

Der Softwarebug von Hamburg-Altona

Berühmt-berüchtigte Softwarefehler

Matthias Bertram
berti@uni-koblenz.de

Sommersemester 2003

Zusammenfassung

Diese Ausarbeitung ist Teil meines Vortrages „Der Softwarebug von Hamburg-Altona“, im Rahmen des Seminars „Berühmt-berüchtigte Softwarefehler“ bei Professor Bernhard Beckert an der Universität Koblenz-Landau. Ziel dieser Arbeit ist es, die Umstände zu erläutern, die 1995 dazu führten, dass der Bahnhof Altona für zwei Tage gesperrt werden musste. Dazu möchte ich zuerst den Bahnhof beschreiben, bevor ich einen kurzen Einblick in die Geschichte der Stellwerke geben möchte, anschliessend wird der Softwarebug beschrieben und wie er, meiner Meinung nach, hätte verhindert werden können.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Der Bahnhof in Hamburg Altona	3
2	Stellwerksysteme	4
2.1	Das alte System	4
2.1.1	Definition Stellwerk	4
2.1.2	Geschichtliche Entwicklung der Stellwerksysteme	4
2.1.3	Das alte System in Altona	6
2.2	Das neue System	7
2.2.1	Elektronische Stellwerke	7
2.2.2	Generelle Aufteilung	7
3	Die Fehler	11
3.1	Chronologie des Fehlers	11
3.1.1	Das Auftreten des Fehlers	11
3.2	Der Softwarefehler	12
3.3	Die Fehlersuche	12
4	Zusammenfassung	12
4.1	Hätte der Fehler vermieden werden können?	12
4.2	Andere Softwareprobleme im Bahnwesen	13

1 Einleitung

1995 entschloss man sich bei der Bahn, das alte Stellwerkssystem, oder besser die alten Stellwerk Systeme, denn eigentlich waren es 7 verschiedene von denen das älteste ein Hebelstellwerk von 1911 war, in Hamburg Altona durch ein neueres, elektronisches Stellwerk System der Firma SIEMENS zu ersetzen. Im Zuge dieser Umrüstung trat jedoch ein Softwarebug auf, der in Verbindung mit eigenen Managementfehlplanungen dazu führte, dass der Bahnhof für zwei Tage komplett gesperrt und darüber hinaus über Wochen nur eingeschränkt benutzbar war.

HAMBURG - Von Montag bis Mittwoch morgen vergangener Woche standen im Bahnhof Hamburg-Altona alle Signale auf Halt. Wie in der Gruenderzeit liessen sich Weichen nur mit Stellschluesseln von der Groesse eines Brecheisens umstellen. Schuld war ein Fehler in einem Rechner von Siemens, der am Tag zuvor in Betrieb genommen worden war. Der Bahnhof Hamburg-Altona ist das Revier von Tauben und Moewen. Fast drei Tage konnten sie ungestoert zwischen den Gleisen nach Essbarem suchen und die Leitungsdraehte fuer ein Schaeferstuedchen nuetzen. Seit den Morgenstunden des 13. Maerz 1995 ging nichts mehr im digitalen Stellwerk: Der Leitrechner von Siemens war nach einem Fehler im Arbeitsspeicher ausgefallen. Der morgendliche Zugverkehr wurde umdirigiert: ICE- und IC- Reisende konnten noch bis zum Hauptbahnhof gebracht werden, fuer alle anderen war die Reise vor den Toren Hamburgs zu Ende - im Sueden am Bahnhof Harburg und im Norden an der Station Pinneberg. Wer weiter wollte, musste in die S-Bahn umsteigen. Nur durch diese Uebergangsloesung war es moeglich, den Zugverkehr ueberhaupt aufrechtzuerhalten. Verspaetungen von bis zu vierzig Minuten liessen sich aber nicht verhindern. [5]

1.1 Der Bahnhof in Hamburg Altona

Der Bahnhof in Altona, der bereits 1883 geplant und gebaut wurde, liegt mitten in der Hansestadt; seinen Nähe zum Hamburger Hafen und die Tatsache das Züge nur aus einer Richtung in den Bahnhof ein- und wieder ausfahren können, führt zu einem erhöhten Rangieraufkommen. Insgesamt befahren täglich ungefähr 900 Züge das Gelände und 50.000 - 100.000 Personen steigen ein oder aus. Dieses enorme Verkehrsaufkommen machen Altona zu einem wichtigen nationalen Verkehrsknotenpunkt. Außerdem besitzt er noch eine direkte Verbindung zur innerstädtischen S-Bahn. Diese Umstände machten es bis 1995 nötig, dass bis zu 50 Mitarbeitern mit der Steuerung von insgesamt 160 Weichen, 250 Signalen und 215 Gleisstromkreisen beschäftigt waren. [6]



Abbildung 1: Bahnhof Hamburg Altona

2 Stellwerksysteme

2.1 Das alte System

2.1.1 Definition Stellwerk

Im Brockhaus wird ein Stellwerk definiert als:

“... Teil der Eisenbahnsignalanlagen zum Steuern und Sichern des Zug- und Rangierbetriebs auf Betriebsstellen mit mehreren Gleisen, ...”

2.1.2 Geschichtliche Entwicklung der Stellwerksysteme

Die meisten Informationen zu Stellwerken habe ich unter [2, 3] gefunden. Vor der Entwicklung erster Stellwerksysteme, gegen 1850, fuhren die Züge nur tagsüber und auf Sicht, mit der Zunahme des Verkehrs war diese Regelung allerdings nicht mehr zeitgemäß und es mussten andere Möglichkeiten der Steuerung gefunden werden. Deshalb begann man 1846 in Deutschland mit der Entwicklung der ersten Hebelstellwerke.

Hebelstellwerke

Bei den Hebelstellwerken wurden die Weichen und Signale über Seilzüge und

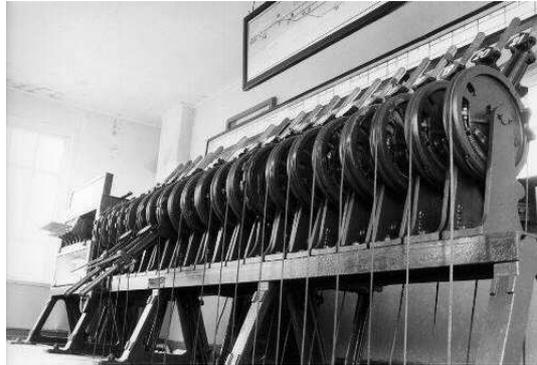


Abbildung 2: Hebelstellwerk

Gestänge gestellt, die unterhalb des Bedienraums verlegt waren. Da es keinerlei elektronische Unterstützung gibt, müssen die Hebel relative groß sein, damit der Fahrdienstleiter die Weiche überhaupt bewegen konnte. In weiteren Entwicklungsformen waren sogar erste Sicherungsmechanismen für Fahrstraßen eingebaut, so konnten bei Kaskadenstellwerken, bestimmte Hebel nur in Abhängigkeit anderer Hebel gestellt werden. Diese Sicherung wurde hauptsächlich durch den Verschluss am unteren Ende des Hebels gesichert; die Erklärung dieses Verschlusses würde allerdings zu weit führen, weswegen ich auf die Webseite www.stellwerke.de verweisen möchte, wo dieser genauer erklärt wird.



Abbildung 3: elektromechanisches Stellwerk

Elektromechanische Stellwerke

Die größte Änderung dieser Stellwerke gegenüber herkömmlichen Hebelstellwerken war, dass durch den Einsatz von Motoren zur Steuerung der Signale und

Weichen der Kraftaufwand zur Betätigung der Hebel gesenkt werden konnte, dadurch konnten auch die großen Hebel durch kleinere „Schalter“ ersetzt werden, was eine Vereinfachung der Handhabung bedeutete.

“Das erste elektrische Stellwerk wurde von der Firma Siemens und Halske auf der elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a.M. im Jahre 1891 vorgeführt. [...] 1894 wurde dann die erste grössere Stellwerksanlage in Prerau, einer Station der österreichischen Kaiser-Ferdinand-Nordbahn ausgeführt und in Betrieb genommen. Diese Anlage umfasste 25 Weichen und 11 Signalantriebe. 1896 wurden auf den Bahnhöfen Westend bei Berlin, in München und Untertürkheim bei Stuttgart elektrische Stellwerke in Betrieb gesetzt.”

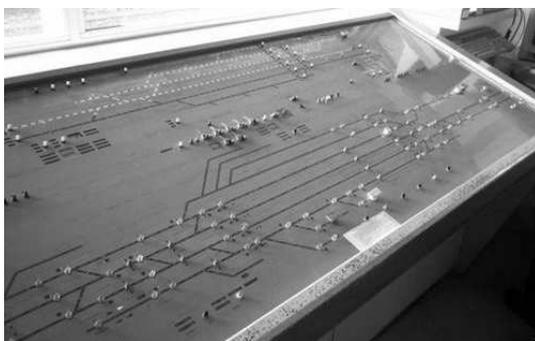


Abbildung 4: Gleisbildtisch

Gleisbild- oder Relaisstellwerke

Die größte Innovation bei diesen Systemen war, dass durch den Einsatz von Relais die Größe der Bauteile herabgesetzt werden konnte. Außerdem wurden Gleisbildtische als Meldeeinrichtung verwendet und der Benutzer war nicht länger auf seine eigene visuelle Wahrnehmung beschränkt. Die Bedienung der Weichen und Signale erfolgte über Drucktasten, mit denen auch erstmals komplette Fahrstrassen anstatt einzelner Weichen eingestellt werden konnten. Das erste Stellwerk dieser Art wurde 1948 in Düsseldorf-Dendorf in Betrieb genommen.

2.1.3 Das alte System in Altona

Wie bereits anfangs erwähnt, gab es vor der Umstellung sieben Anlagen unterschiedlicher Bauart, die alle aus dem Zeitraum von 1911-1952 stammten. Über diese Anlagen steuerten 50 Mitarbeiter insgesamt 160 Weichen und 250 Signale. Zwar wurden im Laufe der Zeit Gleisbildtische eingeführt, an denen die Fahrdienstleiter den Stellbereich besser überblicken konnten, jedoch mussten die einzelnen Weichen und Signale immer noch mit Hebeln gestellt werden. Durch

die große Anzahl der Mitarbeiter waren der Kommunikationsaufwand und die Personalkosten sehr hoch. Außerdem gestaltete sich die Wartung auf Grund der vielen verschiedenen Systeme schwierig.

Deshalb entschied man sich ein elektronisches Stellwerksystem einzuführen.

2.2 Das neue System

2.2.1 Elektronische Stellwerke

Natürlich kann man im Rahmen einer Seminaarausarbeitung nicht die gesamte Funktionsweise eines elektronischen Stellwerks erklären, trotzdem möchte ich versuchen auf den folgenden Seiten wenigstens einen groben Überblick hierfür zu verschaffen.

Obwohl die Technik mit der Erfindung des Transistors und den ersten Mikroprozessoren schnell fortschritt, begann man bei der Bahn erst sehr spät mit der Entwicklung elektronischer Stellwerke (EStW). Das erste EStW wurde erst 1986 in Murnau in Betrieb genommen und einer 2-jährigen Testphase unterzogen, bevor es vom Eisenbahnbundesamt (EBA) abgenommen wurde. Einer der Hauptgründe hierfür waren, die extrem hohen Sicherheitsanforderungen der Bahn. Hier legt man besonderen Wert darauf, dass keine Fehler auftreten und falls doch so sollen sie sich zu sicheren Seite auswirken. Diese Anforderung waren bei mechanischen oder Relais-Stellwerken noch gut nachvollziehbar, da hier bewegliche Teile überprüft, bzw. Leitungsströme gemessen werden konnten. Bei elektronischen Stellwerken jedoch verschwand diese Ebene ganz und die Verifizierung des Programmcodes war und ist um ein Vielfaches komplizierter als die Kontrolle realer Teile. Im folgenden Abschnitt soll nun das EStW beschrieben werden, das 1995 in Hamburg Altona in Betrieb genommen wurde.

2.2.2 Generelle Aufteilung

Das EStW System lässt sich in drei Bereiche einteilen,

1. der Bedienbereich,
2. der Zentralrechnerbereich und
3. der Bereichsrechnerbereich.

Der Bedienraum:

Hier werden alle Mittel zur Verfügung gestellt, die der Fahrdienstleiter (FDL) benötigt, um die aktuelle Lage in seinem Stellbereich zu überblicken. Zum einen gibt es die Bereichsübersicht (BERÜ) die den gesamten Stellbereich in vereinfachter Form darstellt! Da sie nur zur groben Übersicht dient, muss sie signaltechnisch nicht sicher sein, dazu gibt es die sogenannte Lupe, die auf kleineren Bahnhöfen die Bereichsübersicht entbehrlich machen kann. Die Lupe zeigt einen Teil des Stellbereichs mit all seinen signaltechnischen Details, weshalb sie bei dem FDL in schwierigen Situationen einen genauen Überblick verschaffen kann.

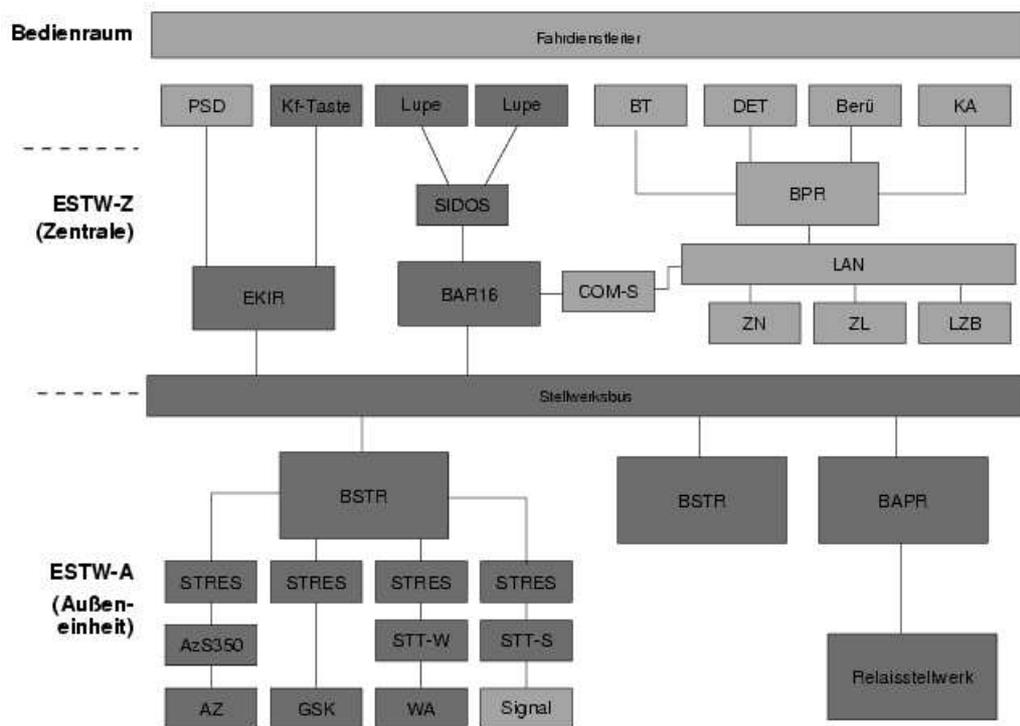


Abbildung 5: Elektronisches Stellwerkssystem

Eine Besonderheit dieses Darstellungsgerätes ist es, dass es seine Daten aus zwei parallelen Kanälen (Graphikkarten) erhält und in bestimmten Zeitabständen zwischen diesen wechselt. Sollte ein Kanal ausfallen oder fehlerhafte Daten senden so kann der FDL das auf einen Blick an seinem Arbeitsplatz erkennen. Neben den heute geläufigen Eingabegeräten, wie Tastatur, Maus und Graphiktablett besitzt das EStW noch eine Kf-Taste, die zur Bestätigung besonders kritischer Kommandos dient. Die Kommunikationsanzeige (KA) und der Protokoll- und Störungsdrucker (PSD) dienen dazu Informationen und Störungen auf dem Bildschirm oder, für spätere Dokumentation, auf Papier auszugeben.

Der Aufbau der EStW-Zentrale:

Die EStW Zentrale, die wegen der hohen Leitungszahl, üblicher Weise in der Nähe des Bedienraums (z.B. im Keller des gleichen Gebäudes) untergebracht ist, fasst die Elemente zusammen die zur stellbereichsübergreifenden Verwaltung der Stellelemente benötigt werden. Die wichtigsten Rechner in diesem Bereich sind der Eingabe-, Kontroll- und Interpretationsrechner (EKIR) und der Bedien- und Anzeigenrechner (BAR16), wobei bei neueren Stellwerken der BAR16 die meisten der Funktionen des EKIR übernimmt und dieser somit über kurz oder lang wegfällt. Der BAR16 hat zum einen die Aufgabe die Lupen anzusteuern, die Umschaltung zwischen den einzelnen Kanälen geschieht in der Sichtgerät-Doppelsteuerung (SIDOS), zum anderen nimmt er die Bedienbefehle des Bedienplatzrechners (BPR) über den Kommunikationsserver (COM-Server) entgegen und überprüft diese auf syntaktische Richtigkeit. Der COM-Server dient also lediglich als Übersetzer zwischen den unterschiedlichen Protokollen des BAR16 und des BPR. Wie bereits anfangs erwähnt, wird ein Großteil der Aufgaben des EKIR bereits vom BAR16 übernommen, seine einzige Aufgabe besteht nur noch darin den PSD und die KA anzusteuern.

Weil der BAR16 der wichtigste Rechner im Stellwerkssystem ist, wird er redundant aufgebaut. Bei SIEMENS heißt das nach dem SIMIS-Prinzip, dem "Sicheren MikroComputerSystem von Siemens". Wie in Abbildung 6 deutlich wird, wird die Eingabe an zwei identische Rechner weitergegeben, diese führen ihre Berechnungen durch und es kommt nur zu einer Ausgabe, falls beide Rechner zum gleichen Ergebnis gekommen sind.

Dieser Aufbau schützt zwar gegen hardwaremäßigen Ausfall, in Altona half das allerdings wenig, da der Fehler in der Software lag und diese auf beiden Rechnern gleich war.

Der Aufbau der EStW-Außeneinheit:

Die Elemente dieser Einheit übernehmen die eigentliche Fahrstraßensicherung, sowie die Ansteuerung der Außenanlagen. Die beiden wichtigsten Rechner sind hier der Bereichsstellrechner (BSTR) und der Bedienanpassrechner (BAPR). Der BSTR ist logisch in den Bereichsrechner und den Stellrechner aufgeteilt. Der Bereichsrechner empfängt Kommandos von dem EKIR bzw. dem BAR16, setzt sich mit den anderen Bereichsrechner darüber auseinander und gibt dann die entsprechenden Kommandos an den Stellrechner weiter. Der Be-

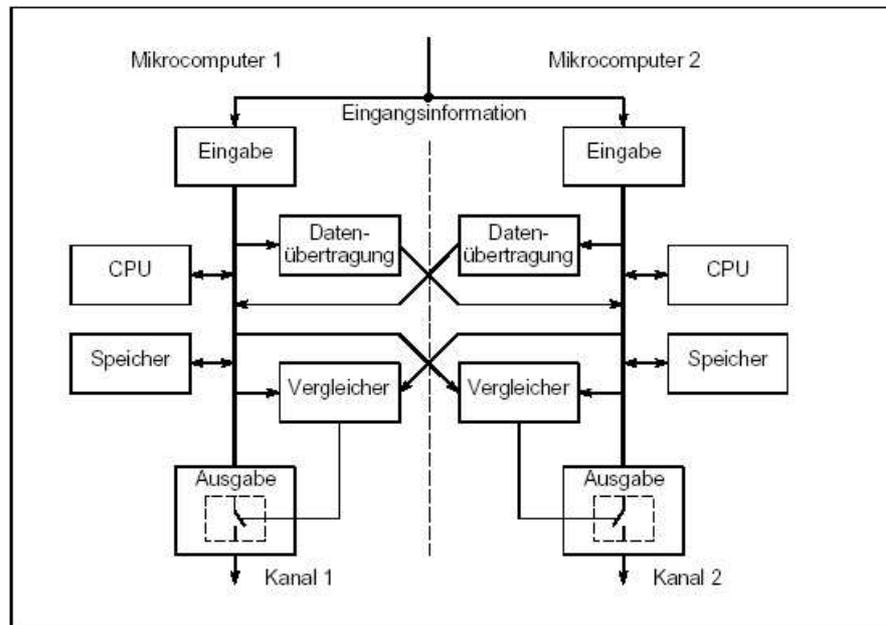


Abbildung 6: SIMIS-Prinzip bei 2v2-Konfiguration

rechner ist damit für die Einhaltung der Fahrstrassenlogik verantwortlich. Der Stellrechner steuert, auf Grund der Kommandos, die entsprechenden Steuerrelais und stellt damit die Fahrstrasse ein. Der BAPR kommt bei älteren Anlagen, die noch nicht vollkommen beschrieben sind, zum Einsatz. Anstatt die alten Anlagen einfach auszutauschen geht man dazu über, den Bediener sozusagen zu simulieren, der BAPR „drückt“ auf Befehl die gewünschten Knöpfe.

Vorteile eines EStW Laut SIEMENS Angaben sollen elektronische Stellwerksysteme gegenüber den herkömmlichen Stellwerksystemen folgende Vorteile bieten:

1. Die einheitliche Technik ist anpassungsfähig und kann in kleinen und großen Stellwerken eingesetzt werden.
2. Das ESTW ist umbau- und erweiterungsfähig durch die Schnittstellenkonzeption.
3. Das ESTW hat einen geringeren Raum und Personalbedarf und bringt eine hohe Kostenersparnis mit sich.
4. Es gewährleistet durch die sicherheitstechnische Konzeption einen gefahrlosen Zugbetrieb und schließt menschliche Fehlbedienungen nahezu aus.

5. Stellt dem Bediener einen ergonomischen Arbeitsplatz zur Verfügung.

Das Stellwerkssystem in Altona kostete 62,5 Mio. DM wovon 2/3 an die Firma Siemens ging, insgesamt waren über 1000 Mitarbeiter (Siemens und Bahn) über 1 Jahr mit der Planung und Realisierung beschäftigt.

3 Die Fehler

3.1 Chronologie des Fehlers

Die Informationen zum Fehler stammen aus [1, 8, 4]

3.1.1 Das Auftreten des Fehlers

Zur Inbetriebnahme des neuen Stellwerkssystems entschloss man sich bei der Bahn, den Bahnhof Altona in der Nacht vom 12. auf den 13. März 1995 zu sperren, und da man es nicht vorgesehen hatte, das alte System weiter zu verwenden wurde auch gleichzeitig ein großer Teil davon entfernt. Ein Fehler wie sich später herausstellen sollte.

Nachdem das neue Stellwerkssystem installiert und gestartet worden war, kam es bereits wenige Stunden später zu einer Sicherheitsabschaltung, das heißt alle Signale wurden auf Rot gestellt und die Rechner wurden automatisch heruntergefahren. Der Reboot dauerte zwar nur zehn Minuten, jedoch kam es gegen 7.00 Uhr und gegen 9.00 Uhr erneut zu einer Sicherheitsabschaltung und flüssiges arbeiten war nicht möglich. Da das alte System bereits abgebaut war, konnte man auch nicht mehr auf manuellen Betrieb zurück schalten. Daraufhin entschied man bei der Bahn, dass der Bahnhof so lange gesperrt werden sollte bis der Fehler gefunden und behoben worden war. Lediglich der Güterverkehr war noch eingeschränkt möglich.

Für die Passagiere bedeutete diese Sperrung einen Umweg von bis zu 25 km bis zum nächsten Bahnhof. Als Notlösung entschied man sich dazu, die Passagiere nach Altona, von den Bahnhöfen Hamburg-Pinneberg und Hamburg-Harburg, mit der S-Bahn zu transportieren. Der Fernverkehr wurde komplette um Altona herumgelenkt, was mit Verspätungen von bis zu 40 min. verbunden war. Diese Verspätungen wirkten sich auf ganz Deutschland aus und man fand später heraus, dass zu dieser Zeit jeder fünfte Fernreisezug in Deutschland Verspätung hatte.

Dieser Zustand hielt insgesamt zwei Tage an, dann konnte das überarbeitete System in Betrieb genommen werden. Leider waren die Bahnmitarbeiter jedoch nicht genug geschult worden, so dass auch Wochen nach der Inbetriebnahme immer noch Probleme auftraten.

‘Erst nach einer Woche lief der Betrieb störungsfrei.’ Schön wär´s. Ich bin gerade erst (7. 4.) mit dem IC von Berlin nach Hamburg gefahren. Kein Halt in Altona ‘wegen eines Computerfehlers’. Auf den

Fahrplänen in Hamburg Hbf. sind die Abfahrtszeiten in Altona mittlerweile ganz gestrichen. Interessant übrigens, daß Siemens vor ca. 1,5 Jahren in Berlin ähnliche Probleme hatte. Hier haben sie einen ihrer Rechner ebenfalls zur Steuerung eines Stellwerks eingesetzt, und genau wie in Altona hat die Möhre regelmäßig den gesamten Betrieb lahmgelegt. Vielleicht sollte mal jemand in eine Märklin-Anlage investieren, mit der der Weltkonzern seine Programme vorher ausprobieren kann ...[7]

3.2 Der Softwarefehler

Das Problem in Altona lag am Zentralrechner, dem BAR16. Für jede Zugbewegung wurde in diesem Rechner ein Wert auf einem STACK abgelegt, leider hatte man sich bei der Dimensionierung des STACKs verrechnet, er hatte eine Größe von 3,5 KByte, die bereits bei normalem Berufsverkehr um wenige Bytes überschritten wurde. Dadurch kam es zu einem STACK-Overflow. Schlimmer als die falsche Stackgröße war jedoch, dass die Fehlerroutine die einen Overflow abfangen sollte, falsch programmiert war. Sie führte in eine Endlos-Schleife und damit in einen inkonsistenten Zustand des ganzen Systems. Dieser wurde von anderen Sicherungsmechanismen erkannt und das System wurde daraufhin herunter gefahren.

3.3 Die Fehlersuche

Es dauerte fast einen Tag, bis der Softwarefehler gefunden und im Siemens Testcenter in Braunschweig reproduziert werden konnte. Die Behebung des Fehlers war denkbar einfach, da der STACK lediglich um wenige Byte zu klein war, entschloss man sich 500 KByte zusätzlich zur Verfügung zu stellen und die Fehlerroutine wurde korrigiert. Allerdings mussten die Änderungen noch von Eisenbahn Bundesamt abgesegnet werden, bevor diese in Altona wirksam werden konnten, was wiederum einen Tag dauerte. Nach zwei Tagen war das elektronische Stellwerkssystem in Altona wieder einsatzbereit.

4 Zusammenfassung

4.1 Hätte der Fehler vermieden werden können?

Wie auch in den anderen Softwarefehlern des Seminars gezeigt wurde gehören Stack-Overflows mit zu den häufigsten Ursachen für Softwareprobleme und lassen sich nur sehr schwer voraussagen. Die einzige Möglichkeit damit umzugehen ist, geeignete Fehlerroutinen zu schreiben die verhindern das solche Probleme in inkonsistente Zustände führen.

Natürlich lag der Ausfall an der nicht sorgfältig genug programmierten Fehlerroutine die in eine Endlos-Schleife führte. Durch eine sauber programmierte

Routine wäre das Problem wahrscheinlich gemeldet worden, und man hätte direkt gewusst wo die Ursache liegt. Dies zeigt auch das vor der Auslieferung nicht ausreichend genug getestet worden war, besonders der BAR16, der eine komplette Neuentwicklung war. Obwohl meine Quellen keine genau Informationen darüber enthielten, gehe ich davon aus, dass bei einem Projekt solcher Größe ein gewisser Zeitdruck bestand, der sich negativ auf die Tests auswirkte. Ebenfalls unklar bleibt, warum man den STACK lediglich um 0,5 Kb erhöhte und nicht um z.B. um 1 Mb um auch für längere Zeit auf der sicheren Seite zu sein.

Das Hauptproblem in Altona war jedoch, meiner Meinung nach, dass man bei der Bahn zu viel von dem neuen System erwartete und deswegen keine Alternativen für den Fehlerfall vorsah. Dies zeigt sich auch darin das die Bediener auch Wochen nach dem eigentlichen Softwarebug noch immer nicht optimal mit dem System arbeiten konnten.

Eine längere Einführungsphase, in der das alte und das neue System parallel gelaufen wären, hätte zumindest die Auswirkungen des Fehlers lindern können.

4.2 Andere Softwareprobleme im Bahnwesen

Ausfall des neuen S-Bahnstellwerkes in Berlin Anscheinend hatten sich die Verantwortlichen der Berliner S-Bahn nicht die Vorkommnisse in Altona angesehen. Anders läßt es sich nicht erklären, dass auch hier, im Oktober 1996, der Bahnbetrieb für 4 Stunden eingestellt werden mußte, nachdem ein neues Stellwerksystem der Firma Siemens eingeführt wurde. Das Problem lag hier jedoch nicht an einem Fehler in der Software, sondern daran, dass nicht alle benötigten Daten auf der Festplatte installiert waren. Das System erkannte auch hier das etwas nicht stimmte und stellte alle Signale auf Rot, und da schon alle "alten" Stellmöglichkeiten abgebaut waren, konnte man auch hier nicht darauf zurückgreifen.

Geisterzug in der U-Bahn In der U-Bahn von San Francisco tauchte vor Jahren immer mal wieder ein Geisterzug im Stellwerksystem auf, dieser Zug existiert nur in der Software. Für die Mitarbeiter bedeutete das, dass die entsprechenden Signale und Weichen überprüft werden mußten und gegebenenfalls von Hand korrigiert werden mußten. Außer Verspätungen und Ärger bei den Fahrgästen hatte dieser Bug aber keine Folgen. Ob der Fehler auch heute noch existiert, kann ich leider nicht sagen.[4]

Das Jahr-2001-Problem in Norwegen Am 1.1.2001 versagten bei 29 norwegischen Hochgeschwindigkeitszügen die Computer, weil sie mit der Datumsumstellung nicht zurecht kamen. Als Lösung stellte man das Datum einfach einen Monat zurück.

Der Fehler lag hier anscheinend daran, daß das Jahr 2000 nicht 53 Wochen

und einige Tage hatte, sondern genau 54 Wochen und der Computer auf diese Besonderheit nicht reagieren konnte.[4]

Literatur

- [1] Klaus Brunnstein. Altona Software giltch. *Risk Digest - catless.ncl.ac.uk/Risks/16.93.html*, 16(93), 95.
- [2] Holger Kötting. Alles über Stellwerke. *www.stellwerke.de*, 2000.
- [3] Ulrich Maschek. Analyse zur Gestaltung elektronischer Stellwerke. *http://www.maschexx.de/estw/estw.htm*, 1996.
- [4] Peter Leiter Max Baum, Matthias Göhner. Softwarefehler in der Eisenbahn und Luftfahrt. *http://atzenger18.informatik.tu-muenchen.de/lehre/seminare/semsoft/unterlagen_02/eisenbahn/website/*, 2003.
- [5] Walter Mehl. Deutsche Bahn erwägt, Schadensersatz zu fordern Siemens-Rechner legt Stellwerk in Hamburg fuer zwei Tage lahm. *http://www.computerwoche.de/heftarchiv/1995/19950324/a16000.html*, 12, 95.
- [6] Frank Möcke. Alle Räder stehen still. *c't - Magazin*, 5, 95.
- [7] [via Email]. Leserbrief. *www.heise.de/kiosk/archiv/ct/95/06/008/art.htm*, 95.
- [8] Debora Weber-Wulff. More on German Train Problems. *Risk Digest - catless.ncl.ac.uk/Risks/17.2.html*, 17(2), 95.

Abkürzungen

BAPR	Bedien-Anpassrechner
BAR16	Bedien- und Anzeigerechner (16 Bit)
BERÜ	Bereichsübersicht
BPR	Bedienplatzrechner
BSTR	Bereichsstellrechner
BT	Bedien-Tablett
COM-S	Kommunikations-Server
DAG	Datenanschlussgerät
DET	Daten-Eingabetastatur
EKIR	Eingabe-, Kontroll- und Interpretationsrechner
EstW	elektronisches Stellwerk
FDL	Fahrdienstleiter
KA	Kommunikationsanzeige
KF-T	Kommandofreigabetaste
PSD	Protokoll- und Störungsdrucker
RSTW	Relaisstellwerk
SIDOS	Sichtgerät-Doppelsteuerung