

gegeben. Beide Befehle stoppen die Ausführung der Maschine, bis der Benutzer manuell die Fortsetzung veranlasst. Die Kommunikation mit dem Hauptspeicher wird über die Befehle **Pr** bzw. **Ps** gesteuert. Die anzusprechende Speicheradresse wird hierzu in den 8-Bit-Opcode der Befehle hineincodiert. Mit den 6 zur Verfügung stehenden Adressbits lassen sich insgesamt  $2^6 = 64$  Speicherworte adressieren. Die restlichen Befehle dienen zur Durchführung der vier arithmetischen Grundrechenarten sowie der Berechnung der Quadratwurzel.

Betrachten wir den Befehlssatz der Z3 genauer, so fällt auf, dass mit den vorhandenen Befehlen weder eine Verzweigung noch eine Schleife programmiert werden kann. Der Programmierung sind hierdurch enge Grenzen gesetzt und die Z3 stellt damit keinen Universalrechner im eigentlichen Sinne dar.

### Die Harvard Mark I

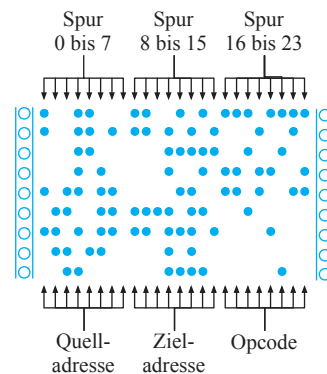
Fast zeitgleich mit dem Bau der Z3 wurde an den IBM Laboratories in New York unter der Regie von Howard H. Aiken der größte jemals fertiggestellte elektromechanische Rechner gebaut – der *Automatic Sequence Controlled Calculator* (ASCC) [17]. In einer feierlichen Zeremonie wurde die gigantische Maschine am 7. August 1944 an die Harvard University übergeben und offiziell in Betrieb genommen. Die Komplexität der Konstruktion, die fortan den Namen *Harvard Mark I* trug, lässt sich anhand weniger Kenndaten bereits erahnen. So bestand die gesamte Apparatur aus ca. 765.000 Einzelkomponenten, die über etliche Kilometer Kabel miteinander verbunden waren. Insgesamt füllte die Konstruktion mit 6 Metern Länge und über 2 Metern Höhe eine Werkhalle vollständig aus.

Die Harvard Mark I enthielt 72 *Akkumulatoren*, die jeder für sich eine dezimalcodierte Zahl mit einer Genauigkeit von 23 Ziffern speichern konnten. Neben einem weiteren Kurzzeit- sowie einem Konstantenspeicher verfügte der Rechner über separate Multiplikations- und Divisions-einheiten. Gesteuert wurde die Harvard Mark I über 24-spurige Lochstreifen, deren allgemeiner Aufbau in Abbildung 1.12 dargestellt ist. Jede Zeile codiert einen einzelnen Steuerbefehl, der sich aus drei Komponenten zusammensetzt. So definieren die Einstanzungen der ersten 8 Spuren die Quelladresse und die Einstanzungen der mittleren 8 Spuren die Zieladresse einer Operation. Die restlichen 8 Spuren definieren den Opcode des auszuführenden Befehls. Die Harvard Mark I konnte die so codierten Befehle ausschließlich sequenziell abarbeiten – Befehle für Schleifen, Verzweigungen und Unterprogrammaufrufe sah die Rechner-



Konrad Zuse (1910 – 1995)

**Abbildung 1.11:** Bronze-Statue in Hünfeld zum Gedenken an Konrad Zuse



**Abbildung 1.12:** Aufbau des Lochstreifens zur Steuerung der Harvard Mark I