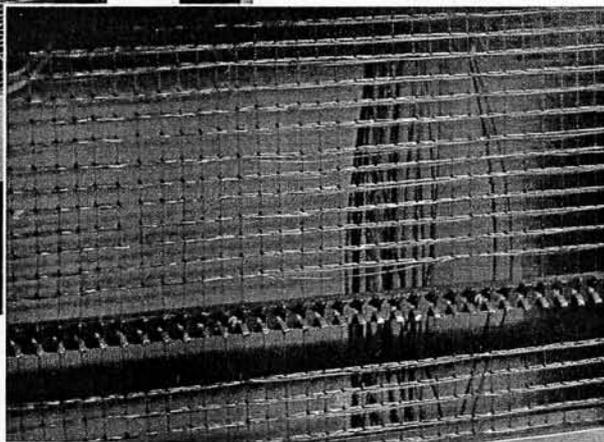
1972 wurde die Zuse abgelöst und geriet – jedenfalls die meiste Zeit – nahezu in Vergessenheit. 'Ich habe schon damals gedacht, das ist ein Stück deutscher Kulturgeschichte. Da müssen wir drauf aufpassen', erzählt Kammerer. Gelegentlich versuchte die FH-Verwaltung, den Raum anders zu nutzen, 'aber wir haben dann Gerümpel reingestellt und das als Abstellraum deklariert'. Weil die Z22 auch dort nicht ganz sicher war – gelegentlich wurde sie als Bauteil-Steinbruch missbraucht –, baute Kammerer einen privaten Schließzylinder in die Tür ein. 'Das ist natürlich streng genommen vollkommen illegal', lacht Kammerer verschmitzt, 'aber wir konnten die Maschine nicht öffentlich zugänglich machen.'

### Dornröschenschlaf

Neun Jahre später, zum zehnjährigen Jubiläum des Fachbereichs Informatik, sollte die Z22 wieder zum Leben erweckt und dem Ehrengast Konrad Zuse persönlich vorgeführt werden. Kontakte haben sie poliert, Teile ausgewechselt und die Elektronik justiert. Inzwischen waren die Röhrensockel spröde geworden: 'Jedes Mal, wenn wir eine Röhre gezogen haben, hatten wir Schweißperlen auf der Stirn', erinnert sich Baumann. Nach vier anstrengenden Wochen lief die Z22



Handarbeit: Der Ferritkern- 'Schnellspeicher' der Z22 ist auf 32 Worte ausgebaut.

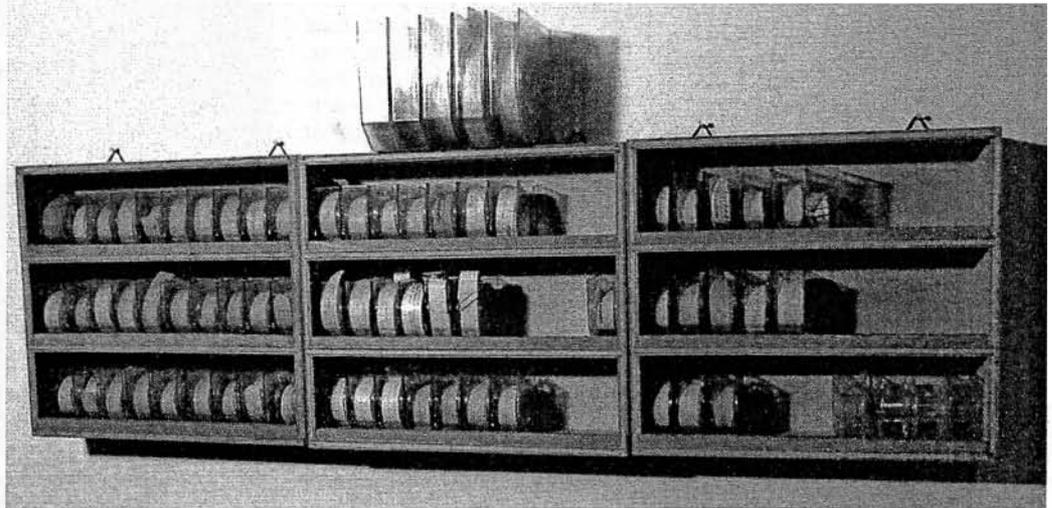


**Die Programmbibliothek ist auf Lochstreifen angelegt. Das Einlesen des ALGOL-Compilers dauerte jeweils etwa 45 Minuten.**

wieder und wurde fortan zu jedem Semesteranfang vorgeführt.

‘Die jungen Leute kriegten jedes Mal ganz große, runde Augen, wie in einem Oldtimer-Museum’, erzählt Kammerer, den sie in der Fachhochschule auch einen ‘Dinosaurier der Datenverarbeitung’ nennen – weil er auch Kurse in Cobol gegeben hat, als die Sprache längst aus der Mode war. ‘Wir haben ja damals noch elektronisches Rechnen betrieben. Wenig Daten rein, viel Rechenaufwand, wenig Daten raus’. Von elektronischer Datenverarbeitung im heutigen Sinne war damals noch keine Rede. ‘Dann haben die Physiker gewonnen und die Elektronik immer schneller gemacht’. Der enorme Zuwachs an Rechenkapazität sei allerdings nicht unbedingt effizient genutzt worden. ‘Ich vermute’, sagt Kammerer und deutet auf den PC auf seinem Schreibtisch, ‘dass das Meiste an Software da drauf ungeheuer schlampig programmiert ist’.

Ein Schmelbrand im April 1997 hätte beinahe das Ende der Maschine bedeutet. Dicke Rauchschwaden, gesättigt mit PCB und Salzsäure, hatten die Inneneinrichtung der meisten Räume mit einer giftigen Rußschicht überzogen. Kammerer – mittlerweile zum ‘Technical Director’ aufgestiegen – wusch das Gehäuse der Maschine ab und ließ sie von einem Tischler mit einem Holzverschlag vor



den nun folgenden Dekontaminations- und Restaurierungsarbeiten schützen.

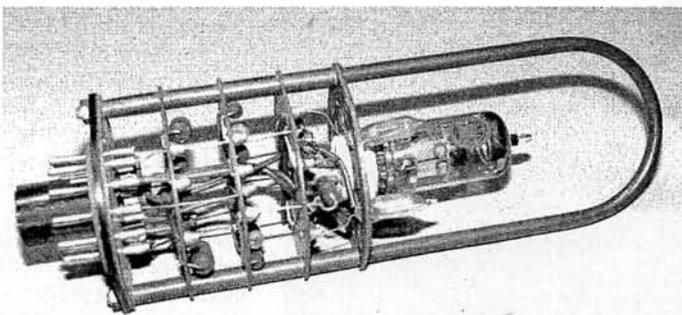
Seit kurzem ist die Z22/13 wieder betriebsbereit. Die Geschichte klingt nach Happy End, aber Kammerer geht nächstes Jahr in Pension. Die Zukunft der Maschine ist damit ungewiss. Am liebsten wäre Kammerer und Baumann, die Z22 bliebe lauffähig an ihrem Platz. ‘Wir würden uns halt weiter drum kümmern, solange wir zur Verfügung stehen.’

Falls die FH dabei nicht mitspielt, soll die Z22 in ein Museum kommen, wünschen sich Baumann und Kammerer. Aber ein Transport könnte die gebrechliche Hardware irreparabel schädigen. ‘Wir könnten die Maschine woanders wieder aufbauen’, erklärt Kammerer, ‘aber zum Laufen bringen könnten wir sie dann wohl nicht mehr.’ So wäre ein Wiederaufbau im Deutschen Museum München oder im Deut-

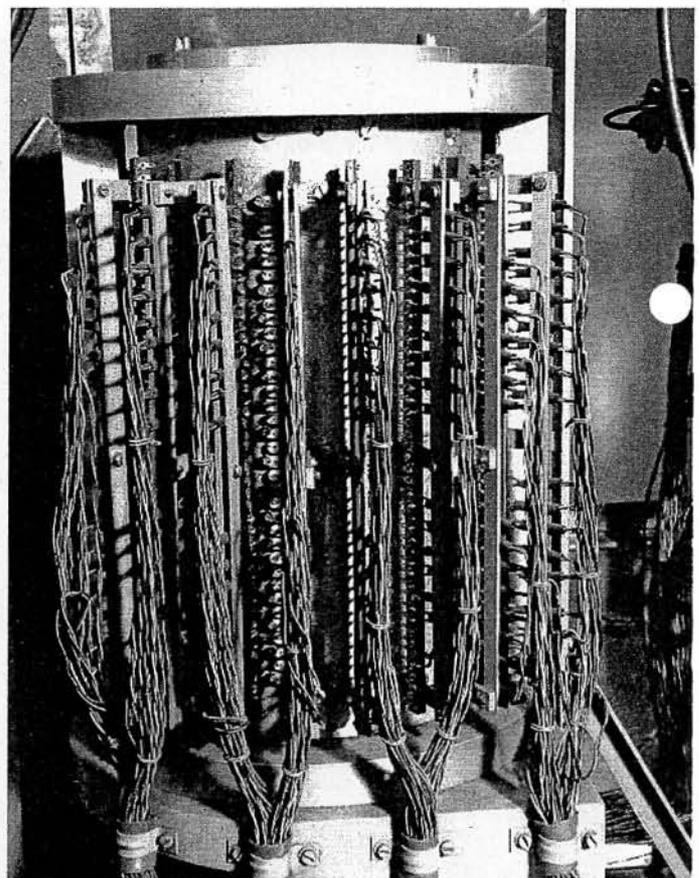
schen Technikmuseum Berlin, wo in einer auf zwei Jahre konzipierten Sonderschau das Lebenswerk des Computerpioniers Zuse gewürdigt wird, zwar möglich, für die beiden, die die Maschine 40 Jahre lang gepflegt haben, aber ein schlechter Kompromiss. Die Z22/13 könnte dann nur noch

einen vagen Eindruck von Geschichte des elektronischen Rechnens vermitteln. ‘Wir könnten dafür sorgen, dass die Röhren glühen und die Trommel läuft’, sagt Kammerer. ‘Ob die Maschine dann wirklich rechnet, merkt ja kein Mensch. Aber das wollen wir nicht.’

(wst)



Die Doppeltrioden in der Z22 sind als Flip-Flops beschaltet. Solch ein Element kostete etwa 100 Mark.



Auf der Speichertrommel der Z22 stehen 8192 Speicherplätze zur Verfügung.

ct