Softwaretechnik II

Sommersemester 2014

Grundlagen des Softwaretestens

Stefan Berlik

Fachgruppe Praktische Informatik
Fakultät IV, Department Elektrotechnik und Informatik
Universität Siegen

16. April 2014

Gliederung

Organisatorisches

Lehrmodul: Grundlagen des Softwaretestens

- Dieses Lehrmodul basiert i.W. auf folgendem Buch

  Riedemann, Eike Hagen:
  Testmethoden für sequentielle und nebenläufige Software-Systeme.
  Teubner, Stuttgart, 512 S., 1997
- Das Buch ist leider vergriffen, aber online frei verfügbar unter
  `http://ls10-www.cs.uni-dortmund.de/~riedemann/Homepage/PRUEF.html`
- Abgedeckt werden die wesentlichen Themen der von Dr. Riedemann gehaltenen Spezialvorlesung *Software-Testmethoden II*, an dessen Folien sich diese Unterlagen orientieren
- Nachzulesen sind die Themen in folgenden Kapiteln

Grundlagen	Kapitel 2
Statische Analyse	Kapitel 12
Nächste Vorlesung	
Black-Box-Testen	Kapitel 4-6
White-Box-Testen	Kapitel 7-9

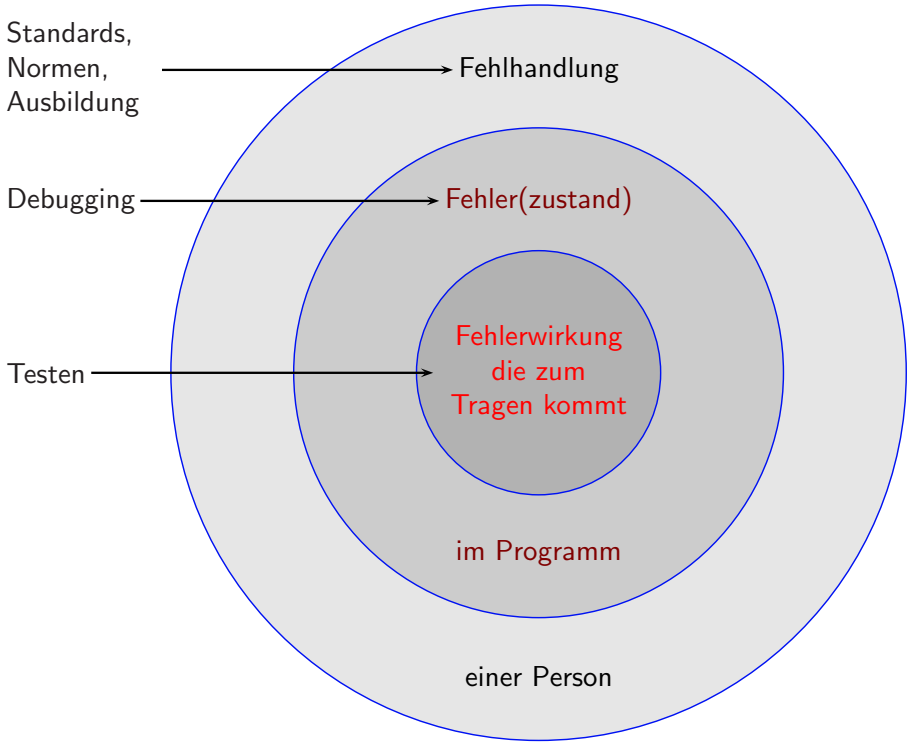
Was gilt als Fehler oder Mangel?

- Wann liegt ein **nicht anforderungskonformes** Verhalten des Systems vor?
- Eine Situation kann nur dann als **fehlerhaft** eingestuft werden, wenn vorab festgelegt wurde, wie die **erwartete, korrekte, also nicht fehlerhafte Situation** aussehen soll
- Ein **Fehler** ist demnach die Nichterfüllung einer festgelegten Anforderung, d.h. eine **Abweichung** zwischen dem **Ist-Verhalten** das während der Ausführung der Tests oder des Betriebs festgestellt wurde und dem **Soll-Verhalten** wie es in der Spezifikation oder den Anforderungen festgelegt wurde
- Ein **Mangel** liegt vor, wenn eine gestellte Anforderung oder eine berechtigte Erwartung nicht angemessen erfüllt wird

Ursachenkette für Fehler

- Jeder Fehler oder Mangel ist seit dem Zeitpunkt der Entwicklung in der Software vorhanden. Er kommt jedoch erst bei der Ausführung der Software zum Tragen.
- Dieser Sachverhalt wird als **Fehlerwirkung (failure)** bezeichnet (auch als Fehlfunktion, äußerer Fehler, Ausfall bezeichnet)
- Die Ursache hierfür ist ein **Fehlerzustand (fault)** in der Software (auch als Defekt, innerer Fehler bezeichnet)
- Dessen Ursache liegt in einer **Fehlhandlung (error)** einer Person

Entstehung von Fehlern & Gegenmaßnahmen



Testbegriff

- Testen ist eine **stichprobenartige** Prüfung
- Testen ist **nicht** Debugging
- **Fehlerfreiheit** ist durch Testen **nicht erreichbar**
- „Kein umfangreiches Softwaresystem ist fehlerfrei“

Software-Qualität

- **Frage**:
  Was ist Software-Qualität?
- **Antwort**:
  Die Erfüllung von Qualitätszielen / Umsetzung von Qualitätsmerkmalen
- „**Qualität** ist die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produkts oder einer Tätigkeit, die sich auf deren Eignung zur Erfüllung gegebener Erfordernisse bezieht.“ (DIN 55350 Teil 11)
- **Qualitätsmerkmale** (DIN ISO 9126)
  - Funktionalität
  - Zuverlässigkeit
  - Benutzbarkeit
  - Effizienz
  - Änderbarkeit
  - Übertragbarkeit
- Siehe hierzu auch: U. Kelter, Software-Qualitätsmodelle (SWT-II, SoSe 2007)

Testaufwand

- „Testen ist ökonomisch sinnvoll, solange die Kosten für das Finden und Beseitigen eines Fehlers im Test niedriger sind als die Kosten, die mit dem Auftreten eines Fehlers bei der Nutzung verbunden sind.“

  [M. Pol, T. Koomen, A. Spillner: Management und Optimierung des Testprozesses. dpunkt-Verlag, 2. Auflage, 2002.]

- Erfolgreiches Testen senkt die **Kosten**

Validation und Verifikation

Validation Prüfung, ob ein Entwicklungsergebnis die individuellen Anforderungen bezüglich einer speziellen beabsichtigten Nutzung erfüllt.

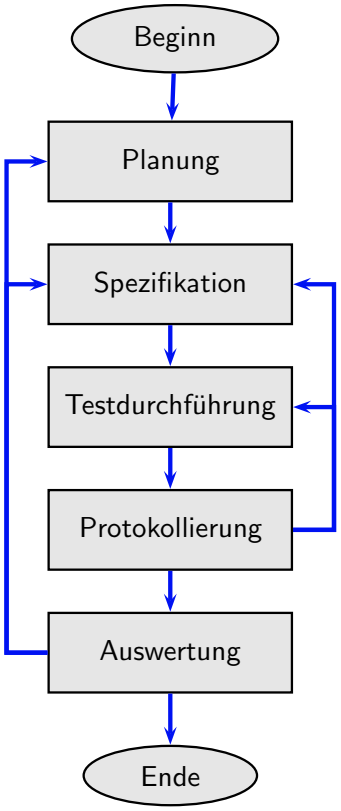
Wurde das **richtige System** realisiert?

Verifikation Prüfung, ob die Ergebnisse einer Entwicklungsphase die Vorgaben der Phaseneingangsdokumente erfüllen.

Wurde das System **richtig realisiert**?

Phasen des Testprozesses

- Testplanung
- Testspezifikation
- Testdurchführung
- Testprotokollierung
- Auswertung und Bewertung des Testendes



Testplanung

- Planung der Ressourcen
  - Mitarbeiter
  - Werkzeuge
  - Geräte usw.
- Festlegung der Teststrategie
  - Wie **intensiv** sollen welche **Systemteile** getestet werden?
  - Welche **Testmethoden** sollen verwendet werden?
  - Welcher **Überdeckungsgrad** soll erreicht werden?
  - **Priorisierung** der Tests (unter Berücksichtigung des **Risikos** im Fehlerfall)
  - **Werkzeugunterstützung** einplanen (Einsatz, Beschaffung, Einarbeitung)
- Festzulegen im Testkonzept (engl. *test plan*)

Testspezifikation

- Unter Anwendung der gewählten Testmethoden sind die entsprechenden **Testfälle** zu **spezifizieren**
- Grundlage sind alle Dokumente, aus denen Anforderungen an das Testobjekt hervorgehen (**Testbasis**)
- Unterscheidung: **logische** Testfälle vs. **konkrete** Testdaten
- **Testdaten** umfassen mehr als nur Eingabedaten:
  - **Vorbedingung** (Ausgangsbedingung)
  - **Randbedingungen**, die einzuhalten sind
  - Vor der Testdurchführung ist festzulegen, welche Ergebnisse bzw. welches Verhalten erwartet wird (**Soll-Verhalten** bzw. -Ergebnis)
  - **Nachbedingung**, die erfüllt sein muss

Testspezifikation - Testfälle

- Drei Gruppen von Testfällen lassen sich unterscheiden
  - Testfälle zur Prüfung der spezifizierten und vom Testobjekt zu liefernden Ergebnisse und Reaktionen
    Positiv-Test: erwartete Eingaben bzw. erwartete Bedienung (engl. *normal*)
  - Testfälle die die **spezifizierte** Behandlung von Ausnahme-und Fehlersituationen überprüfen
    Negativ-Test: erwartete Fehleingaben bzw. erwartete Fehlbedienung (engl. *exceptional*)
  - Testfälle zur Prüfung der Reaktion des Testobjekts auf ungültige und **unerwartete** Eingaben bzw. Randbedingungen, für die **keine Ausnahmebehandlungen** (engl. exception handling) **spezifiziert** wurden
    Negativ-Test: unerwartete Fehleingaben bzw. unerwartete Fehlbedienung (engl. *catastrophical*)

Testdurchführung und Testprotokollierung

- Vorab auf Vollständigkeit der zu testenden Teile prüfen
- Vorabprüfung der **Hauptfunktionen**
  Treten hier bereits Fehlerwirkungen auf, ist ein tiefes Einsteigen in den Test wenig sinnvoll

- Die Durchführung der Tests ist exakt und vollständig zu **protokollieren**
  - Stellt die Nachvollziehbarkeit auch für nicht direkt beteiligte Personen (z.B. den Kunden) sicher
  - Weist nach, ob die geplante Teststrategie tatsächlich umgesetzt wurde
  - Aus dem Testprotokoll muss hervorgehen, welche Teile wann, von wem, wie intensiv und mit welchem Ergebnis getestet wurden

Auswertung und Bewertung des Testendes

- Wurde ein Fehler gefunden? Ist eine Fehlerwirkung nachweisbar?
  $\rightarrow$ Nichtübereinstimmung von Soll-und Ist-Ergebnis!
  Allerdings können auch
  - das Soll-Ergebnis
  - die Testumgebung
  - die Testfallspezifikation

  falsch bzw. **fehlerhaft** sein

- **Fehlerklasse** bestimmen, **Priorität** für die Beseitigung festlegen

- **Das Testen beenden?**
  - Gewünschter Überdeckungsgrad erreicht?
    Problem: Unerreichbarer Programmcode
  - Weiterer Aufwand gerechtfertigt?
  - Faktoren zur Entscheidung, ob das Testen beendet wird
    In der Praxis: Zeit und Kosten

Statischer Test vs. dynamischer Test

- Während des Entwicklungsprozesses werden unterschiedliche Dokumente erstellt
  - Informelle Texte
  - Modelle
  - Formale Texte
  - Programmcode
  - ...
- Programme sind **statische** Beschreibungen *dynamischer* Prozesse
- **Statische Tests** führen das Testobjekt nicht aus, sondern **überprüfen** es nur ‚als solches'
- **Dynamische Tests** prüfen **Prozesse**, die aus der ‚Interpretation' einer Beschreibung (Testobjekt) resultieren

Statischer Test

- **Analyse** des Testobjekts (meist eines Dokuments) durch intensive **Betrachtung**
- **Ziel**: Ermittlung von Fehlerzuständen (**Defekten**) im Dokument
- **Grundidee**: **Prävention**
  Fehlerzustände und Abweichungen sollen **so früh wie möglich** erkannt werden – noch bevor sie im weiteren Verlauf der Softwareentwicklung zum Tragen kommen und **aufwändige Nachbesserungen** verursachen

Manuelle vs. automatisierte Prüfung

- Analyse des Prüfobjekts durch **Mensch** bzw. **Werkzeug**
- **Review**
  - **Manuelle Prüfung** durch eine oder mehrere **Personen**
  - Durchführbar mit **allen Dokumenten**, die während des Softwareentwicklungsprozesses erstellt oder verwendet werden (z.B. auch Verträge)
- **Statische Analyse**
  - **Automatisierte Prüfung** durch entsprechendes **Werkzeug**
  - Nur bei Dokumenten mit **formaler Struktur** möglich

Manuelle Prüftechniken

- Nutzen **menschliche Analyse-und Denkfähigkeit**, um komplexe Sachverhalte zu prüfen und zu bewerten
- Methode: Intensives **Lesen** und **Nachvollziehen** der untersuchten Dokumente
- Es existieren verschiedene Varianten, die sich durch die **Intensität**, die benötigten **Ressourcen** (z.B. Personen und Zeit) und die verfolgten **Ziele** unterscheiden

Review

- Bezeichnung für ein **bestimmtes Vorgehen** bei der Prüfung von Dokumenten
- Allgemein auch als **Oberbegriff** für verschiedene, von Personen durchgeführte statische Prüfverfahren gebräuchlich
- Alternativ häufig als **Inspektion** bezeichnet
- **Alle Dokumenttypen** können einem Review oder einer Inspektion unterzogen werden, z.B.
  - Anforderungsbeschreibung
  - Entwurfsspezifikationen
  - Programmtexte
  - Testpläne
  - Benutzungshandbuch usw.
- Oft sind Reviews die einzige Möglichkeit, die **Semantik** solcher Dokumente zu überprüfen

Grundlegende Arbeitsschritte

- Ein Review umfasst **fünf Arbeitsschritte**
  1. **Planung** (welche Dokumente (deren Status?), Aufwand, Reviewteam)
  2. **Einführung** (Vorstellung Prüfdokument, Checklisten)
  3. **Vorbereitung** (individuell, Beschränkung auf bestimmte Aspekte)
  4. **Reviewsitzung**
  5. **Nachbereitung** (Autor: Mängel beseitigen; Manager: überprüfen, ggf. weiteres Review, Auswertung)

Rollen im Reviewprozess

Manager Wählt die Prüfobjekte, stellt das Reviewteam zusammen, leitet sämtliche Planungsaktivitäten

Moderator Leitet die Sitzung, vermittelt, ist unvoreingenommen

Autor Ersteller des Dokuments oder Hauptverantwortlicher

Gutachter (Reviewer, Inspektor) Gruppe von Fachexperten

- Maximal fünf
- Kennzeichnen mangelhafte Teile des Prüfobjektes
- Benennen als gut befundene Dokumententeile auch so

Protokollant Aus pragmatischen Gründen kann es manchmal sinnvoll sein, den Autor selbst das Protokoll führen zu lassen

Review-Sitzung (1)

- Vom Moderator geführt
- Üblicherweise auf festen **Zeitrahmen** beschränkt (max. 2 Stunden)
  - Falls nötig wird eine weitere Sitzung abgehalten
  - Frühestens jedoch am nächsten Tag
- **Ziel**: Beurteilung des Prüfobjektes in Bezug auf die Einhaltung und Umsetzung der Vorgaben und Richtlinien
- Die **Bewertung** der einzelnen Befunde wie auch die **Gesamtbeurteilung** soll von allen Gutachtern getragen werden

Review-Sitzung (2)

- Moderator hat das Recht, eine Sitzung **abzusagen** oder **abzubrechen**, wenn
  - einer oder mehrere Gutachter nicht erschienen oder ungenügend vorbereitet sind
  - er aus irgendeinem Grund nicht imstande ist, die Sitzung erfolgreich und effizient zu leiten
- Das **Resultat** (also das zu prüfende Dokument, das Prüfobjekt) und **nicht der Autor** stehen zur Diskussion
  - Gutachter müssen auf ihre Ausdrücke und Ausdrucksweisen achten
  - Autor darf weder sich noch das Resultat verteidigen
    Der Autor sollte deshalb keinen *Angriffen* ausgesetzt werden, die ihn zur *Verteidigung* nötigen
  - Rechtfertigung seiner Entscheidungen wird teilweise als legitim und hilfreich angesehen
- **Moderator** darf **nicht** gleichzeitig als **Gutachter** fungieren
- **Keine allgemeinen Stilfragen** außerhalb der Richtlinien werden diskutiert

Review-Sitzung (3)

- Entwicklung und Diskussion von **Lösungen** ist **nicht** Aufgabe des Reviewteams
- Jeder Gutachter muss Gelegenheit haben, seine Befunde angemessen präsentieren zu können
- Der Konsens der Gutachter zu einem Befund ist laufend zu protokollieren
- Befunde nicht in Form von Anweisungen an den Autor protokollieren
  - Anweisungen in Form zusätzlicher konkreter Korrekturvorschläge werden allerdings teilweise als durchaus sinnvoll und hilfreich für die Qualitätsverbesserung angesehen

Review-Sitzung (4)

- Einzelne Befunde werden gewichtet, z.B. als
  - **Kritischer Fehler**
    Prüfling oder Prüfobjekt ist für den vorgesehenen Zweck unbrauchbar, Fehler *muss* vor der Freigabe behoben werden
  - **Hauptfehler**
    Nutzbarkeit des Prüflings beeinträchtigt, Fehler *sollte* vor der Freigabe behoben werden
  - **Nebenfehler**
    Geringfügige Abweichung, z.B. Rechtschreibfehler oder Mangel im Ausdruck, beeinträchtigt den Nutzen kaum
  - **Gut**
    Fehlerfrei, bei Überarbeitung nicht ändern

Review-Sitzung (5)

- Review-Team gibt **Empfehlung** über die Annahme des Prüflings ab
  - **Akzeptieren** → keine Änderungen nötig
  - **Akzeptieren mit Änderungen** → kein weiteres Review nötig
  - **Nicht akzeptieren** → weiteres Review oder andere Prüfmaßnahme erforderlich
- **Protokoll** enthält Liste aller Befunde, die in der Sitzung diskutiert wurden sowie zusätzlich
  - Informationen zum Prüfobjekt und den verwendeten Dokumenten
  - Beteiligte Personen und ihre Rollen
  - Kurze Zusammenfassung der wichtigen Punkte
  - Ergebnis der Reviewsitzung mit der Empfehlung der Gutachter
- Am Schluss unterschreiben alle Sitzungsteilnehmer das Protokoll

Review-Nachbereitung

- **Manager** entscheidet, ob er der **Empfehlung** folgt oder eine **andere Entscheidung** trifft, für die er dann aber die alleinige Verantwortung trägt
- War das **Resultat** des ersten Reviews **nicht akzeptabel** muss ein **weiteres**, meist jedoch verkürztes **Review** durchgeführt werden
- Im Regelfall werden die **Mängel** durch den Autor auf Grundlage der Review-Ergebnisse **beseitigt**
- Ordnungsgemäße Durchführung der **Überarbeitung** ist zu **kontrollieren**, meist durch den Manager

Walkthrough (1)

- „Manuelle, informale Prüfmethode, um Fehler, Defekte, Unklarheiten und Probleme in schriftlichen Dokumenten zu identifizieren. Der Autor präsentiert das Dokument in einer Sitzung den Gutachtern.“ [Balzert, Lehrbuch der Softwaretechnik, 1998]
- **Sitzung** bildet den Schwerpunkt
- Vorbereitung hat im Vergleich zu den anderen Review-Arten den geringsten Umfang, teilweise kann sogar darauf verzichtet werden
- In der Sitzung übernimmt der **Autor** die Rolle des **Moderators** und ggf. auch die des **Protokollanten**; er stellt das Prüfobjekt den Gutachtern vor (problematisch)

Walkthrough (2)

- Meist werden typische **Anwendungsfälle** (Benutzungssituationen, Szenarien) **ablauforientiert** durchgespielt
- Alternativ können auch einzelne **Testfälle** nachgespielt werden
- Gutachter versuchen durch meist spontane Fragen, mögliche Fehler und Probleme aufzudecken
- Geeignet für **kleine Entwicklungsteams** und für Prüfungen *unkritischer* Dokumente
- **Wenig Aufwand**, da Vor- und Nachbereitungen von geringem Umfang bzw. nicht zwingend erforderlich sind
- Für die Nacharbeit ist der Autor verantwortlich, eine **Kontrolle** findet **nicht** statt

Reviews – Vorteile (1)

- Fehler werden frühzeitig erkannt und beseitigt
  - **Produktivitätssteigerung** in der Entwicklung, da weniger Ressourcen für die Fehlererkennung und -beseitigung benötigt werden
  - **Verringerung** des Aufwands für den dynamischen **Test**, da im Testobjekt weniger Fehlerzustände vorhanden sind
- Es ergeben sich oft **kürzere Entwicklungszeiten**
- **Reduzierte Fehlerhäufigkeit** im Einsatz des Systems
- Durch die geringere Zahl an Fehlern und Ungenauigkeiten ist eine **Kostenreduzierung** während der Produkt-Lebenszeit zu erwarten
  - **Ungenauigkeiten** der Kundenwünsche in den Anforderungen können durch Reviews aufgedeckt und sofort geklärt werden
  - Die Anzahl der **Änderungswünsche** nach der Inbetriebnahme des Softwaresystems kann so verringert werden

Reviews – Vorteile (2)

- Überprüfungen im Team führen zu einem **Wissensaustausch** unter den beteiligten Personen, was die **Arbeitsmethoden** der einzelnen Personen **verbessert** und damit auch die Qualität der nachfolgenden Produkte dieser Personen
- Da das Review in einer Gruppe stattfindet, ist eine klare und **verständliche Darstellung** der Sachverhalte notwendig
- Oft bringt bereits dieser Zwang den Autor zu **Einsichten**, die er vorher nicht hatte
- Die **Verantwortung** für die Qualität des untersuchten Prüfobjekts trägt das **Team**

Reviews kosten ...und sparen

- **Kosten** für Reviews betragen etwa 10%-15% des Entwicklungsbudgets
- **Einsparungen** zwischen 14% und 25% sind möglich, die Mehrkosten für die Reviews schon eingerechnet
- Bei konsequenter Nutzung lassen sich bis zu **70% der Fehler** in einem Prüfling finden

Statische Analysen

- **Ziel**: Aufdeckung vorhandener **Fehlerzustände** oder fehlerträchtiger Stellen in einem Dokument
  - Bezeichnung *statische Analyse* weist darauf hin, dass auch diese Form der Prüfung **keine Ausführung** der Prüfobjekte (z.B. eines Programms) beinhaltet

- **Beispiele**
  - **Rechtschreibprüfung**
    Führt statische Analyse eines Textes durch, prüft die Einhaltung korrekter Schreibweise
  - **Compiler**
    Führt statische Analyse eines Programmtextes durch, prüft die Einhaltung der **Syntax** der Programmiersprache

Statischen Analyse und Werkzeugunterstützung

- Zu analysierendes Dokument muss eine **formale Struktur** haben, um durch ein Werkzeug überprüft werden zu können

- **Informeller Text** kann unterhalb der Oberflächenstruktur (jenseits der Rechtschreibung und elementaren Grammatik) nur mit Methoden der KI (künstliche Intelligenz) analysiert werden

- Statische Analyse ist **nur** mit Werkzeugunterstützung sinnvoll

Statische Analyse und Reviews

- Enger Zusammenhang
  - Durch eine statische Analyse eines formalen Dokumentes können bereits einige Fehler und Unstimmigkeiten nachgewiesen werden und damit die Menge der im Review zu berücksichtigenden Aspekte erheblich verringert werden
  - Da statische Analysen werkzeuggestützt durchgeführt werden, ist der Aufwand wesentlich niedriger als beim Review

- Deshalb empfiehlt sich folgender **Ablauf**
  1. Statische Analyse
  2. Review

Statische Analyse von Programmquellcode

- **Compiler** führen eine statische Analyse des Programmtextes durch indem sie die Einhaltung der **Syntax** der jeweiligen Programmiersprache prüfen

- Die meisten Compiler bieten darüber hinaus **zusätzliche Informationen**, die durch statische Analysen ermittelt werden

- Neben Compilern gibt es spezielle Werkzeuge, die zur gezielten Durchführung einzelner oder ganzer Gruppen von Analysen eingesetzt werden, sogenannte **Analysatoren**

- **Fehler(zustände)** bzw. **fehlerträchtige Situationen**, die mit der statischen Analyse von Programmquellcode nachgewiesen werden können, sind beispielsweise
  - Verletzung der **Syntax**
  - Abweichungen von **Konventionen** und **Standards**
  - **Kontrollflussanomalien**
  - **Datenflussanomalien**

Kontrollflussanalyse

- Durch die **Anschaulichkeit** des Kontrollflussgraphen lassen sich die Abläufe eines Programmstücks leicht erfassen
  - Bei **unübersichtlichen Graphen** bzw. Teilgraphen mit kaum nachvollziehbarem Zusammenhang oder Ablauf sollte der **Programmtext überarbeitet** werden, da komplexe Ablaufstrukturen oft **fehlerträchtig** sind
- **Kontrollflussanomalie**: Statisch feststellbare Unstimmigkeit im Ablauf des Testobjekts wie z.B.
  - nicht erreichbare Anweisungen
  - Sprünge aus Schleifen heraus
  - Sprünge in Schleifen hinein
  - Programmstücke mit mehreren Ausgängen
- Diese **Unstimmigkeiten** müssen keine Fehler sein, widersprechen aber den Grundsätzen der strukturierten Programmierung
- Voraussetzung: Graph wurde durch einem **Werkzeug** erstellt, das eine eins-zu-eins–Abbildung zwischen Programmtext und Graph gewährleistet

Datenflussanalyse

- Verfolgung der **Pfade** von Daten durch den Programmcode

Beispiel

Datenfluss in einfacher Methode (s. Tafel)

- Nicht immer können Fehler nachgewiesen werden, oft wird in diesem Zusammenhang dann ebenfalls von **Anomalien** oder **Datenflussanomalien** gesprochen
  - **Lesen** einer Variablen **ohne vorherige Initialisierung**
  - **Nicht-Verwendung eines** zugewiesenen **Wertes** einer Variablen

Datenfluss-Anomalien

- Drei Zustände bzw. Verwendungen von Variablen werden unterschieden
  - **Undefiniert (u)**: Die Variable hat keinen definierten Wert
  - **Definiert (d)**: Der Variablen wird ein Wert zugewiesen
  - **Referenziert (r)**: Der Wert der Variablen wird gelesen bzw. verwendet
- Drei Arten von Datenflussanomalien werden unterschieden
  - **ur-Anomalie**: Ein undefinierter Wert (u) einer Variablen wird auf einem Programmpfad gelesen (r)
  - **du-Anomalie**: Die Variable erhält einen Wert (d) der allerdings ungültig (u) wird, ohne dass er zwischenzeitlich verwendet wurde
  - **dd-Anomalie**: Die Variable erhält auf einem Programmpfad ein zweites Mal einen Wert (d), ohne dass der erste Wert (d) verwendet wurde
- **Zusammengefasst**: Datenfluss-Anomalie ist die
  - **referenzierende** Verwendung einer Variablen **ohne vorherige Initialisierung**
  - oder die **Nicht-Verwendung** eines Wertes einer Variablen

Bewertung der Datenfluss-Analyse

- Zwischen den die zu den Anomalie verursachenden Anweisungen können **beliebig viele andere** Anweisungen stehen
  - Anomalien sind dann **nicht mehr offensichtlich**
  - Können bei einer **manuellen** Prüfung leicht übersehen werden
  - **Werkzeug** zur Datenflussanalyse deckt die Anomalien auf (z.B. Live- / Avail-Algorithmus bzw. algebraische Methode nach Forman)
- **Nicht jede** Anomalie führt direkt zu **fehlerhaftem** Verhalten
  - Eine **du-Anomalie** hat beispielsweise nicht immer direkte Auswirkungen (das Programm kann korrekt laufen)
  - Dennoch lohnt sich meist eine **genauere Untersuchung** der anomalen Programmstellen, um weitere, semantisch tiefsinnigere **Unstimmigkeiten** ausfindig zu machen
- **Modellierungs-/Berechnungs-Probleme**
  - **dynamische** Strukturen (Bäume, Listen)
  - Zugriff auf Arrays mit **variablem Index**

Kontrollfragen

Nach dieser Vorlesungseinheit sollten Sie folgende Fragen beantworten können

- Definieren Sie die Begriffe Fehlhandlung, Fehlerzustand, Fehlerwirkung.
- Erläutern Sie den Unterschied zwischen Testen und Debugging.
- Definieren Sie die Begriffe Verifikation und Validation.
- Nennen Sie die Hauptmerkmale der Softwarequalität nach ISO 9126.
- Erläutern Sie die Phasen des fundamentalen Testprozesses.
- Erläutern Sie den Unterschied zwischen statischem und dynamischem Test.
- Welche manuellen statischen Prüftechniken werden unterschieden?
- Warum sind Reviews ein effizientes Mittel zur Qualitätssicherung?
- In welchem Zusammenhang stehen Reviews und die statische Analyse?
- Warum kann die statische Analyse nicht alle Fehlerzustände eines Programms aufdecken?
- Grenzen Sie die Kontrollfluss- und Datenfluss-Analyse voneinander ab.
- Welche Arten von Datenflussanomalien werden unterschieden?