

Wissenschaftliche Softwareentwicklung

A. Bugverwaltung

Till Biskup

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

11.09.2023





- ❏ Software ist (fast) nie fehlerfrei. Je früher Fehler entdeckt (und behoben) werden, desto besser und billiger.
- ❏ Die Wahrscheinlichkeit von Fehlern sollte aktiv minimiert werden (Wahl der Programmiersprache, Werkzeuge, ...).
- ❏ Fehler sollten grundsätzlich in Tests verwandelt und auch in Entwicklungsversionen behoben werden.
- ❏ Eine Bugverwaltung hilft Anwendern und Entwicklern durch Strukturierung und Automatisierung.
- ❏ Eine Bugverwaltung sollte fest in die restliche Infrastruktur und Abläufe bei der Projektentwicklung eingebunden sein.

Zur Herkunft des Begriffs

Als Insekten noch Rechner zum Absturz brachten...




9/9

0800 Antan started
1000 " stopped - antan ✓
13⁰⁰ MC (032) MP-MC ~~1.982147000~~
(033) PRO 2 2.130476415 ~~(03)~~ 4.615925059(-2)
convct 2.130676415

Relays 6-2 in 033 failed special speed test
in relay " " 11.00 test.

Relays changed

1100 Started Cosine Tape (Sine check)
1525 Started Multi Adder Test.

1545  Relay #70 Panel F
(moth) in relay.

First actual case of bug being found.

~~1630~~ Antanant started.
1700 closed down.

Relay 2145
Relay 3376

Logbuch-Seite des Mark II Aiken Relay Calculator mit dem ersten Bug (1947)
NH 96566-KN courtesy of the Naval History & Heritage Command

Ausgangspunkt: Software ist (fast) nie fehlerfrei

Umgang mit Fehlern in Software

Motivation: Warum eine Bugverwaltung?

Handhabung: Fehlerberichte, Feedback, Integration

Bug

Programmfehler oder Softwarefehler,
allgemein ein Fehlverhalten von Computerprogrammen

„Weinberg's Second Law“

“ *If builders built buildings
the way programmers wrote programs,
then the first woodpecker that came along
would destroy civilization.*

– Gerald Weinberg

- Validierung
 - „Wird das richtige Produkt entwickelt?“
 - Prüfung der Eignung einer Software für ihren Einsatzzweck auf Grundlage eines vorher erstellten Anforderungsprofils
- Verifizierung
 - „Wird das Produkt richtig erstellt?“
 - Feststellung, ob ein Computerprogramm seiner (formalen) Spezifikation entspricht (korrekt ist)
 - Aufspüren vorhandener Fehler
- ☛ Validierung ist nicht formalisierbar, da die Anforderungen nicht formalisiert vorliegen.
- ☛ Eine formale Verifizierung ist im Allgemeinen nicht möglich.

Satz

Erreichen formale Systeme einen bestimmten Grad an Komplexität, so lassen sich Aussagen angeben, die man weder beweisen noch widerlegen kann.

- vereinfachte Formulierung des (ersten) Gödelschen Unvollständigkeitssatzes
- weitreichende Implikationen für Mathematik und Informatik
- ☛ Die Fehlerfreiheit eines Programms lässt sich in der Regel nicht beweisen.

K. Gödel, *Monatshefte für Mathematik und Physik* 38:173-198, 1931

A. Turing, *Proceedings of the London Mathematical Society* 42:230-265, 1936

- Fehler treten oft erst beim Anwender auf.
 - Fehlerfreiheit i.d.R. nicht beweisbar
 - Fehlersuche nur so gut wie die Suchenden
- Eine transparente und strukturierte Möglichkeit, Fehler an die Entwickler zu melden, hilft allen Beteiligten (Anwendern wie Entwicklern).
 - Formalisierung und Automatisierung von Abläufen
 - *Bugtracker* essentieller Aspekt einer Projekt-Infrastruktur
- Entwickler sollten ein großes Interesse daran haben, möglichst früh von Fehlern in ihrer Software zu erfahren.
 - je früher ein Fehler gefunden/behoben wird, desto billiger
 - Bugs können mitunter massive Konsequenzen haben.

Software ist (fast) nie fehlerfrei

Bugs sollten ernstgenommen werden



Jungfernflug der Ariane 5 am 04.06.1996; Copyright ©: ESA

Drei mögliche ernsthafte Konsequenzen

- Kosten
 - Beispiel Ariane-5-Jungfernflug:
ca. 370 Mio. USD und nachfolgende Verdienstauffälle
 - Menschenleben
 - Beispiel Therac-25-Bestrahlungsgerät:
3 Tote, 3 Schwerverletzte
 - Reputation
 - hauptsächliche Konsequenz in den Wissenschaften
- ☛ Bugs können immense Folgen haben.
 - ☛ Der Umgang mit Bugs kann entscheidend sein.
(zügig, umfassend, Ursachen beheben)

Ausgangspunkt: Software ist (fast) nie fehlerfrei

Umgang mit Fehlern in Software

Motivation: Warum eine Bugverwaltung?

Handhabung: Fehlerberichte, Feedback, Integration

Strategien im Umgang mit Fehlern

- vermeiden bzw. Wahrscheinlichkeit minimieren
 - Strategien während der Entwicklung
- frühzeitig entdecken und beheben
 - sowohl bei der Entwicklung als auch im Betrieb
 - Faustregel: je früher erkannt, desto billiger behebbar
 - ernst nehmen
- Fehler in Tests verwandeln
 - sowohl bei der Entwicklung als auch im Betrieb
 - setzt Verwendung automatisierter Tests voraus
- Fehler überall beheben
 - Hotfix muss in Entwicklerversionen einfließen
 - Regression durch Weiterentwicklung vermeiden

Vermeiden bzw. Wahrscheinlichkeit minimieren

- *Coding Conventions*
 - keine „cleveren Tricks“
 - sprechende und konsistente Benennung von Variablen etc.
- geeignete Programmiersprache
 - Mechanismen zur Fehlerdetektion (z.B. starke Typisierung)
 - formale Spezifikationen: „*design by contract*“
 - ggf. einfach zu erlernende/verwendende Sprache
- Werkzeuge zur Fehlerdetektion
 - z.B. statische Code-Analysatoren
- lesbarer Code
 - vereinfacht das Finden von Fehlern (bei Code-Reviews etc.)
- Disziplin

Frühzeitig entdecken und beheben

- Anforderungsanalyse
 - Was soll eine gegebene Routine/Software machen?
 - Voraussetzung für die Validierung
- klare Kriterien für korrektes Verhalten von Programmteilen
 - Voraussetzung für die Definition von Tests
 - setzt tiefes Verständnis der Zusammenhänge voraus
- Definition von Tests (zur Verifizierung)
 - Voraussetzung: Modularisierung und Testbarkeit
 - Automatisierung der Tests
- Qualitätssicherung bei der Entwicklung
 - regelmäßige Code-Reviews
 - Kultur des Umgangs mit Fehlern und Unzulänglichkeiten

Fehler in Tests verwandeln

- Voraussetzung
 - Existenz von (möglichst) automatisierten Tests
 - modularer, testbarer Code
 - strukturierter Ablauf für den Umgang mit Fehlern
 - Idee
 - Ein einmal aufgetretener Fehler kann wieder auftreten.
 - Automatisierte Tests kosten nichts und geben Sicherheit.
 - Umsetzung
 - Testsuiten laufen automatisiert, häufig und regelmäßig.
 - Jeder bekannte Fehler wird in einen Test verwandelt.
- ☛ Sowohl in der Entwicklung als auch bei Produktivsystemen

Fehler überall beheben

■ häufige Situation

- 1 Fehler wurde in veröffentlichter Version gefunden.
- 2 Hotfix zur Fehlerbehebung
- 3 Hotfix fließt nicht in Entwicklerversionen ein.
- 4 Nächste Veröffentlichung enthält alte Fehler (Regression).

■ Lösungsansatz

- Fehler in Test verwandeln
- Test gegen Entwicklerversionen laufen lassen
- Entwicklerversionen ggf. anpassen

■ Voraussetzungen

- Existenz von (möglichst) automatisierten Tests
- Versionsverwaltungssystem
- strukturierter Ablauf für den Umgang mit Fehlern

Ausgangspunkt: Software ist (fast) nie fehlerfrei

Umgang mit Fehlern in Software

Motivation: Warum eine Bugverwaltung?

Handhabung: Fehlerberichte, Feedback, Integration

Gründe für die Nutzung einer Bugverwaltung

- Strukturierung und Vereinfachung von Abläufen
 - beschleunigend, befreiend, strukturierend
 - klare Referenz für jeden Fehler
- Dokumentation aufgetretener Fehler
 - vermeidet Doppelungen
 - wichtig für Nachvollziehbarkeit/Überprüfbarkeit
- Entkopplung von Nutzern und Entwicklern
 - keine direkte Interaktion notwendig
 - wichtig bei mehreren Entwicklern/größerer Nutzerbasis
- Diskussion der weiteren Entwicklung
 - *Bugtracker als Issue Tracker*
 - *Feature Requests*

Strukturierung und Vereinfachung von Abläufen

- ein zentraler Ort
 - bewahrt den Überblick
 - einfacher Zugriff
 - einheitliches Format
- Automatisierung und klare Abläufe
 - Kontakt zwischen Berichter und Entwickler ausschließlich über Bugtracker
 - Andere Entwickler können einspringen/übernehmen.
 - Zuweisung, Rückfragen, Benachrichtigungen möglich
- Transparenz
 - Berichter ist jederzeit über Entwicklung im Bilde.
 - keine Doppelungen dank Referenz auf bekannte Fehler

Dokumentation aufgetretener Fehler

- vermeidet Doppelungen
 - Referenz auf andere Fehler möglich
 - Fehlerberichte können als Duplikat markiert werden.
- bewahrt die Übersicht
 - Nicht jeder Fehler wird gleich behoben.
 - Manche Fehler ähneln sich.
 - Identifizierung häufiger Fehlerursachen und ggf. Anpassung der Entwicklungsstrategie
- wichtig für Nachvollziehbarkeit/Überprüfbarkeit
 - insbesondere bei Auswertungssoftware
 - im Zusammenhang mit Versionsverwaltung und Versionsnummern
 - Fehler nach betroffenen Versionen anzeigbar

Entkopplung von Nutzern und Entwicklern

- Entkopplung von Auftreten und Behebung
 - Nutzer kann Fehler berichten
 - Entwickler kann später den Fehler beheben
 - Jeder weiß jederzeit, welche Fehler noch offen sind.
- erleichtert die Übernahme von Projekten
 - Fehlerberichte zentral an einem Ort
 - komplette Historie der Diskussionen verfügbar
 - Fehlerberichte durchsuchbar nach vielen Kriterien: offene Bugs, Zuweisung zu Meilensteinen, ...
- skaliert
 - kein Flaschenhals wie bei Emails an den Hauptentwickler
 - funktioniert auch noch mit vielen Entwicklern/Nutzern

Diskussion der weiteren Entwicklung

- *Bugtracker* dienen dem Austausch
 - ähnlich einem Forum, aber fokussierter
 - klare Referenzen zu Programmverhalten
 - fokussiert auf Verhalten des Programms:
keine Programmierkenntnisse notwendig, um beizutragen
- *Feature Requests*
 - Nutzer können weitere Funktionalität anfragen.
 - Lassen sich genauso kategorisieren, suchen, zuweisen, . . .
- Begutachtung von Code
 - Jeder Entwickler kann mitdiskutieren.
 - *Patches* und *Pull Requests*
 - Verknüpfung mit Versionsverwaltung

Ausgangspunkt: Software ist (fast) nie fehlerfrei

Umgang mit Fehlern in Software

Motivation: Warum eine Bugverwaltung?

Handhabung: Fehlerberichte, Feedback, Integration

Verantwortung der Nutzer: brauchbare Fehlerberichte

- Möglichst präzise Fehlerbeschreibung
 - Was wollte der Nutzer erreichen?
 - Was war stattdessen das Verhalten des Programms?
 - Ist der Fehler reproduzierbar?
- Details zum verwendeten System
 - Betriebssystem
 - Programmversion
 - ggf. Versionen abhängiger Bibliotheken
- Schwere des Fehlers
 - *blocker, critical, major, minor, enhancement*
 - hilft bei der Einschätzung der Wichtigkeit und Dringlichkeit

👉 Wichtig: keine sensiblen Informationen in Fehlerberichte!

Verantwortung der Entwickler: zeitnahes Feedback

- Nutzer ernst nehmen
 - zeitnahe Antwort auf einen Fehlerbericht
 - wichtig für die Motivation, weiter Bugs zu berichten
 - Fehler immer zuerst in der Software vermuten
- Fehler lokal reproduzieren
 - ggf. fehlende Informationen vom Nutzer erfragen
 - Diskussion *nur* im/über den Bugtracker (Dokumentation!)
 - sensible Informationen (z.B. Daten) ggf. auf anderem Weg
- Wichtigkeit und Dringlichkeit einschätzen
 - kann sich ggf. ändern
 - ggf. einem Entwickler zuweisen oder selbst übernehmen
 - wenn weniger dringend: Zuordnung zu Meilenstein etc.

“ *I've found the root cause of our problems.*

It's people.

They're buggy.

– Dilbert

- ☛ Nutzer sind immer für Überraschungen gut.
 - oft vollkommen andere Herangehensweise
 - Nutzer sind i.d.R. eindeutig in der Überzahl.
- ☛ Nutzer sind auch (nur) Menschen.
 - reflektierter und geduldiger Umgang (Kant)
 - Fehler immer erst bei sich suchen

Integration in bestehende Infrastruktur und Abläufe

- Versionsverwaltung
 - bei kritischem Fehler in veröffentlichter Version: Hotfix und in Entwicklerversion(en) einpflegen
 - Bugfixes i.d.R. von neuen Features trennen
- Versionsnummern
 - nach Bugfix inkrementieren
 - *Changelog*: Verweis auf behobene Fehler (mit Nummer)
- Tests
 - Fehler in Tests verwandeln
- ☛ Plattformen wie GitHub integrieren Bugtracker, Wiki etc.
- ☛ Separate Werkzeuge haben Vorteile



- ❏ Software ist (fast) nie fehlerfrei. Je früher Fehler entdeckt (und behoben) werden, desto besser und billiger.
- ❏ Die Wahrscheinlichkeit von Fehlern sollte aktiv minimiert werden (Wahl der Programmiersprache, Werkzeuge, ...).
- ❏ Fehler sollten grundsätzlich in Tests verwandelt und auch in Entwicklungsversionen behoben werden.
- ❏ Eine Bugverwaltung hilft Anwendern und Entwicklern durch Strukturierung und Automatisierung.
- ❏ Eine Bugverwaltung sollte fest in die restliche Infrastruktur und Abläufe bei der Projektentwicklung eingebunden sein.