

Warum stürzen Computer ab?

Professor Dr. Andreas Zeller, Informatik

Februar 2012

Das englische Wort "Computer" bedeutet "Rechner". Und gerechnet haben die Menschen, solange es Menschen gibt. Das heißt: zuerst einmal haben Menschen nur gezählt. Aber auch dafür gab es schon Hilfsmittel, wie etwa diesen **Abakus** aus China. Als die Berechnungen komplizierter wurden, haben sich Menschen bessere Hilfsmittel ausgedacht. Eure Großeltern kannten vielleicht den **Rechenschieber**, mit dem man blitzschnell multiplizieren und teilen kann. Die **Rechenmaschine von Leibniz** konnte das mit einer komplizierten Mechanik voller Zahnräder mit einfachen Kurbelumdrrehungen.

Der richtige Durchbruch kam aber erst mit **elektronischen Rechnern**, wie diesem ersten Taschenrechner. Heute sind diese Rechner millionenfach leistungsfähiger und können in Millisekunden ganze Welten entstehen lassen, wie etwa die **Playstation**. Dass das geht, liegt an der **Miniaturisierung**, mit der man viele Schaltungen auf kleinstem Raum unterbringen kann. Heute sind Computer überall zu finden – vom Handy übers Auto und Flugzeuge bis hin zum Fernseher.

Manchmal funktionieren Computer aber nicht so, wie sie sollen. Die **F-16** etwa ist ein Flugzeug, das am Anfang einige Probleme hatte. Wenn sie den Äquator überquerte, drehte sie sich einfach auf den Rücken. Dem Flugzeug macht das nichts aus, dem Piloten auch nicht (der ist festgeschnallt), aber stellt Euch mal vor, wenn das bei einer großen Passagiermaschine passiert wäre! Da wäret Ihr nur so durch die Kabine gepurzelt!

Ein anderes Problem der F-16 war ihr **Fahrwerk**. Ein Pilot, der mit seiner Maschine gelangweilt auf dem Flugplatz stand, hat sich gefragt, was passiert, wenn er jetzt den Knopf zum Einziehen des Fahrwerks drückt. Nun: Das Fahrwerk zog sich ein, die Maschine fiel von 1m Höhe auf den Boden, und war Schrott. (Der Pilot durfte auch nicht mehr fliegen.)

Wie passiert so etwas? Wir müssen uns dafür ansehen, was der Knopf tun soll:

Wenn Knopf gedrückt, Fahrwerk einziehen. Aber nur, wenn die Höhe größer als 10m ist!

Aus diesem Text machen Informatiker nun ein **Programm**. Ein Programm besteht aus **Befehlen**, was der Computer tun soll, und zwar Schritt für Schritt. Das Fahrwerk-Programm der F-16 könnte etwa so aussehen:

```
ABFRAGE Knopf gedrückt?  
WENN Knopf gedrückt:  
... ABFRAGE Höhe  
... WENN Höhe > 10m:  
... ... AKTION Fahrwerk einziehen!
```

Die ABFRAGE prüft hier einen Zustand der Welt – etwa den Zustand des Knopfes. Der WENN-Befehl prüft eine **Bedingung**; und nur, wenn diese wahr ist, wird der Rest ausgeführt. Das ganze Programm zieht also das Fahrwerk ein, wenn der Knopf gedrückt ist, und die Höhe des Flugzeugs mindestens 10m ist. Eigentlich alles prima, oder?

Das Programm hat aber einen Fehler. Was ist mit **Höhe** gemeint? Die Höhe über dem Boden oder die Höhe über dem Meeresspiegel? Wenn der Programmierer aus Versehen die Höhe über dem Meeresspiegel abfragt, zieht das Programm in jedem Fall das Fahrwerk ein – die allermeisten Flughäfen sind nämlich mindestens 10m über dem Meeresspiegel. (Wenn dieser Hörsaal unter dem Meeresspiegel wäre, was dann? Wir würden blubbern und schwimmen.) Was das Programm tun muss, ist die Höhe über dem Boden abzufragen.

Fehler wie diese heißen im Englischen **Bugs**, das heißt "Käfer". Programmierer haben früher gedacht, solche Käfer würden sich einfach in ihr Programm schleichen und es sozusagen "anknabbern", so dass es nicht mehr funktioniert. In Wirklichkeit sind es aber die Programmierer selbst, die die Fehler machen – das sind nämlich alle nur Menschen, und wo Menschen arbeiten, machen sie auch manchmal Fehler.

In der zweiten Geschichte geht es um einen **Geldautomaten**. Ein Geldautomat nimmt eine Karte, prüft, ob sie gültig ist, und fragt dann nach einem Geldbetrag (z.B. 300 Euro). Dann gibt er solange Scheine aus, bis dieser Geldbetrag erreicht ist. Als Programm sieht das so aus:

```
INGABE Karte
WENN Karte gültig:
... EINGABE Betrag
... SOLANGE Betrag ≠ 0 €:
... ... AUSGABE 100 €
... ... ZIEHE 100 € VON Betrag AB
... AUSGABE Karte
```

(Ein echter Geldautomat verlangt eine Geheimzahl, prüft, ob überhaupt genug Geld auf dem Konto ist, und vieles mehr. Das habe ich hier weggelassen.)

In diesem Programm haben wir zwei neue Dinge. Zum einen können wir eine **Zahl** eingeben – nämlich den gewünschten Betrag. Das Programm merkt sich, welchen Betrag wir haben wollen, und kann auch später damit rechnen: "ZIEHE 100 € VON Betrag AB" vermindert den Betrag um 100 €. Wenn der Betrag vorher 200 € war, ist er nach dem Befehl nur noch 100 €.

Das zweite neue Ding ist der SOLANGE-Befehl: Der wiederholt das, was unter ihm steht, solange die Bedingung erfüllt ist. Programmierer nennen so etwas eine **Schleife**. Solange der Betrag also nicht Null ist, gibt der Automat immer und immer wieder 100 €-Scheine aus. Will ich etwa 300 € abheben, gibt der Automat drei Mal einen Schein aus, und jedes Mal wird der Betrag um 100 € vermindert – bis zum Schluss nichts mehr übrig ist. Dann ist die SOLANGE-Bedingung nicht mehr erfüllt, und es geht nach der Schleife weiter: In der letzten Zeile des Programms wird die Karte zurückgegeben.

Aber auch dieses Programm hat einen Fehler: Wenn ich einen Betrag eingabe, der nicht durch 100 teilbar ist – etwa 250 € –, so wird der Betrag nie Null, und die **Schleife wiederholt sich immer weiter**. Der Automat gibt also einen Schein nach dem anderen aus, während der Betrag immer tiefer unter Null sinkt. Das geht solange, bis der Automat leer ist – und ich freue mich über den unerwarteten Reichtum. Allerdings weiß die Bank ja, wem die Karte gehört: Ich muss das Geld also wieder zurückgeben.

Unsere Programme bestehen nur aus einer Handvoll Befehle, und da können Fehler schon lauter ungeahnte Folgen haben. Echte Programme sind viel größer. Microsoft Windows etwa, das auf den meisten PCs läuft, hat etwa **70 Millionen Befehle**. Würde man die ausdrucken, hätte man einen eine Million Seiten Papier, oder einen Stapel Bücher, der 10 Kilometer hoch wäre, höher als der Mount Everest. Wäre jeder Befehl ein Kind, würde die Kette einmal rund um die Welt gehen. Fehler sind hier wie die sprichwörtlichen Nadeln im Heuhaufen – nur dass der Heuhaufen sehr sehr groß ist.

Informatiker tun natürlich alles, um diese Probleme zu vermeiden. Programme werden von anderen Programmierern Korrektur gelesen – genau, wie Eure Lehrer Eure Klassenarbeiten lesen. Programme werden automatisch getestet – etwa mit Hilfe von Software-Robotern, die automatisch Maus und Tastatur bedienen. Und man kann auch beweisen, dass Programme immer korrekt funktionieren; so wird etwa der Airbus 380, das größte Flugzeug der Welt, von Forschern aus Saarbrücken auf seine Korrektheit geprüft. All das sorgt dafür, dass unserer Programme fast immer funktionieren, und wir uns zu fast 100% auf sie verlassen können. **So etwas machen Informatiker**, und wenn ich mir anschau, was meine Kollegen so schaffen, in Saarbrücken und anderswo, bin ich manchmal mächtig stolz, dazuzugehören.

Zum Weiterlesen

Jede Menge Kinderseiten zum Thema "Informatik und Internet":

* <http://www.internet-abc.de/kinder/linktipps-schule-informatik.php>

Die Informatik im Saarland:

* <http://www.informatik-saarland.de/>