

## **Software mit Fehlern und deren Folgen**

*von Melanie Ulrich; Quelle T-online (<http://oncomputer.t-online.de> am 14.1.07)*

„Windows wird blau, Word verhaspelt sich, Excel beginnt zu stottern – an solche Software-Bugs, also Fehler in der Software, hat man sich längst gewöhnt. Sie sind lästig und ärgerlich, in der Regel jedoch harmlos. Es gibt aber auch weitaus ernstere Bugs, die ganze Telefonnetze lahm legen, Raketen zum Absturz bringen oder sogar Menschen das Leben kosten. Das US-Magazin "Wired" erinnert an die zehn schlimmsten Computer-Fehler aller Zeiten.

### **Hohe Kosten durch Software-Fehler**

Fehlerhafte Software ist Teil des PC-Alltags. Das amerikanische National Institute of Standards and Technology hat errechnet, dass durch Software-Bugs in den USA jährlich Kosten in Höhe von fast 60 Milliarden Dollar entstehen. Mittlerweile werden bereits 80 Prozent der Kosten für die Software-Entwicklung bei der Suche nach Fehlern eingesetzt. Doch trotz intensiver und ausführlicher Tests tauchen Fehler immer wieder auf. Allein Microsoft muss jeden Monat mehrere Patches veröffentlichen, um neu entdeckte Sicherheitslücken zu schließen.

### **Nicht alle Fehler können gefunden werden.**

In der Regel sind Software-Fehler nicht das Ergebnis schlampiger Tests. Vielmehr sind die heutigen Programme so umfangreich, dass es unmöglich ist, Fehler komplett auszuschließen. Manche Test würden Jahrzehnte dauern, andere sogar Jahrhunderte in Anspruch nehmen. Deshalb muss man sich darauf beschränken, in möglichst vielen Test korrekte Resultate zu erhalten. Übersteht ein Programm viele Tests, gilt es als robust und stabil.

### **Tippfehler und logische Fehler**

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Software-Fehlern. Schlichte Tippfehler oder logische Fehler in der Programmierung sind die einfache Sorte. Aber auch sie sind nicht leicht zu entdecken – schließlich bringen Programme wie Windows XP insgesamt 40 Millionen Zeilen Code auf die Waage. Auf DIN A 4 Seiten gedruckt, würde der Code einen rund 60 Meter hohen Stapel Papier ergeben. In langen Codes schleichen sich schnell Fehler ein.

Die zweite Sorte sind Software-Bugs, die trotz korrektem Code und richtiger Programmierung auftreten. Das passiert häufig dann, wenn Programme in völlig anderer Umgebung eingesetzt werden, als ursprünglich geplant. Auch eine unstrukturierte Programmierung, eine ungeeignete Programmiersprache oder nachträgliche Änderungen am Programm sind eine häufige Fehlerquelle. Und oft wird auch das Fehlverhalten der künftigen Benutzer zu wenig berücksichtigt.

### **Ein Prozessor hat rund 80 Bugs**

Je komplexer eine Software ist, desto mehr Fehler kommen also vor. Laut Intel enthält jeder Pentium-Prozessor ungefähr 80 bis 90 Bugs. Bei einem durchschnittlichen Programm kommen etwa 25 Fehler auf 1000 Programmzeilen, bei einer guten Software sind es zwei Fehler pro 1000 Zeilen. Die Space Shuttle Software der NASA gehört zu den besonders guten Programmen: In 1000 Zeilen gibt es weniger als 0,1 Fehler. Bei drei Millionen Zeilen Code sind das trotzdem noch 300 Bugs. Einer davon kann genügen, um eine Katastrophe auszulösen.

Für den Alltag heißt das: Mit solchen Fehlern müssen wir leben. Eine Handy-Software hat durchschnittlich 200.000 Programmzeilen und damit etwa 600 Fehler. Wer mit Windows XP arbeitet, hat es mit rund 800.000 Bugs zu tun. Vielen davon wird man aber nie begegnen. Immer häufiger trifft man jedoch auf so genannte Bananensoftware: Das sind Programme, die

trotz vieler bekannter Fehler veröffentlicht werden, weil Zeit und Geld knapp sind. Sie werden sozusagen "grün" auf den Markt gebracht und reifen dann beim Kunden aus.

### **Kampf dem Fehlerteufel**

Aber die Hoffnung auf fehlerfreie Software bleibt. Computerwissenschaftler haben aus aller Welt an der ETH Zürich ein Großprojekt gestartet. Sie wollen Mittel und Methoden finden, die Korrektheit von Software mit mathematischer Strenge zu beweisen. Sobald dies gelungen ist, soll ein Programm entwickelt werden, das die Abwesenheit von Fehlern beweisen kann. Noch ist Geduld gefragt.

Allerdings werden fehlerfreie Programme noch einige Jahre auf sich warten lassen, denn als Entwicklungszeitraum wurden 15 Jahre veranschlagt. Kein Wunder, schließlich ist eine solche Aufgabe ähnlich umfangreich wie seinerzeit das Großprojekt zur Entschlüsselung des menschlichen Erbguts.

### **Von einer Motte stammt der Begriff "Bug".**

Der berühmteste Bug ist übrigens 60 Jahre alt: Eine Motte zerstörte 1945 das Schaltrelais eines Computers. Das tote Insekt wurde mit den Worten "First actual case of bug being found" (Erster gefundener Softwarefehler) ins Logbuch geklebt. Die Bezeichnung "Bug" wurde aber bereits im 19. Jahrhundert für kleine Fehler in mechanischen und elektrischen Teilen benutzt. Man nahm an, dass das Knistern und Rauschen in der Telefonleitung von kleinen Tieren, also "Bugs" stammen würde, die an der Leitung knabberten.

### **Die schlimmsten Computer-Fehler der Geschichte:**

#### **Platz 10: Der Kerberos-Zahlengenerator (1988-1996)**

Zwischen 1988 und 1996 war es möglich, in jeden Rechner einzudringen, dessen Passwort-System auf dem Kerberos-Protokoll basierte. Denn der Kerberos-Zufallsgenerator verbreitete Zahlen, die alles andere als zufällig waren – sie waren vorhersehbar. Das genaue Schadensausmaß dieses Fehlers ist bis heute unbekannt.

#### **Platz 9: Netzausfall bei AT&T (1990)**

Am 15. Januar 1990 konnten 70 Millionen von 138 Millionen Ferngesprächen innerhalb der USA neun Stunden lang nicht vermittelt werden. Der Schaden bei AT&T wurde auf 75 Millionen US-Dollar geschätzt, ohne Folgeschäden einzubeziehen. Bei Kunden wie Reisebüros, Transportunternehmen oder dem Versandhandel lag der Schaden bei mehreren 100 Millionen US-Dollar.

Ursache war ein falsch gesetzter break-Befehl in einer neuen Software-Version. Er brachte die Rechner zum Absturz und sendete beim Neustart eine Botschaft aus, die benachbarte Rechner abstürzen ließ. So entstand eine Kettenreaktion, während der insgesamt 114 Switches abwechselnd abstürzten und neu starteten. Das Aufspielen einer älteren Software-Version löste das Problem.

#### **Platz 8: Der "Ping des Todes" (1995/96)**

1995 wurde der "Ping des Todes" entdeckt: Ein weit verbreiteter Fehler, der hauptsächlich Windows-Rechner betraf, aber auch bei Apple- und Unix-Systemen auftrat. Bei Pings handelt es sich um Echo-Request-Datenpakete, mit denen man feststellen kann, ob ein Rechner im Netzwerk erreichbar ist. Ist das der Fall, sendet der angesprochene Rechner eine Antwort zurück.

Ein Fehler im Fehlermanagement und in der Plausibilitätsprüfung auf der Adressatenseite machte es möglich, im Internet manipulierte Pings an beliebig viele Rechnern zu schicken. Unzählige Betriebssysteme stürzten durch die Anfrage ab und zeigten den berühmten "blue

---

screen of death". Die Attacke lässt sich mit einem Sicherheitspatch verhindern, spätere Systeme ab Windows 95 und NT 4 sind immun gegen den "Ping des Todes".

#### **Platz 7: Die Raumsonde Mariner 1 (1962)**

Ein Fehler in der Flugsoftware der Raumsonde Mariner 1 führte dazu, dass die Sonde am 28. Juli immer mehr vom vorausberechneten Kurs abwich. 293 Sekunden nach dem Start wurde sie durch den Sicherheitsoffizier über dem Atlantik gesprengt.

Mariner 1 wurde in relativ kurzer Zeit, weniger als einem Jahr, entwickelt, um vor der UdSSR erfolgreich eine Sonde zur Venus zu schicken. Die Untersuchung ergab, dass eine Formel, die ursprünglich mit Bleistift auf einem Zettel notiert worden war, falsch in den Computer Code eingegeben wurde.

#### **Platz 6: Das Pentium-Desaster (1993)**

Ein Mathematik-Professor aus Virginia fand einen Fehler im Divisionsalgorithmus des neuen Pentium: Zahlen einer bestimmten Größe wurden falsch dividiert. Obwohl der Bug nur wenige User betraf – der Fehler wirkte sich erst mehrere Stellen hinter dem Komma aus – wurde die Panne für Intel zum PR-Desaster.

Da bereits mehrere Millionen Pentiums ausgeliefert waren, wollte das Unternehmen den Chip nur bei den Usern austauschen, die nachweisen konnten, dass sie für ihre Anwendungen eine exakte Rechenleistung benötigten. Schließlich trette der Fehler nur alle 27.000 Jahre auf, eine Behauptung, die sich schnell als falsch herausstellte. Letztendlich musste Intel allen Usern, die es wünschten, den Chip ersetzen. Entstandener Schaden: rund 475 Millionen US-Dollar.

#### **Platz 5: Eine sowjetische Gas-Pipeline (1982)**

Ein Bug in der Software, die die Funktion einer Gas-Pipeline in Sibirien steuerte, führte zu einer der größten nicht-nuklearen Explosionen der Geschichte. Menschen kamen nicht zu Schaden.

Die Sowjetunion hatte sich die amerikanische Technologie auf dunklen Wegen über den Umweg Kanada angeeignet. Weil die CIA rechtzeitig Wind davon bekam, sollen Computerspezialisten der CIA den Fehler absichtlich eingebaut haben, um die Software zum Absturz zu bringen.

#### **Platz 4: Der erste Internet-Wurm (1988)**

Weniger als einen Tag benötigte der erste Internet-Wurm der Geschichte, der nach seinem Programmierer Robert Morris benannte Morris-Wurm, um mehrere tausend Unix-Rechner zu befallen. Schuld daran war die Funktion gets(), über die sich ein Speicherüberlauf provozieren ließ. Zwar hatte der Wurm keine direkte Schadensroutine, doch legte er wegen seiner aggressiven Weiterverbreitung rund 6000 Rechner lahm. 1988 entsprach das immerhin zehn Prozent des weltweiten Netzes.

Kein Bug war so hartnäckig und so folgenreich wie dieser: Programmierer einigten sich zwar darauf, die Funktion aus dem Unix-Code zu entfernen. In der Funktionsbibliothek der Programmiersprache C wird sie jedoch weiterhin verwendet und ist daher noch heute für so manchen Software-Bug verantwortlich.

#### **Platz 3: Ariane 5 (1996)**

Bei der Programmierung der Ariane-5-Rakete wurde Code aus der Vorgängermodell Ariane 4 übernommen, darunter ein Modul, das Zahlenwerte konvertiert. Allerdings wurde dabei nicht berücksichtigt, dass die neue Rakete mit schnelleren Motoren ausgestattet war. Das alte Modul konnte die Berechnungen nicht mehr bewältigen. Beim Erststart der Rakete am 4. Juni 1996 stürzte erst der Backup-Computer ab, dann folgte der Hauptcomputer. Der

Hauptprozessor überlastete die Steuerung der Motoren und 40 Sekunden nach dem Start brach die Rakete auseinander. Der materielle Schaden belief sich auf 500 Millionen US-Dollar. Das Tragische daran: Der fehlerhafte Teil der Software war für die Ariane 5 gar nicht notwendig, er diente nur zum Startabbruch der Vorgängerrakete. Die integrierte Fehleroutine, die solche Schaden abwenden kann, wurde im Vorfeld als unnötiger Ballast eingestuft und abgeschaltet.

**Platz 2: Der Therac-25-Beschleuniger (1985-1987 )**

1983 wurden in den USA zehn Therac-25-Geräte zur Strahlentherapie eingesetzt, die sowohl Beta- als auch Gamma-Strahlen erzeugen konnten. Die Gamma-Strahlen wurden erzeugt, indem Elektronen mit hoher Energie auf einen Metallblock geschossen wurden. Mindestens drei Patienten starben an einer Überdosis Strahlen, weitere wurden ernsthaft verletzt, bis der Fehler gefunden wurde: Werden die Bestrahlungsdaten zu schnell eingegeben, startet das Gerät den Elektronenbeschuss, obwohl das Metallziel nicht in Position ist. Die Patienten wurden dann einer Bestrahlung von 40 bis 200 Gray ausgesetzt, ab zehn Gray gilt die Dosis als tödlich.

**Platz 1: Nationales Krebs Institut, Panama City (2000)**

Acht Patienten starben, 20 weitere wurden schwer verletzt, weil eine Software zur Berechnung der Strahlendosis falsch eingesetzt wurde. Mit der Software wurde die genaue Position von vier Schildern berechnet, die gesundes Gewebe vor der Bestrahlung schützen sollten.

Obwohl die Software nur für den Einsatz von vier Schildern ausgelegt ist, wollten die Ärzte fünf davon verwenden. Sie entdeckten, dass sie die Software austricksen konnten, wenn man die fünf Schilder als einen einzigen großen Block mit einem Loch in der Mitte behandelte. Was sie nicht bemerkten: Je nachdem, wie das Loch angeordnet wurde, fiel die Strahlendosis viel zu hoch aus. Die Ärzte, die gesetzlich verpflichtet waren, die Computerwerte zweifach von Hand nachzurechnen, wurden wegen Mordes angeklagt.“