1.1 Woher die Informatik kommt

LK

> LK
>
> Die Abschnitte 1.1 und 1.2 gehören zum Themenfeld *Berechenbarkeit und ihre Grenzen* und stehen damit nur im Lehrplan des Leistungskurses. Für den Grundkurs sind sie nicht verbindlich — als Einstieg und zur Einordnung des Algorithmenbegriffs lohnen sie sich trotzdem.

Rechnen wollte man schon immer automatisieren. **Gottfried Wilhelm Leibniz** stellte 1673 das Modell einer Maschine vor, die alle vier Grundrechenarten beherrschen sollte — fertig wurde sie erst 1694. Er träumte von einer Sprache, in der sich Streitfragen durch Rechnen entscheiden lassen: *Calculemus* — lasst uns rechnen.

Gut anderthalb Jahrhunderte später entwarf **Charles Babbage** die *Analytical Engine*, eine Maschine aus Zahnrädern, die Programme von Lochkarten lesen sollte. Gebaut wurde sie nie, sie war für die Feinmechanik ihrer Zeit zu groß. Aber **Ada Lovelace** schrieb 1843 für diese Maschine auf, wie man die Bernoulli-Zahlen berechnet — ein Programm für einen Rechner, den es nicht gab, und das wohl erste der Geschichte. Sie bemerkte dabei als Erste, dass eine solche Maschine nicht nur Zahlen verarbeiten könnte, sondern alles, was sich als Zahl darstellen lässt: Musik zum Beispiel.

1.1.1 Hilberts Frage

1928 stellte der Mathematiker **David Hilbert** eine Frage, die wie reine Theorie klingt und die Informatik auslöste — das **Entscheidungsproblem**:

> Gibt es ein Verfahren, das für jede mathematische Aussage in endlich vielen Schritten entscheidet, ob sie allgemeingültig — und damit beweisbar — ist?

Hilbert rechnete mit *ja*. Er hielt die Mathematik für vollständig und entscheidbar und hielt es für eine Frage der Zeit, bis man das Verfahren fände. Sein berühmter Satz dazu: „Wir müssen wissen. Wir werden wissen."

Es kam anders. 1931 zeigte **Kurt Gödel**, dass jedes hinreichend starke formale System wahre Aussagen enthält, die es selbst nicht beweisen kann. Und 1936 beantworteten **Alonzo Church** und, unabhängig von ihm, **Alan Turing** das Entscheidungsproblem endgültig — mit *nein*.

Gymnasium Ottweiler

Leitidee: Das Problem hinter dem Problem

Um zu beweisen, dass es *kein* Verfahren gibt, muss man erst sagen, was ein Verfahren überhaupt ist. Für ein einzelnes Verfahren genügt es, es hinzuschreiben. Für die Aussage „es gibt keines" muss man über **alle denkbaren Verfahren** sprechen können.

Genau das war Turings eigentliche Leistung — nicht die Antwort, sondern der Begriff, der die Frage überhaupt stellbar machte.

1.1.2 Turings Antwort

Alan Turing war 24 Jahre alt, als 1936 seine Arbeit *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem* erschien. Darin tat er etwas Ungewöhnliches: Er beobachtete, was ein **Mensch** tut, der mit Papier und Bleistift rechnet.

Ein solcher Mensch schaut auf eine Stelle des Papiers. Er erkennt dort ein Zeichen. Je nachdem, was er sieht und in welcher Verfassung er gerade ist — welchen Schritt der Rechnung er also im Kopf hat —, schreibt er etwas hin und wendet den Blick weiter. Mehr passiert nicht. Turing strich alles Überflüssige weg und behielt genau diesen Kern übrig. Das Ergebnis heißt heute **Turingmaschine**.

Mit diesem Begriff konnte er beweisen, was vorher nicht einmal formulierbar war: dass es Probleme gibt, die keine Maschine löst. Eines davon ist das **Halteproblem** (Abschnitt 4.4.4), und aus ihm folgt die Antwort auf Hilberts Frage.

1.1.3 Und dann wurde gebaut

Die Maschinen kamen nach der Theorie. **Konrad Zuse** stellte am 12. Mai 1941 in Berlin die **Z3** fertig, den ersten funktionsfähigen programmgesteuerten Rechner — er wusste von Turings Arbeit nichts. In den USA entstand bis 1946 der **ENIAC**, und **John von Neumann** beschrieb 1945 jene Bauweise, nach der praktisch jeder Rechner bis heute arbeitet: Programm und Daten im selben Speicher (Kapitel 6).

Turing selbst erlebte das kaum noch. Im Zweiten Weltkrieg war er in Bletchley Park an der Entzifferung der ENIGMA beteiligt (Kapitel 8). 1952 wurde er wegen seiner Homosexualität verurteilt, 1954 starb er. Die höchste Auszeichnung der Informatik, vergeben seit 1966, trägt seinen Namen.

Merke

Die Informatik entstand nicht aus dem Bau von Rechnern, sondern aus der Frage nach den **Grenzen** des Rechnens. Deshalb ist sie eine Wissenschaft und nicht nur eine Technik: Ihre Kernaussagen gelten für jede Maschine — auch für die, die noch niemand gebaut hat.