

Wissenschaftliche Softwareentwicklung

Bausteine einer rechnergestützten Datenauswertung,
die den Kriterien der Wissenschaftlichkeit genügt

A. Bugverwaltung

Till Biskup

Physikalische Chemie

Universität Rostock

07.11.2024





- 🔑 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.

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.