# 71. Test Tools



Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann

Institut für Software- und Multimediatechnik

Lehrstuhl Softwaretechnologie

Fakultät für Informatik

TU Dresden

http://st.inf.tu-dresden.de

Version 13-0.1, 02.01.14

1) Aufgaben und Arten
2) Einzelne Funktionalitäten
    1) Klassifikationsbaum-Methode
    2) Coverage
3) Ausgewählte Testumgebungen
    1) JouleUnit
    2) MATE
    3) Andere
4) Simulation
    1) Debugger

# Obligatory Literature



- English Glossary: ISTQB Glossary 1.3
  - http://www.istqb.org/download.htm
  - http://www.imbus.de/engl/download/ct/glossary-current.pdf
- Deutscher Glossar:
  - http://www.imbus.de/glossary/glossary.pl?filter=&show_Deutsch=on&pagetype=&Display=
- IMBUS testing http://www.imbus.de

# Literature

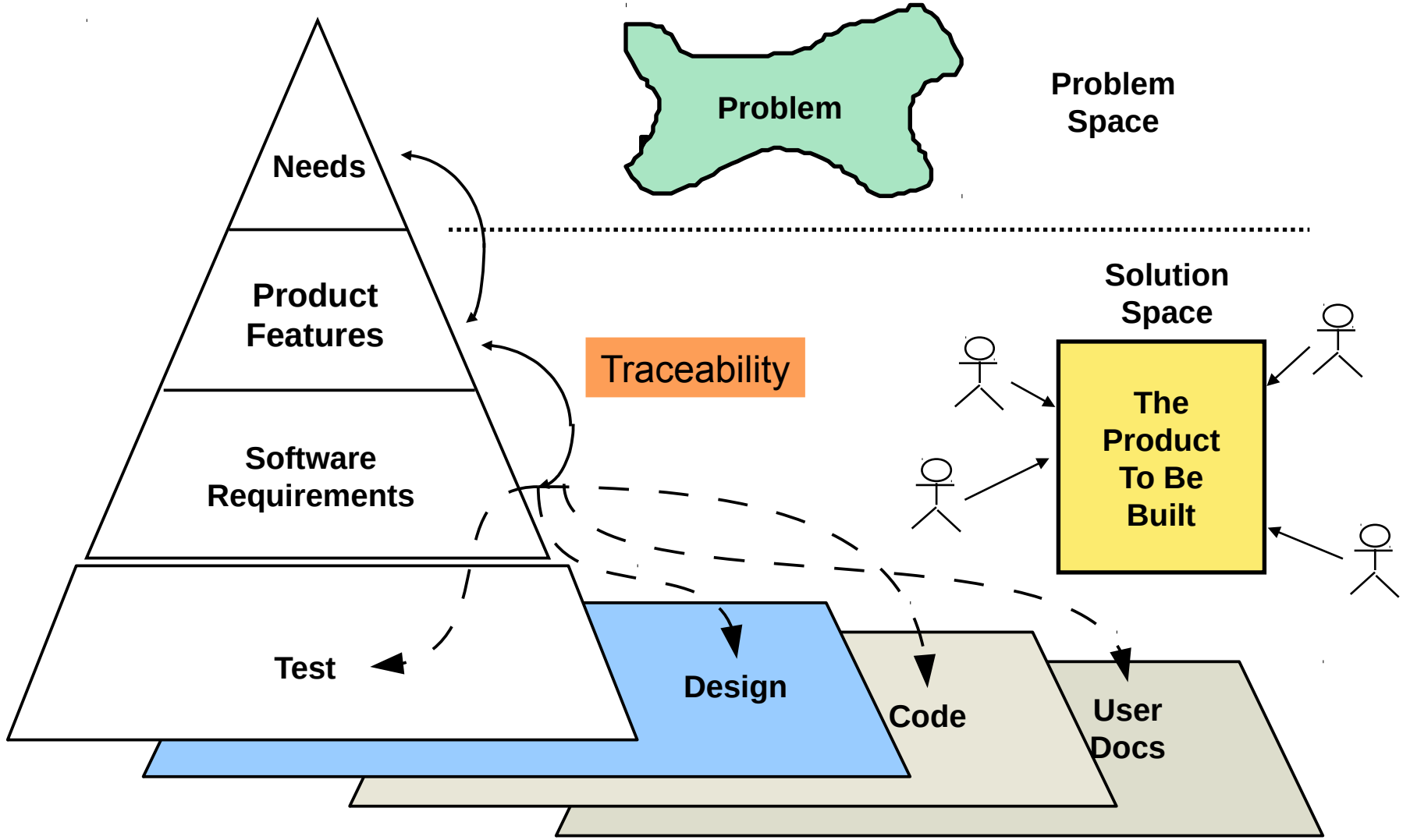


- Peter Liggesmeyer: Software-Qualität - Testen, Analysieren und Verifizieren von Software. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin 2002, S.34. ISBN 3-8274-1118-1
- http://de.wikipedia.org/wiki/Dynamisches_Software-Testverfahren
- http://www.testingstandards.co.uk/Component%20Testing.pdf Britischer Standard mit schönen Definitionen

# Quality Managment in MDSD (QM, Quality Assurance, QA)

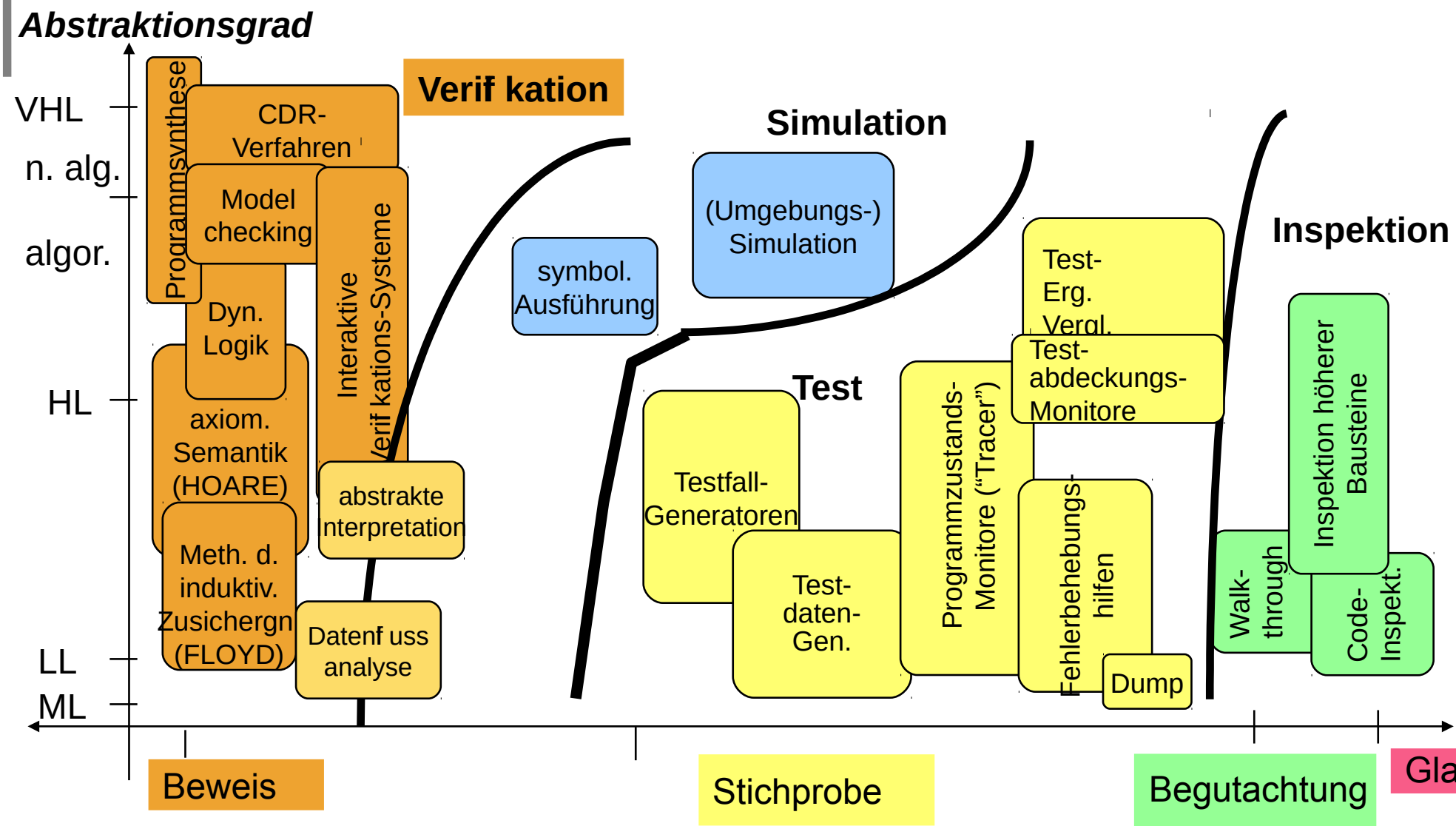


- Quality Management consists of Requirements Management and Test Management on connected requirements, test, design, implementation models



# Verifikations- und Validations-Techniken zur Qualitätssicherung (QS)






Prof. U. Aßmann, Softwareentwicklungswerkzeuge (SEW)

**Quelle:** Hesse, W.: Methoden und Werkzeuge zur Software-Entwicklung: Einordnung und Überblick; Informatik-Fachberichte Bd. 43 Springer Verlag 1981

# 71.1 Aufgaben und Arten von Testwerkzeugen

# Aufgaben von Testwerkzeugen



**Testwerkzeuge** sind Softwaresysteme, die die Validation der FURPS-Qualitätsmerkmale von Programmen auf Basis von **Test-Methoden unterstützen**.

- **Statische Programmanalyse**, ohne dass das Programm ausgeführt wird.
- **Dynamische Programmanalyse** durch Ausführung (oder Simulation) in einer geeigneten Testumgebung mit ausgesuchten Testdaten (**Stichproben-Test**).
- **Verfolgbarkeit** zu Anforderungen wird durch **Code-Modellabbildungen** gesichert

| Statische Testmethode (Analyse) | Zweck |
|---|---|
| Symbolische Ausführung | Ausführung mit symb. Werten |
| Simulation | Ausführung mit konkreten Werten durch einen Simulator; ressourcenintensiv, aber realistisch (z.B. Debugging) |
| Abstrakte Interpretation | Ausführungen mit abstrakten Werteklassen |
| Datenflussanalyse | Abstrakte Interpretation mit Fokus auf Erreichbarkeit von Werten |
| Kontrollflussanalyse | Abstrakte Interpretation mit Fokus auf Ermittlung von Kontrollflussbedingungen |
| Metriken | Zählverfahren für statische Merkmale von Programmen |

# Prüftechniken im Dynamischen Test



- Strukturorientierter Test (Überdeckung, coverage test)
  - Kontrollflussorientiert (Maß für die Überdeckung des Kontrollflusses, code coverage)
    - Anweisungs-, Zweig-, Bedingungs- und Pfadüberdeckungstests
  - Datenflussorientiert (Maß für die Überdeckung des Datenflusses, data-flow coverage)
    - Defs-/Uses Kriterien, Required k-Tupels-Test, Datenkontext-Überdeckung
- Funktionsorientierter Test (Funktionsabdeckung, Test gegen eine Spezifikation)
  - Äquivalenzklassenbildung, Zustandsbasierter Test, Ursache-Wirkung-Analyse z. B. mittels Ursache-Wirkungs-Diagramm, Transaktionsflussbasierter Test, Test auf Basis von Entscheidungstabellen
- Diversifizierender Test (Vergleich der Testergebnisse mehrerer Versionen)
  - Regressionstest, Back-To-Back-Test, Mutationen-Test
- Sonstige Mischformen
  - Bereichstest bzw. Domain Testing (Verallgemeinerung der Äquivalenzklassenbildung), Error guessing, Grenzwertanalyse, Zusicherungstechniken

| **“Black-Box” Test** | **“Grey-Box” Test** | **“White-Box” Test** |
|---|---|---|
| **Funktionsabdeckung**<br>Äquivalenzklassenanalyse<br>Grenzwertanalyse<br>intuitive Testfallermittlung<br>Zufallstest<br>Fehlererwartung | “Back-to-Back”-Test<br>Test spezieller Werte<br>zustandsbasierter Test | **Strukturabdeckung**<br>Codeüberdeckung<br>Anweisungsüberdeckg.<br>Zweigüberdeckung<br>Entscheidungsüberd.<br>Weg-Überdeckung |

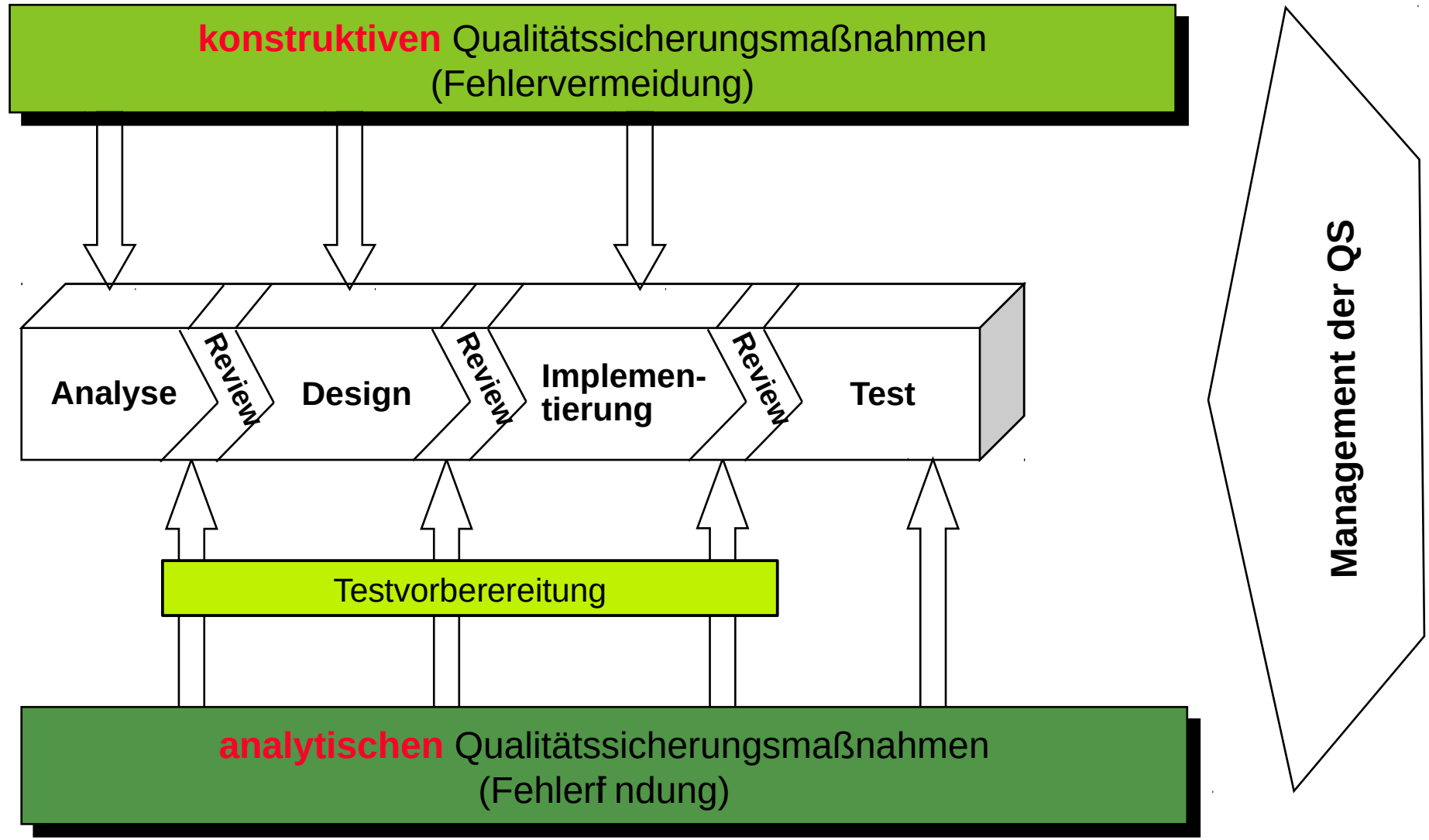
[Liggesmeyer]

http://de.wikipedia.org/wiki/Softwaretest

# Kategorisierung der QS-Maßnahmen



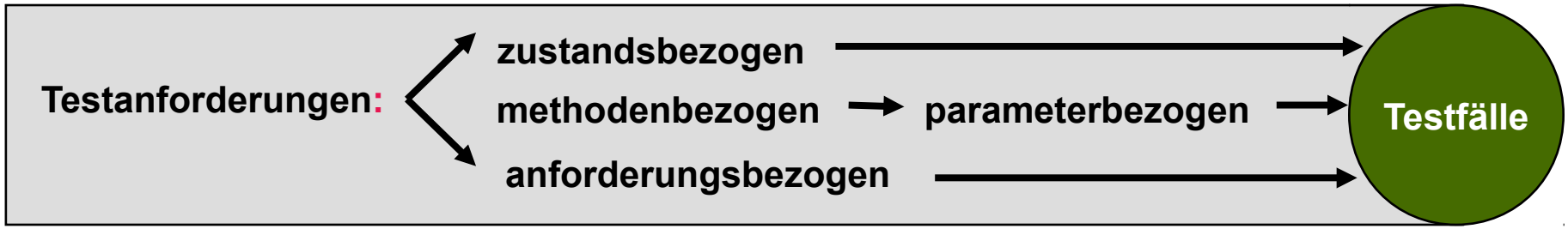
Maßnahmen der Software- Qualitätssicherung (QS) werden differenziert nach:



# Der Testfall in objektorientiertem Test und das Testmodell



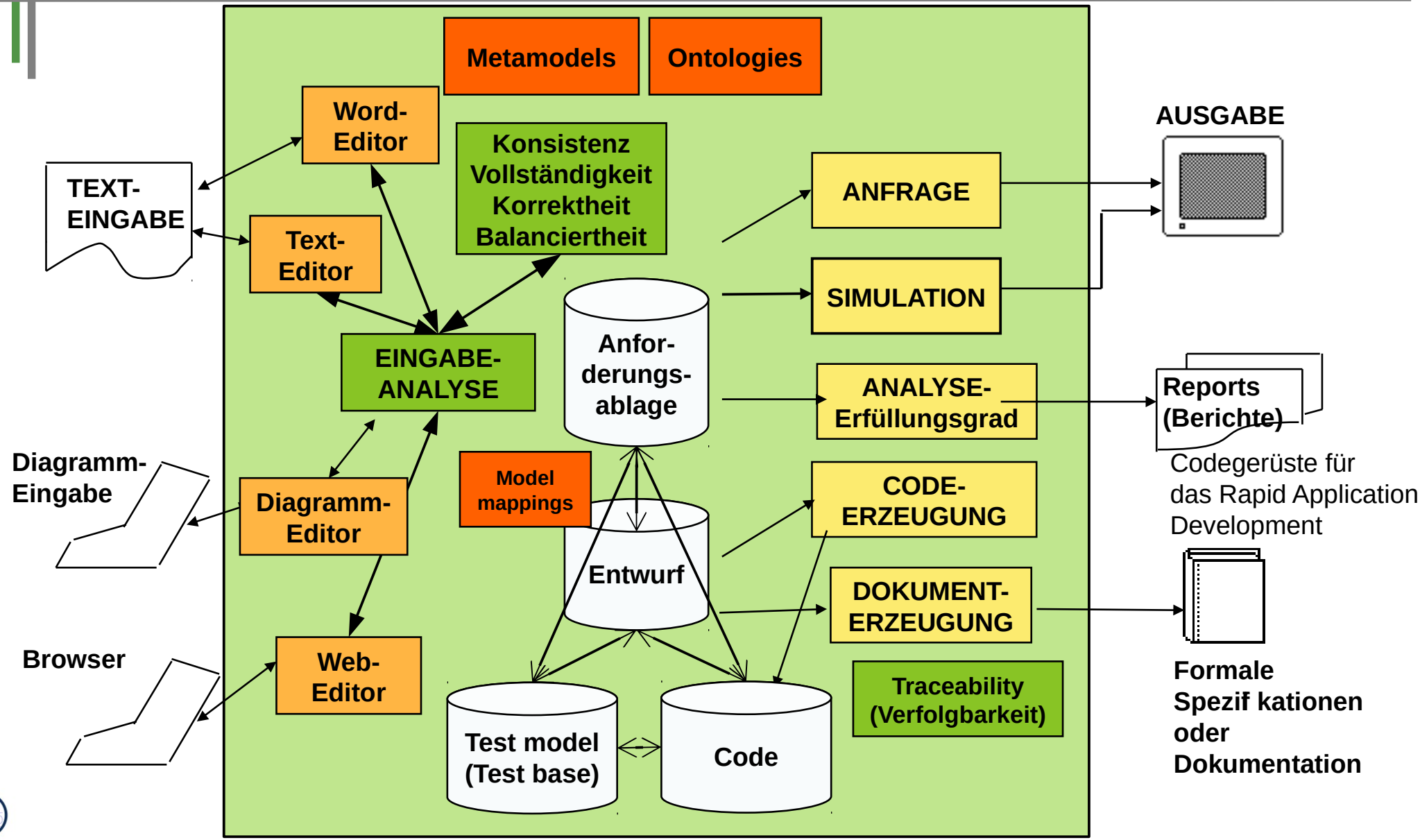
- Ein **Testfal**l besteht aus:
  - ein (mehrere) Test-Objekt in einem gewünschten Ausgangszustand
  - ein (mehrere) Parameter für den Aufruf einer Methode des Objektes
    - Durch den Methodenaufruf ändert sich der Zustand des Objektes
  - einer Prüfung, ob das veränderte Objekt dem erwarteten Endzustand entspricht (Soll/Ist-Vergleich)
- Statische Testfälle sind zu genauso modellieren, werden aber durch statische Analysen verifiziert
- Für QM müssen statische und dynamische Testfälle im Repository **persistiert** werden, d.h.
  - Es gibt ein *Testmodell* mit einem *Test-Metamodell*
  - Die Beziehung des Testmodells zu Requirements und zum Code **(Verfolgbarkeit, traceability)** muss durch die Evolution des Systems aufrecht erhalten werden




**Quelle:** Kugel, Thomas: Qualitätssicherung in der Praxis der Softwareerstellung; Vortrag der GI-Regionalgruppe Dresden am 18.10.2001; URL: http://www.gi-dresden.de/f les/181001.pdf

# QM with Traceability between Tests, Requirements, Design, and Code

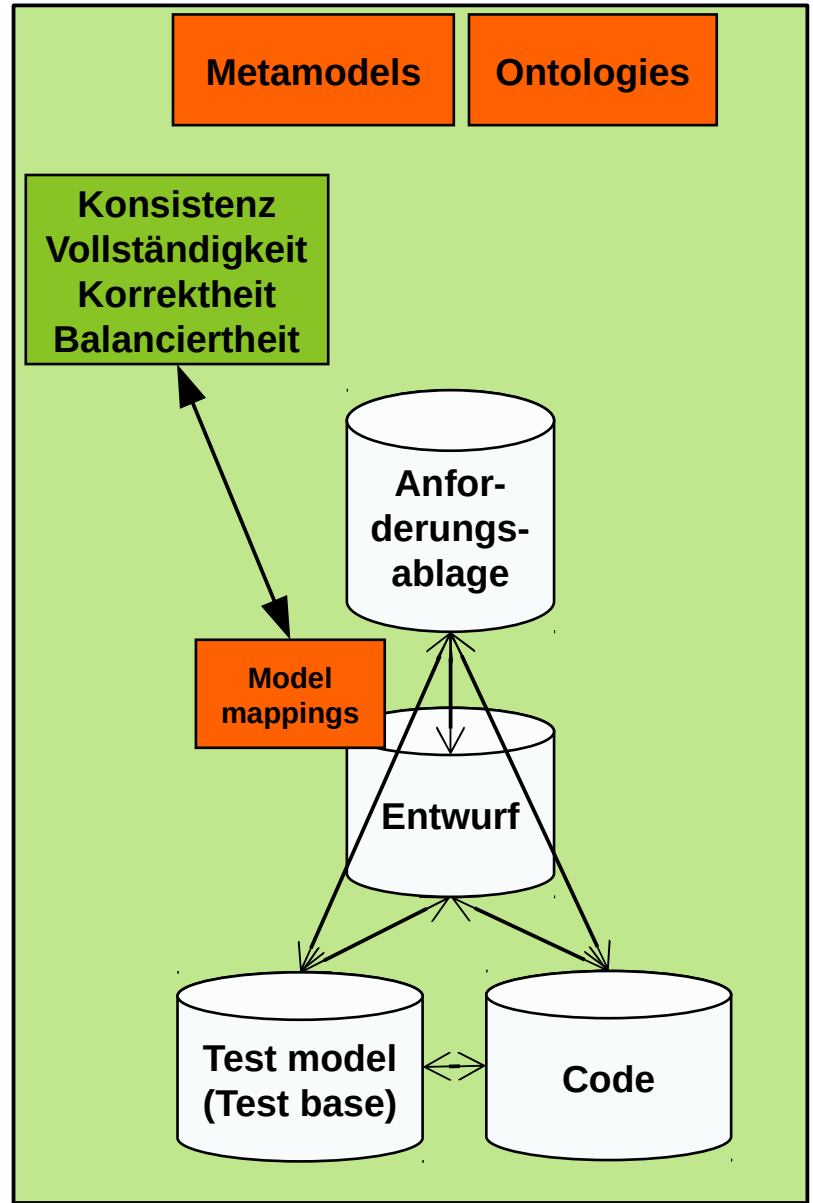




# Qualitätsmanagement und Zertifizierung



- Für QM müssen über Modellabbildungen die Abdeckung aller Anforderungen durch statische und dynamische Testfälle nachgewiesen werden
  - Metamodelle und Ontologien
  - Erreichbarkeitsanalysen für Modellabbildungen
- QM ist Voraussetzung für Zertifizierung eines Produkts (sicherheitskritische Software für Flugzeug, Auto, Roboter)



# Anforderungen an Werkzeuge für den Entwicklertest



- **Generierung** von modulare Testskripten aus Testfällen
  - Die Testskripte, die die möglichen Sequenzen von Methodenaufrufen enthalten, sollen modular aufgebaut sein
  - Wiederverwendung über Komponentenkonfigurationen hinweg, zwischen Produkten, sollten möglich sein
- Einfache Kontrolle der **Abdeckung** aller Methodenaufrufe und Zustände (Matrix für alle Zustandsübergänge mit Test-Endekriterium)
- Automatisierte **regressionsfähige** Testausführung
  - Automatisierter Ist/Soll-Vergleich der Ausgaben des Programms

# 71.2 Werkzeugeinsatz in einzelnen Testaktivitäten

# Auswahl-Liste von Test-Frameworks



- Basierend auf dem Framework jUnit

| | Unternehmen | URL |
|---|---|---|
| **JUnit** | (K. Beck, E. Gamma) Open Source | www.JUnit.org |
| **JUnitDoclet** | Objectfab Dresden | www.objectfab.org |
| **Coverlipse** | Sourceforge | coverlipse.sourceforge.net |
| **DDTunit** | Sourceforge | http://ddtunit.sourceforge.net/ |
| | | |

**Weitere Nachweise:** http://www.cetus-links.org/oo_testing.html#oo_testing_major_anchor_testing_utilities_tools
http://www.testingfaqs.org/
http://www.imbus.de/tool-list.shtml

# Auswahl-Liste von Test-Umgebungen



| | Unternehmen | URL |
|---|---|---|
| **SilkTest** | Segue Software | www.segue.com |
| **TestBench** | Imbus | www.imbus.de |
| **Visual 2000** | McCabe & Associates, USA | www.mccabe.com |
| **Cantata++** | IPL, Bath, UK | www.iplbath.com |
| **ClickTracks** | ClickTracks Analytics, Inc.CA | www.clicktracks.com |
| Tracetronic Framework | Tracetronic, Dresden. Für automotive Tests | www.tracetronic.de |

**Weitere Nachweise:** http://www.cetus-links.org/oo_testing.html#oo_testing_major_anchor_testing_utilities_tools
http://www.testingfaqs.org/
http://www.imbus.de/tool-list.shtml

# 71.2.1 Die Klassifikationsbaum-Methode

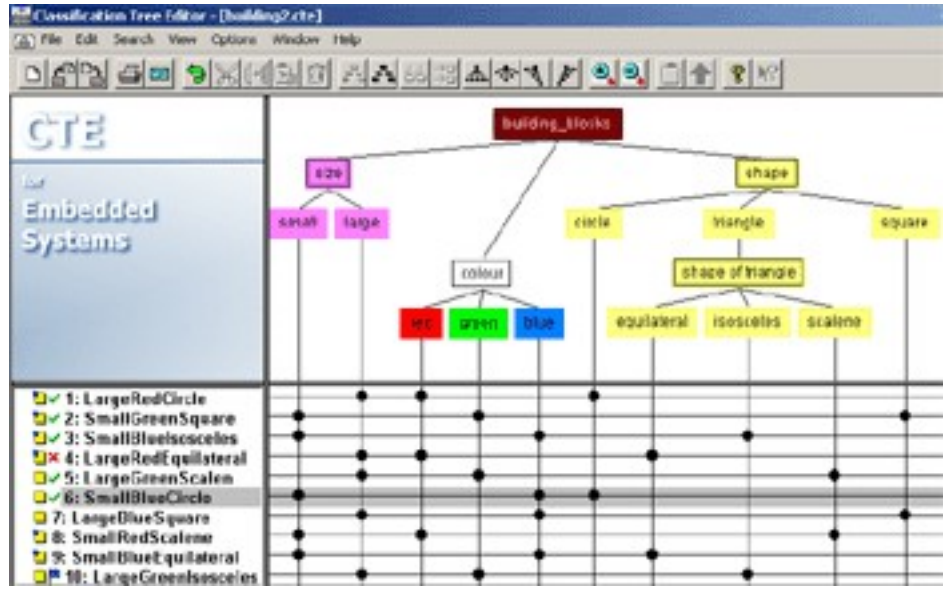


- Ein Metamodell zur Klassifikation von Testdaten
- Kann zur Persistierung von Testdaten genutzt werden, sowie zur Verfolgbarkeit

# Klassifikationsbaum (Classification Tree)



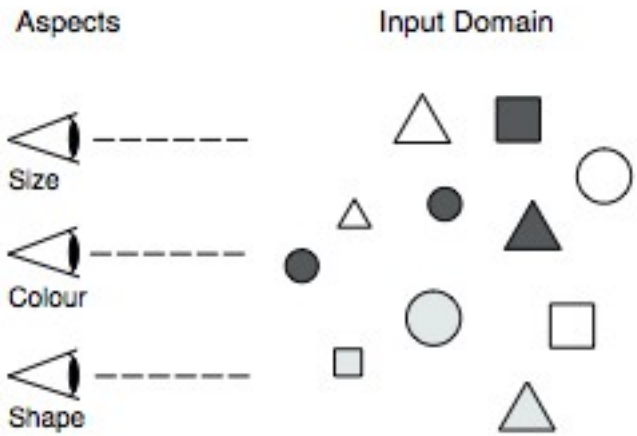
- Einteilung der Testdaten in Kategorien
- Einteilung in ein Modell basierend auf dem Classification Tree Metamodel
  - http://de.wikipedia.org/wiki/Klassifikationsbaummethode
  - Grochtmann, M., Grimm, K.: Classification Trees For Partition testing, Software testing, Verification & Reliability, Vol. 3 (2), June 1993, Wiley, pp. 63 – 82.
  - Grimm, Klaus: Systematisches Testen von Software: Eine neue Methode und eine effektive Teststrategie. Oldenburg, 1995. GMD-Berichte Nr. 271.
  - Grochtmann, M. Test Case Design Using Classification Trees. STAR'94, 8 - 12 May 1994, Washington. http://www.systematic-testing.de/documents/star1994.pdf

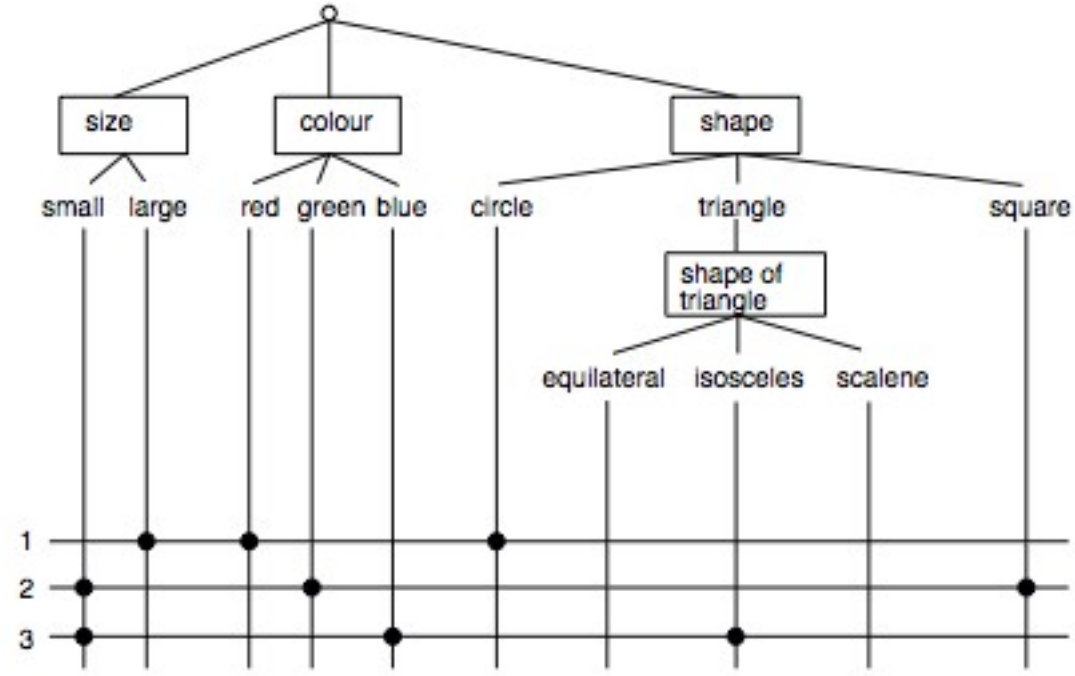


# Kategorien (Facetten, Aspekte) der Testfalldaten



- Testfälle werden in einer Matrix der einzelnen Kategorien und ihrer Werte ermittelt
  -




Testfall Nr

# Vorteile der Klassifikationsbaum-Methode



- Aspektorientierung reduziert die Komplexität
  - mehrere Klassifikationen ermöglichen es, das Problem in Dimensionen aufzuteilen
  - Visualisierung, auch gerade für Manager und Gutachter
- Abdeckungsgrad
  - Wohlüberlegte Testfallkonstruktion deckt die meisten Fehlerfälle ab
- Test-Ende-Kriterium
  - falls alle Testfälle der Kreuztabelle erfüllt
- Automatisierung
  - der CTE kann bereits elementare Testfälle generieren

# Beispiel-Werkzeugsystem *TESSY von HITEX*



**Aufgaben und Merkmale:**

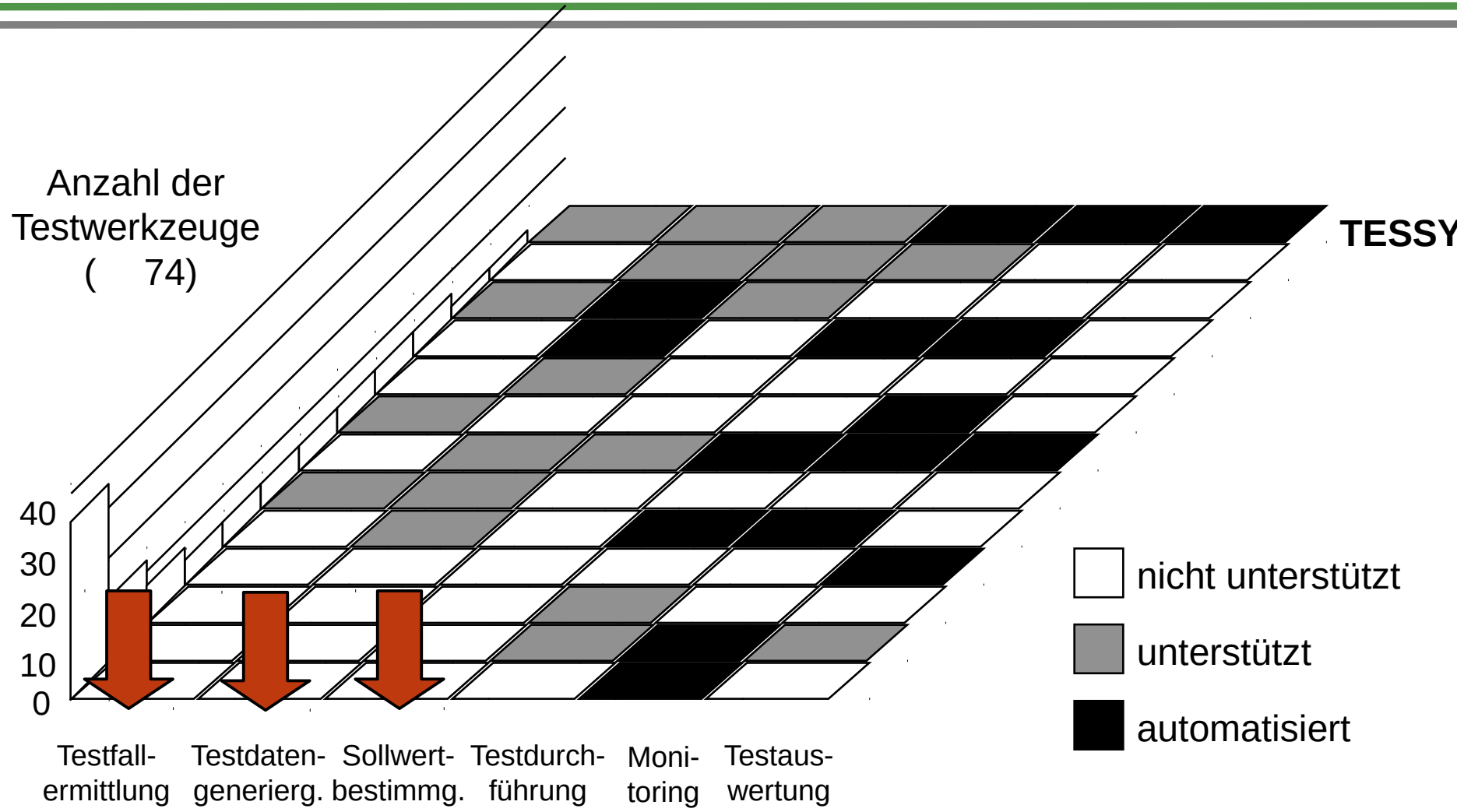
- Testfallermittlung auf der Grundlage einer **Kombination von funktions- und strukturorientierten Testverfahren** sowie der **Klassif kationsbaum-Methode**
- Regressionstests
- Vorgehen:
  - Ausgangspunkt **funktionsorientierte** Testfälle
  - **strukturorientierte** Testfallermittlung nach der Klassif kationsbaum-Methode
  - Bestimmung der **Programmüberdeckung** nach Auswertung der Durchlaufhäuf gkeiten
  - **Wiederholung** funktionsorientierter(1) oder strukturorientierter(2) Testfälle bis **maximale** Überdeckung der Programmzweige erreicht.



http://www.hitex.com/index.php?id=module-unit-test&L=2

# Automatisierungsgrad von Werkzeugen für den Unit-Test (Beispiel TESSY)






**Quelle:** Wegener, J., Pitschinetz, R.: Testsystem TESSY zur Unterstützung von Software-Tests; in Müllerburg, M. u.a.(Hrsg.): Test, Analyse und Verif kation von Software; GMD-Bericht Nr. 260, R. Oldenbourg Verlag 1996

# Werkzeugpalette von *TESSY*



| | |
|---|---|
| **Editor CTE** | Vervollständigung und Überwachung des **Klassif kationsbaumes** ➔ systematische Def. von funktionsorient. Testfällen ➔ Erstellen Klassif.baum für aktuelles Testobjekt ➔ Generierung von Testfällen |
| **Environment-Editor** | Organisation **testvorbereitender** Festlegungen zur Testumgebung des Testobjekts (Unit-Test) |
| **TESSY-System** | Ermittlung der Exportschnittstelle durch Parsen der Quellen ➔ Funktionen (mit globalen Variabl., Parametern, Rückgabewerten und Datentypen) bilden eigentliche **Testobjekte** |
| **Testdaten-Editor TDE** und **Browser** | **Eingabe** konkreter **Testdaten** und **Sollwerte** zu jedem def nierten Testfall des Testobjektes<br>**Browserfenster** dienen getrennter Eingabe der Daten und übersichtlicher parametergesteuerter Auswahl der Testbedingungen |
| **Monitoring EXP** (execution panel) | Nach Auswahl des Testfalls generieren des Testtreibers ➔ **Testdurchführung** mit Messung der Zweigüberdeckung ➔ Registrierung der Ergebnisse in Echtzeit ➔ Protokollierung ➔ Herstellung Ausgangszustand |
| **Testauswertung EVP** (evaluation panel) | Generieren der **Testdokumentation** unterschiedlicher Granularität ➔ Aufbereitung zur Weiterverarbeitung in speziellen Dokumentationswerkzeugen |

# 71.2.2 Coverage Tools – Werkzeuge zur Pfadabdeckung



- http://de.wikipedia.org/wiki/Kontrollflussorientierte_Testverfahren
- http://de.wikipedia.org/wiki/Dynamisches_Software-Testverfahren

# Steuerflussorientierter Test (code coverage)



| Überdeckungs-einheit | Arbeitsweise | Zweck |
|---|---|---|
| **Anweisung** | Möglichst viele Anweisungen werden mit Testfällen überdeckt | Entdeckung toten Codes |
| **Bedingung** (Alternative) | Jede alternative Belegung einer Bedingung wird durch einen Testfall getestet | Alle Kanten des Steuerfluss-Graphen werden überdeckt |
| **Bedingungs-kombination** | Möglichst viele Kombinationen mehrerer Bedingungen werden getestet. Abdeckung azyklischer Pfade durch das Programm | Problem: kombinatorische Explosion |
| eingeschränkte Bedingungs-kombination | Alle Kombinationen derjenigen Teil-Bedingungen, die unabhängig voneinander die Gesamtbedingungsergebnis beeinflussen (Unabhängigkeit der Teilbedingungen) | Reduktion des Aufwandes |
| **Pfad** | Abdeckung auch zyklischer Pfade | Im Allgemeinen unmöglich; Einschränkung auf Durchlaufsschranke k |
| Boundary-Test | Abdeckung aller Pfade bei höchtens einmaligem Durchlauf durch eine Schleife | Begrenzung auf k<=1 |
| Interior-Test | Abdeckung aller Pfade bei höchtens zwemaligem Durchlauf durch eine Schleife | k<=2 |

# Datenflussorientierter Test (data flow coverage)

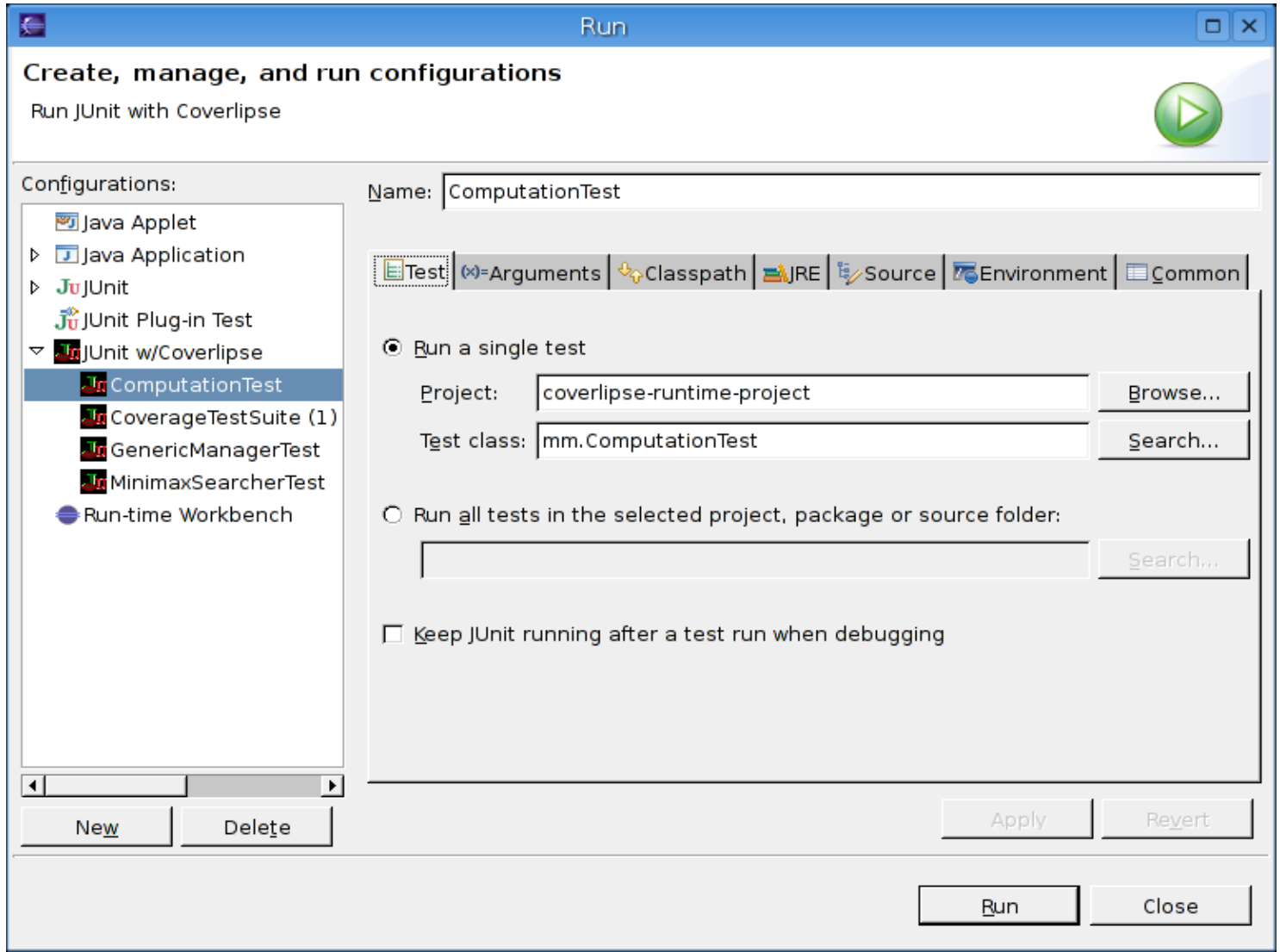


| Überdeckungs-einheit | Arbeitsweise | Zweck |
|---|---|---|
| **All defs** | Für alle Definitionen von Variablen gilt: ein Pfad zu einer Benutzung muss getestet werden | Entdeckung toter Variablen (Definitionen) |
| **All p-uses** | Für eine Definition einer Variablen werden alle Benutzungen *in Prädikaten* getestet | Einfluss der Variable auf den Steuerfluss |
| **All c-uses** | Für eine Definition einer Variablen werden alle Benutzungen *außerhalb von Prädikaten* getestet (in rechten Seiten oder in Zeigern auf linken Seiten) | Einfluss der Variable auf den Datenfluss |

# Bsp.: Coverlipse basiert auf JUnit



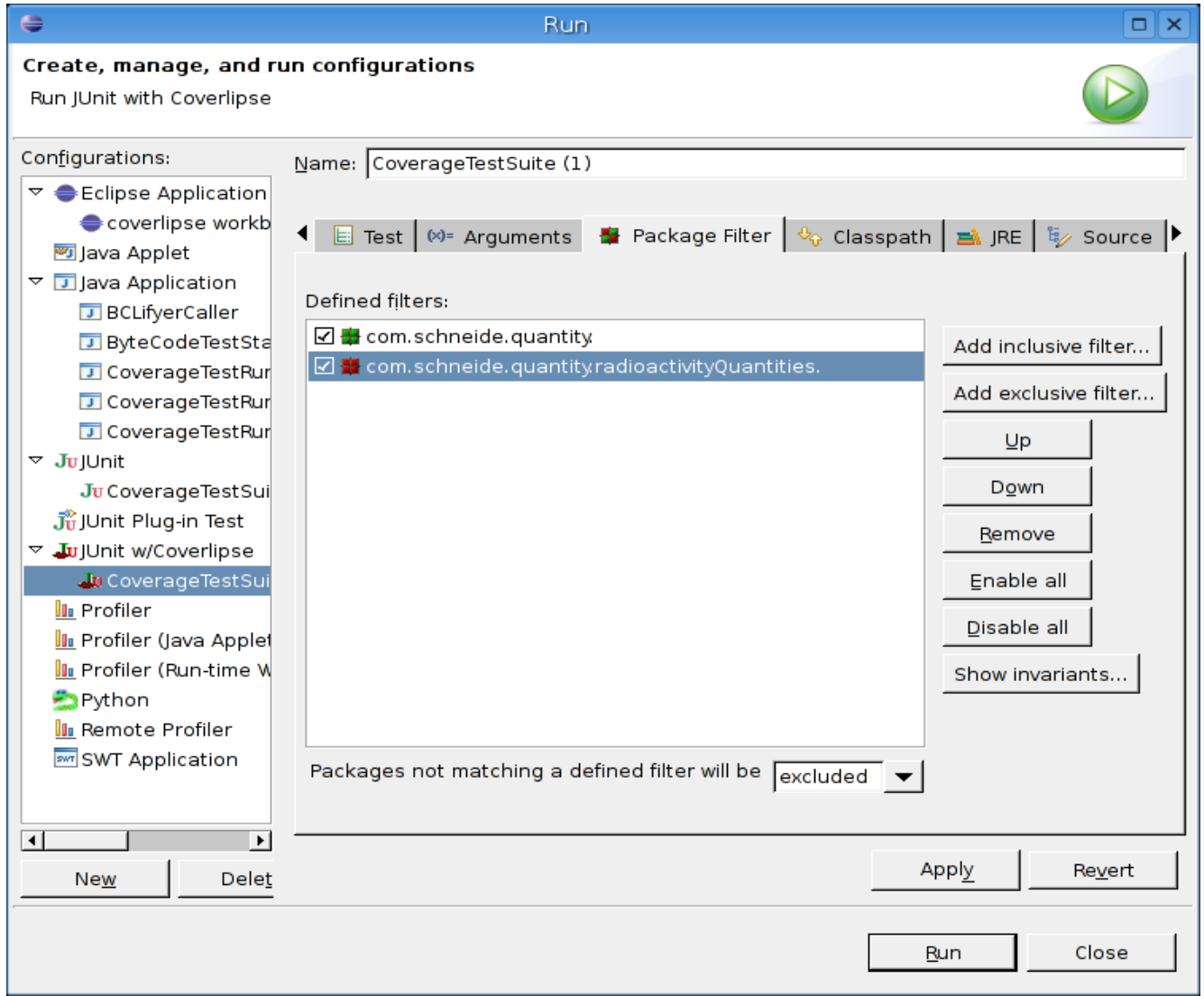
- Selektion von Junit-Testfällen und deren Pfadabdeckungsanalyse



# Coverage Tools – Werkzeuge zur Pfadabdeckung



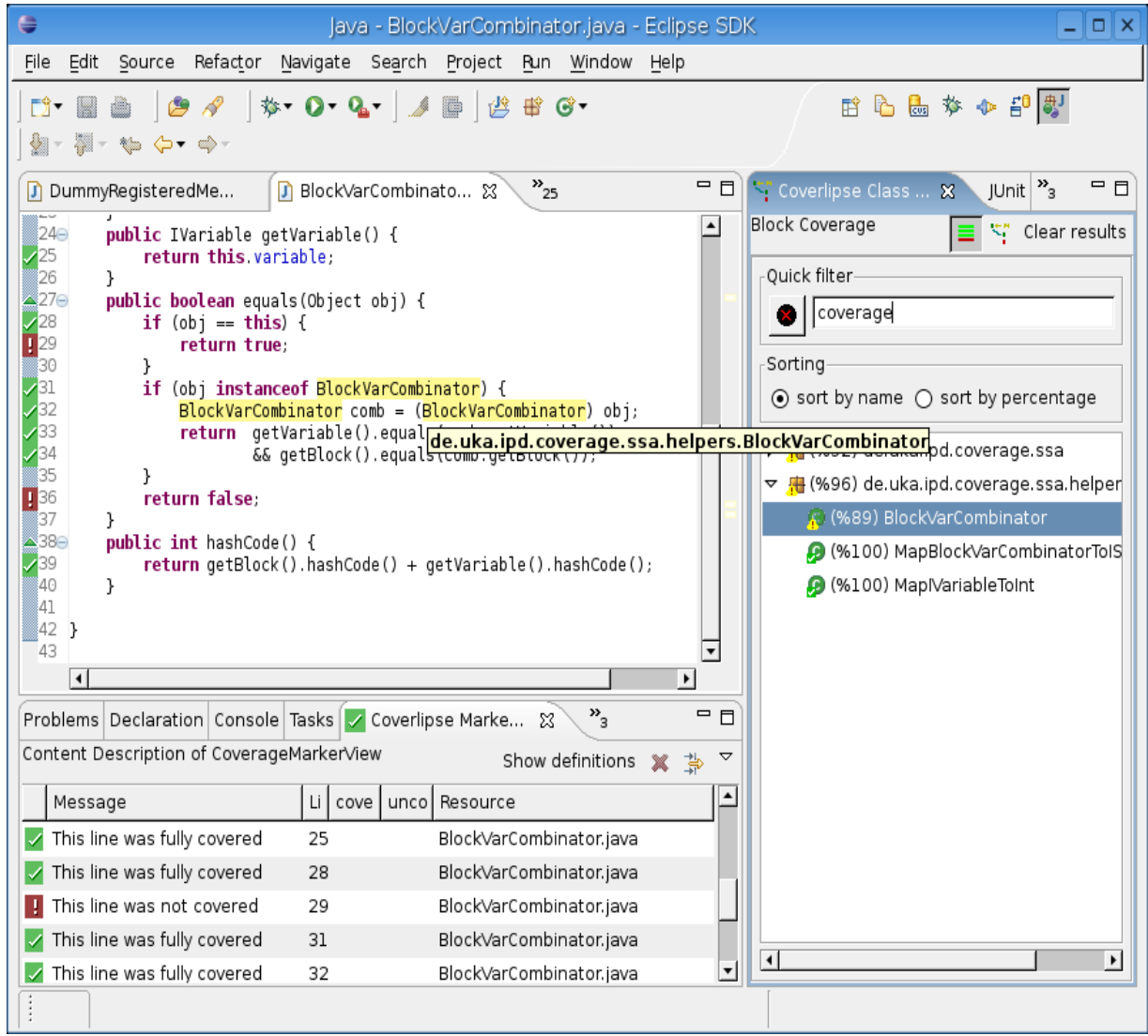
- Paketfilterung stellt die Pakete zur Pfadabdeckungsanalyse ein



# Coverlipse



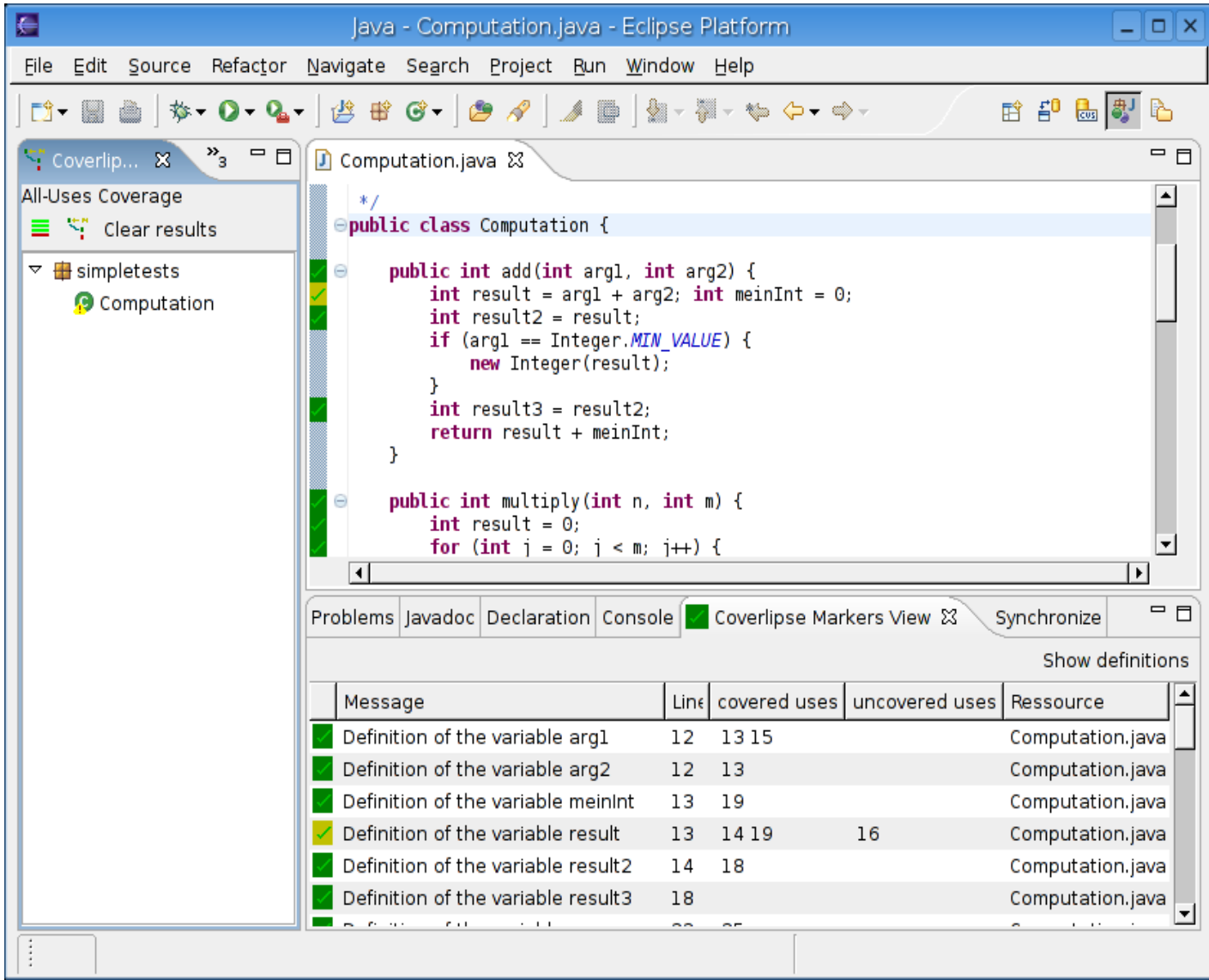
- block coverage / statement coverage



# Coverlipse



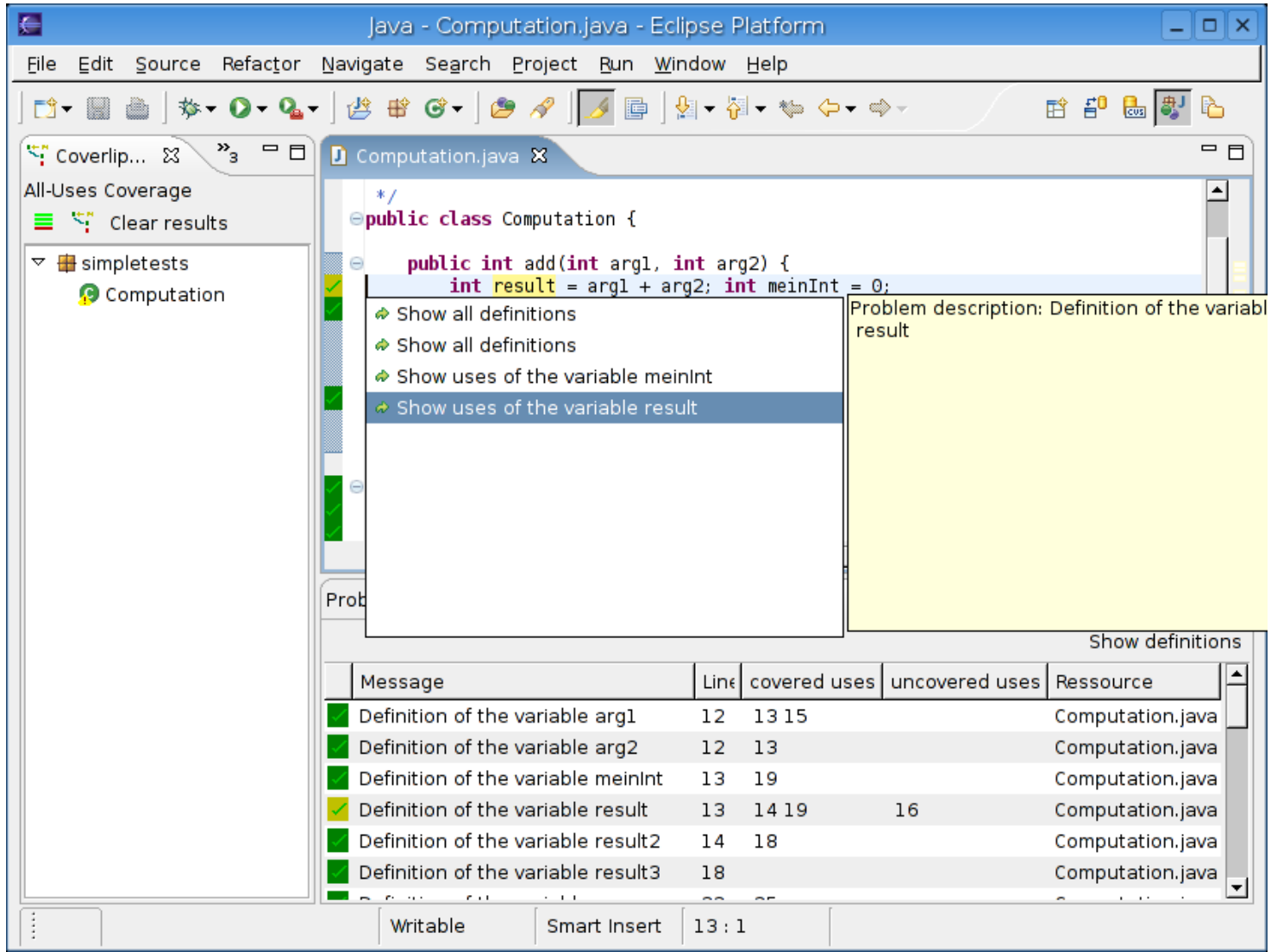
- All-uses-coverage



# Coverlipse



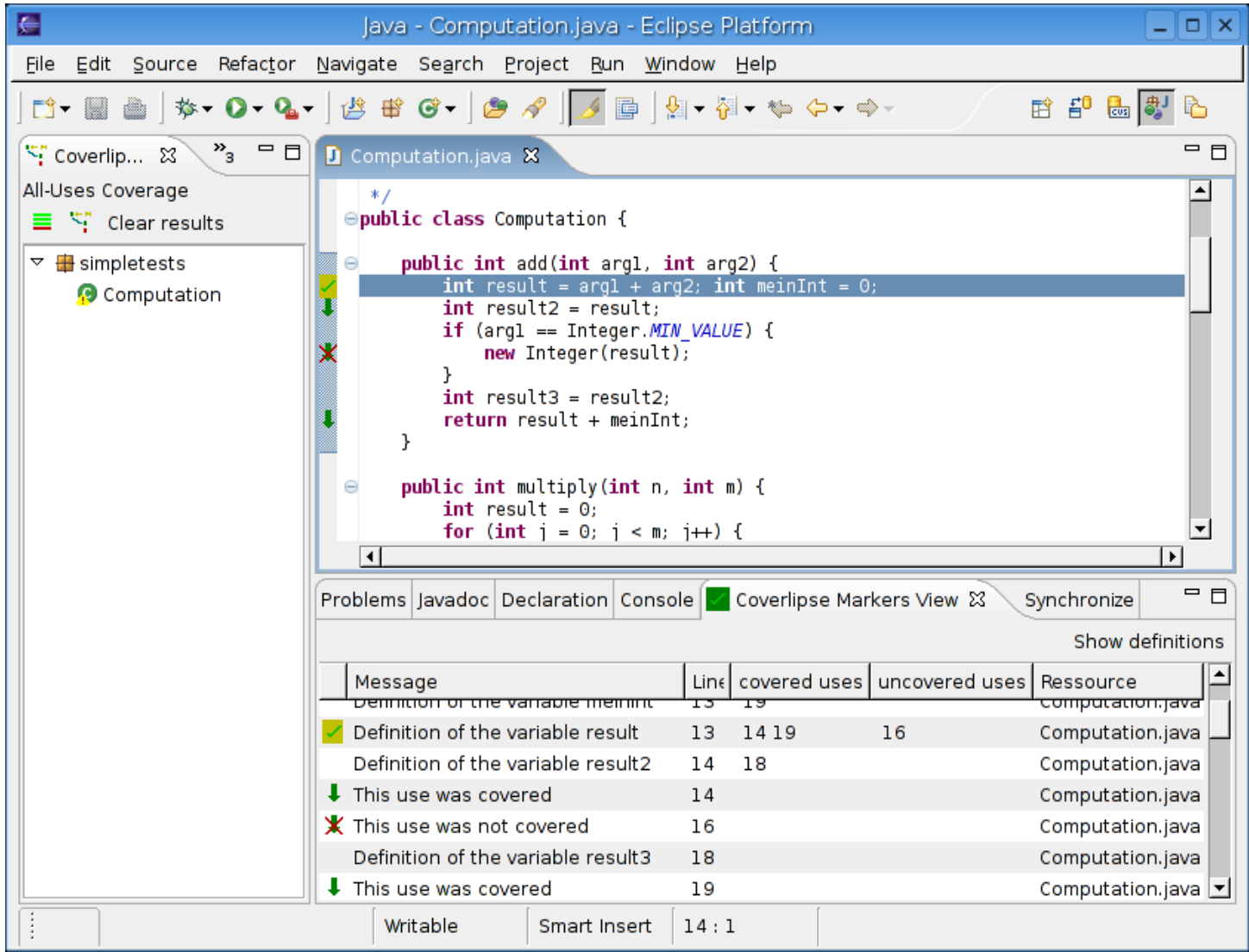
- Problembeschreibung aus einem Use



# Coverlipse



- all-uses-coverage information



# 71.3 Testautomatisierung mit Test-Frameworks



- JouleUnit (courtesy Claas Wilke)

YouTube-Video zum Thema: http://is.gd/energyLabel

Mehr Infos zum Projekt:

http://www.qualitune.org/

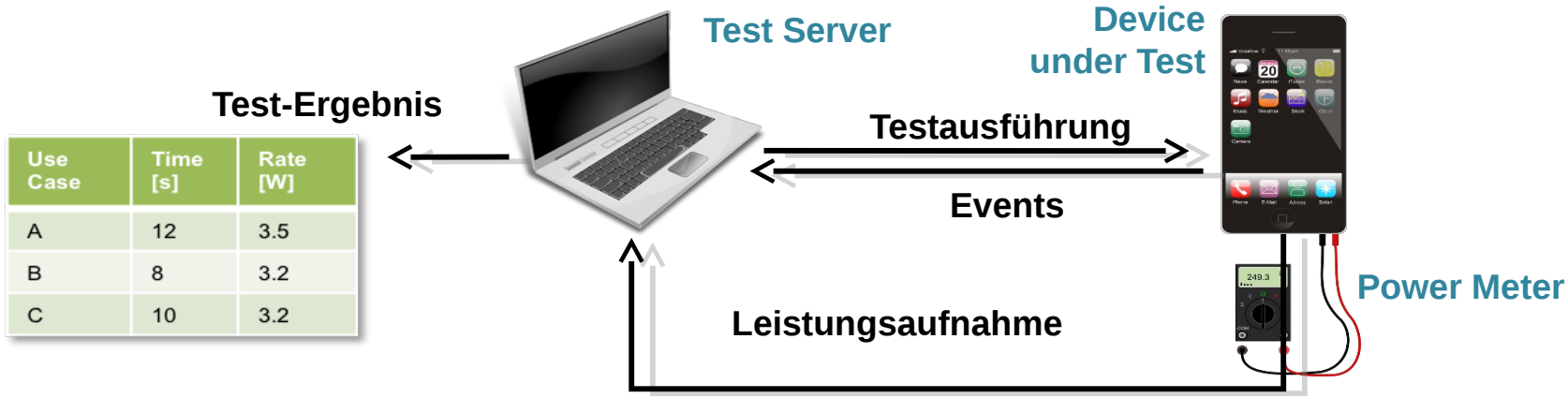
http://www.jouleunit.org/

claas.wilke@tu-dresden.de

# EnergieTest mit JouleUnit



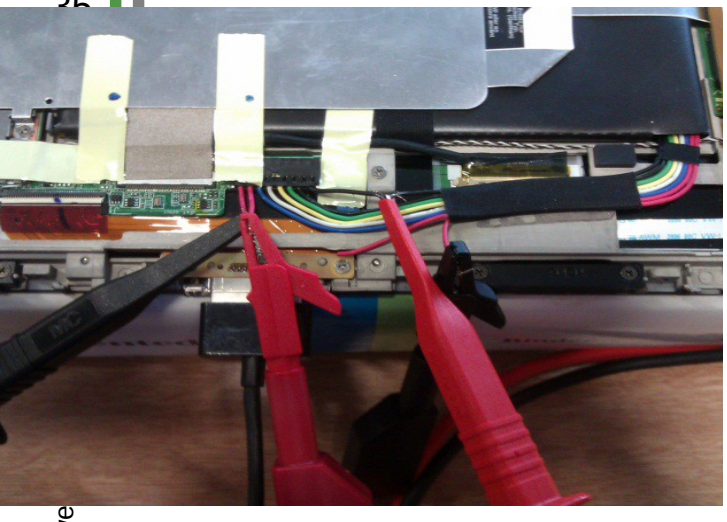
- Generisches, wiederverwendbares profiling framework [WGR13]
  - Basiert auf Unit-Tests: Testfälle definieren Workloads
- Wiederverwendbar für verschiedene Geräte (z.B., Android, NAOs)




| Use Case | Time [s] | Rate [W] |
|---|---|---|
| A | 12 | 3.5 |
| B | 8 | 3.2 |
| C | 10 | 3.2 |

# Energie-Test





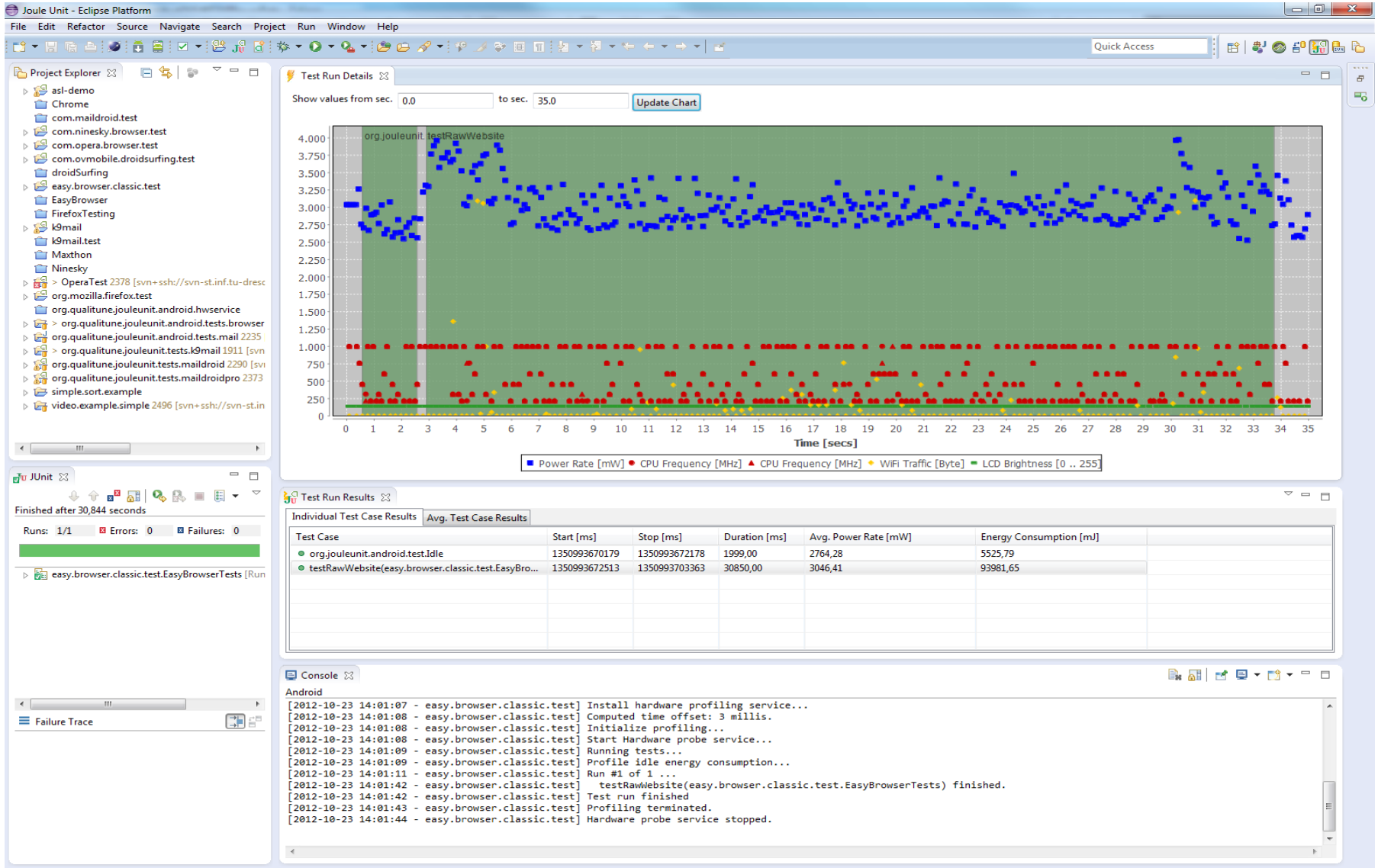
# JouleUnit + QMark



- JUnit-Erweiterung für Energie-Tests von Android-Apps
- Wiederverwendung von JUnit Tests
  - Wiederverwendung funktionaler Tests
  - Kein wesentlicher Mehraufwand
- Ausführung lokal auf eigenem Smart Phone
  - Testentwicklung
  - Grobes Verbrauchsfeedback
- Ausführung remote auf QMark Test-Server
  - Genaue Messungen der Leistungsaufnahme


# JouleUnit Workbench (Eclipse)

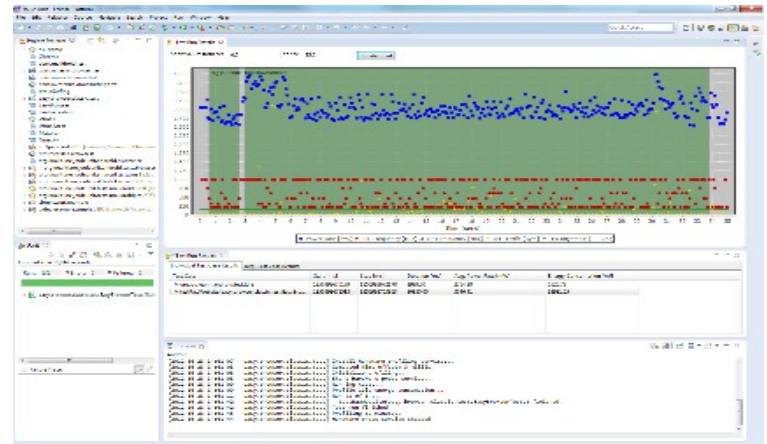


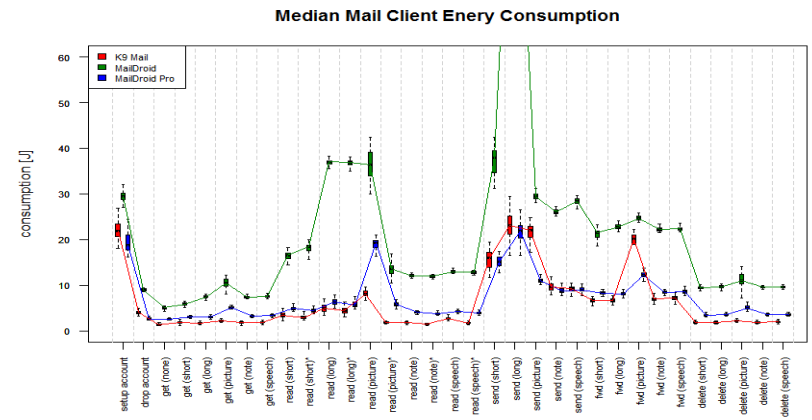


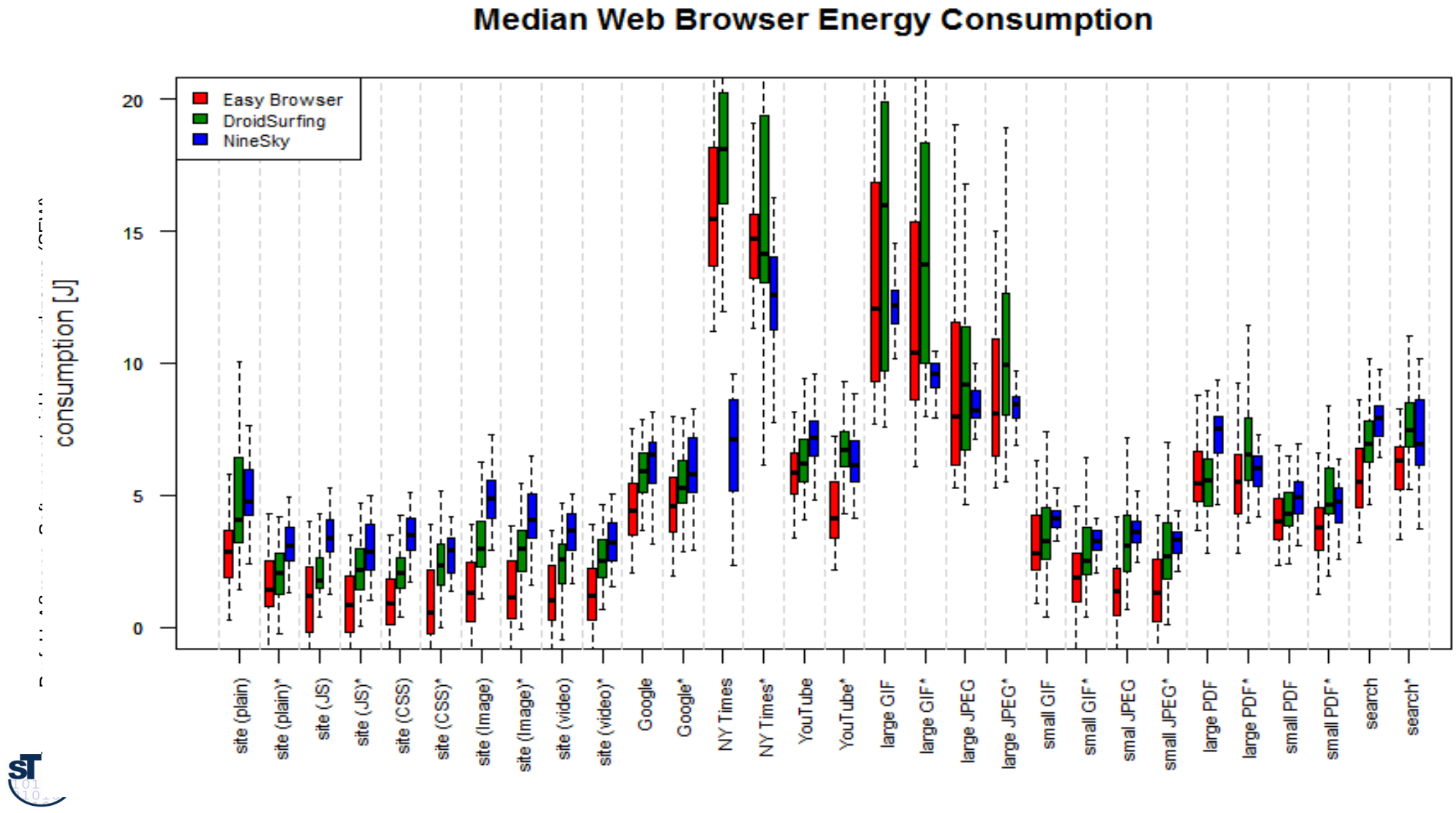
# „Ähnliche“ Anwendungen vergleichen



- Definition von Benchmarks
  - Web browsing
  - Emailing
- Instanziierung für bestehende Anwendungen
  - EasyBrowser, DroidSurfing, NineSky
  - K9 Mail, MailDroid, MailDroid Pro
- Profiling 50 mal pro Anwendung



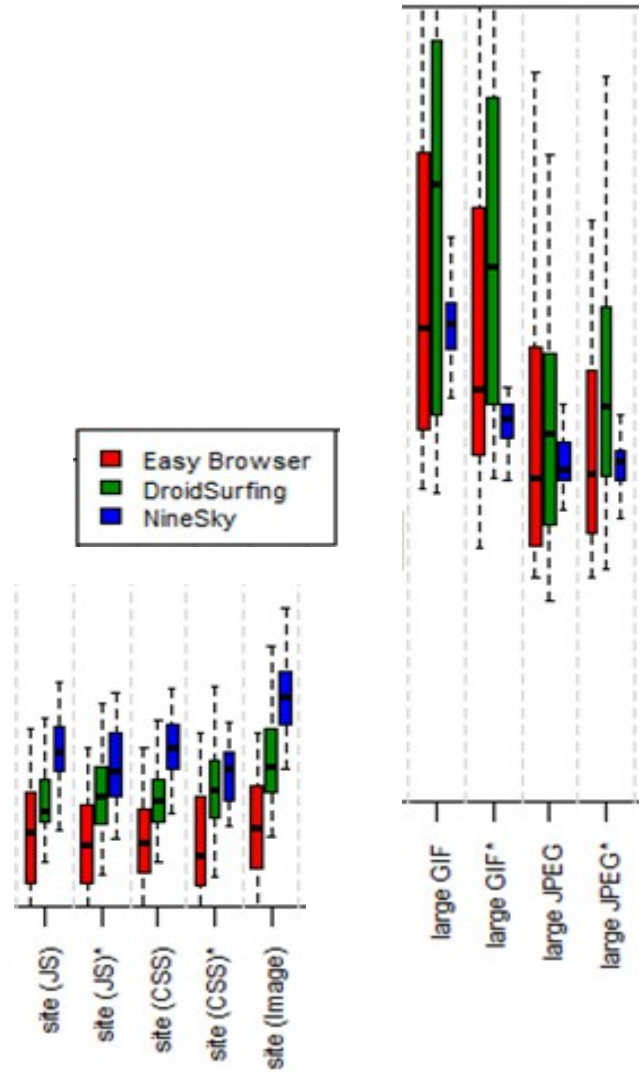


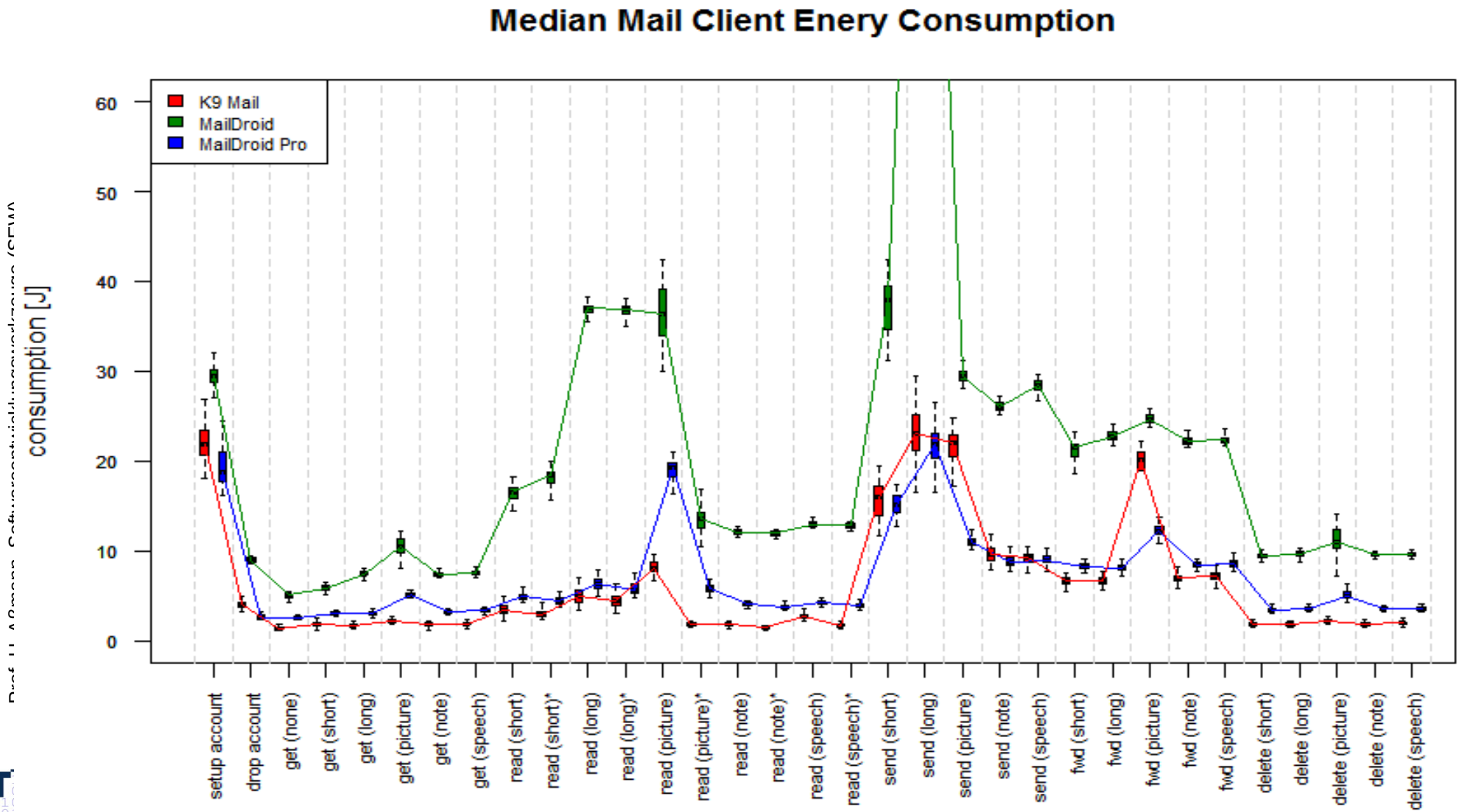

Median Web Browser Energy Consumption
Easy Browser
DroidSurfing
NineSky
consumption [J]
0
5
10
15
20
site (plain)
site (plain)*
site (JS)
site (JS)*
site (CSS)
site (CSS)*
site (Image)
site (Image)*
site (video)
site (video)*
Google
Google*
NY Times
NY Times*
YouTube
YouTube*
large GIF
large GIF*
large JPEG
large JPEG*
small GIF
small GIF*
smal JPEG
small JPEG*
large PDF
large PDF*
small PDF
small PDF*
search
search*

# Vergleich von Web Browsern



- Hohe Varianz in Messungen
  (durch hohe Varianz in Antwortzeiten)
  - Aber: vergleichbare Trends
- NineSky schlecht für kleinere Seiten
  - Aber: besser für große Bilder (da schneller)
- Advertisement in EasyBrowser, DroidSurfing
  negative Auswirkung nur bei langen Ladezeiten
- Verschiedene Browser optimal für verschiedene Anwendungsfälle

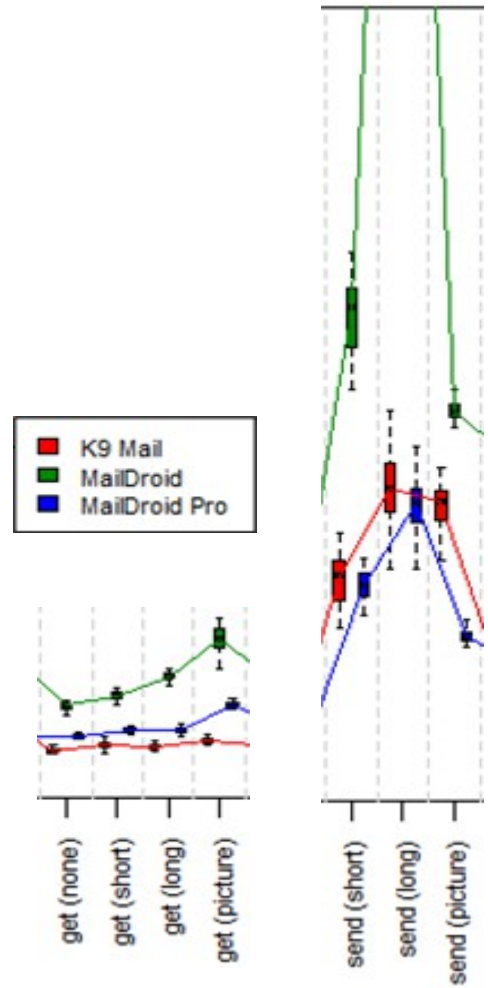



Median Mail Client Enery Consumption
K9 Mail
MailDroid
MailDroid Pro
consumption [J]
0
10
20
30
40
50
60
setup account
drop account
get (none)
get (short)
get (long)
get (picture)
get (note)
get (speech)
read (short)
read (short)*
read (long)
read (long)*
read (picture)
read (picture)*
read (note)
read (note)*
read (speech)
read (speech)*
send (short)
send (long)
send (picture)
send (note)
send (speech)
fwd (short)
fwd (long)
fwd (picture)
fwd (note)
fwd (speech)
delete (short)
delete (long)
delete (picture)
delete (note)
delete (speech)

# Vergleich von Email Clients



- Geringe Varianz in Messungen
  - Vergleichbare Trends ausmachbar
- MailDroid schlechter für alle Szenarien
  - Grund: Advertisement
  - Negativer Einfluss steigt für lange Szenarien
  - MailDroid pro & K9 Mail verhalten sich ähnlich
- Unterschiede sich im Energieverbrauch
- Advertisement ist zu vermeiden



# 71.3.2 Modellgetriebenes Testen mit dem Werkzeug MATE




- Georg.Pueschel@tu-dresden.de

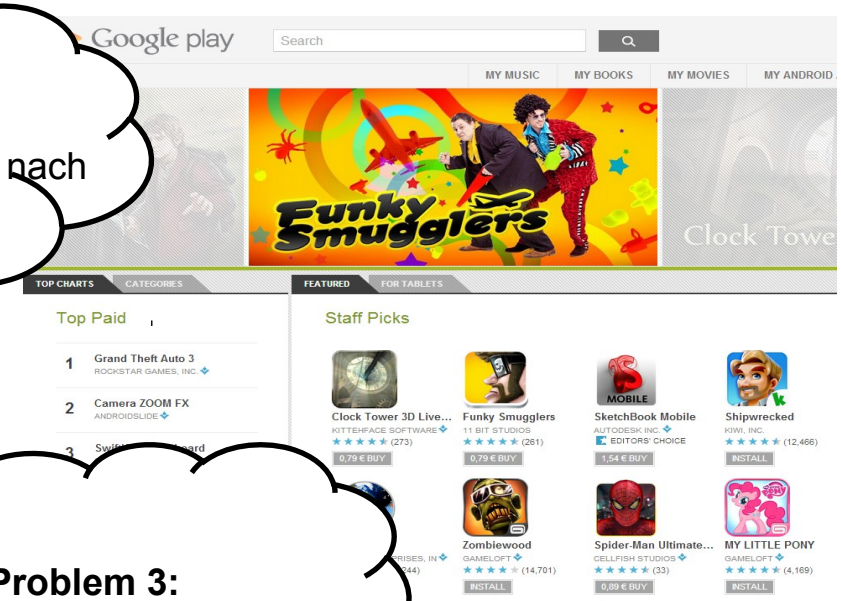
# Modellgetriebenes Testen mit QMATE



- **Modellgetriebenes Testen** (MBT): Black-Box-Testfälle werden aus Modellen generiert, z.B. aus State Charts, Petri Netzen, Aktivitätendiagramme, Sequenzdiagrammen


**Problem 1:**
Große Anzahl verschiedener Plattformen

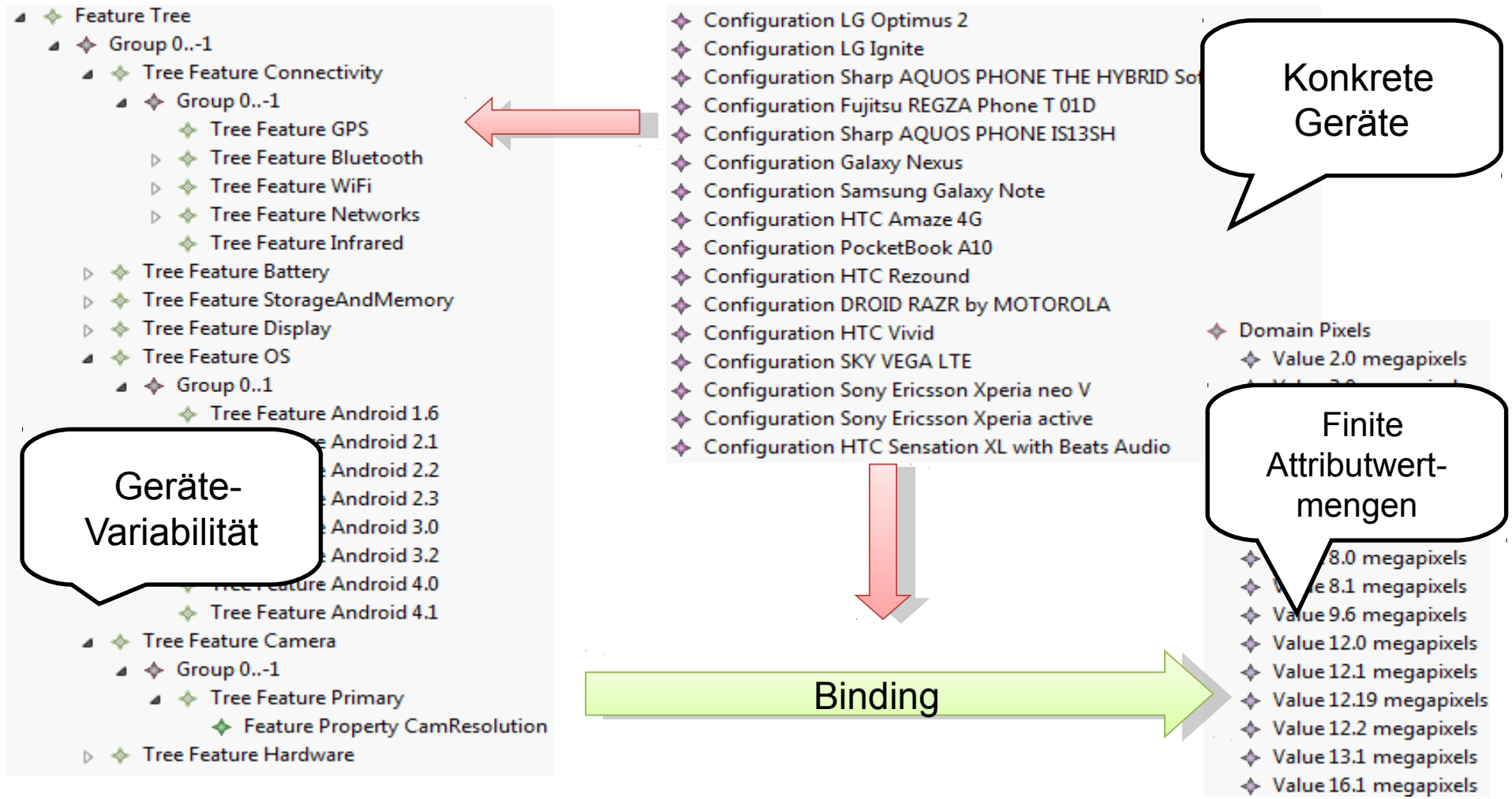
**Problem 2:**
Apps unterscheiden sich je nach Gerät




**Problem 3:**
App sind in Zukunft *Kontext-adaptiv*

# Plattformmanagement durch attributierte Feature-Modelle



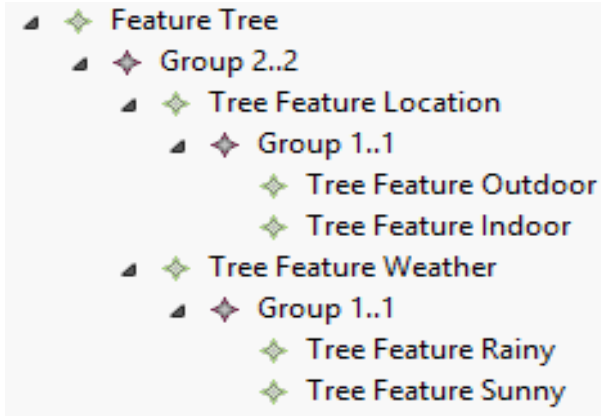


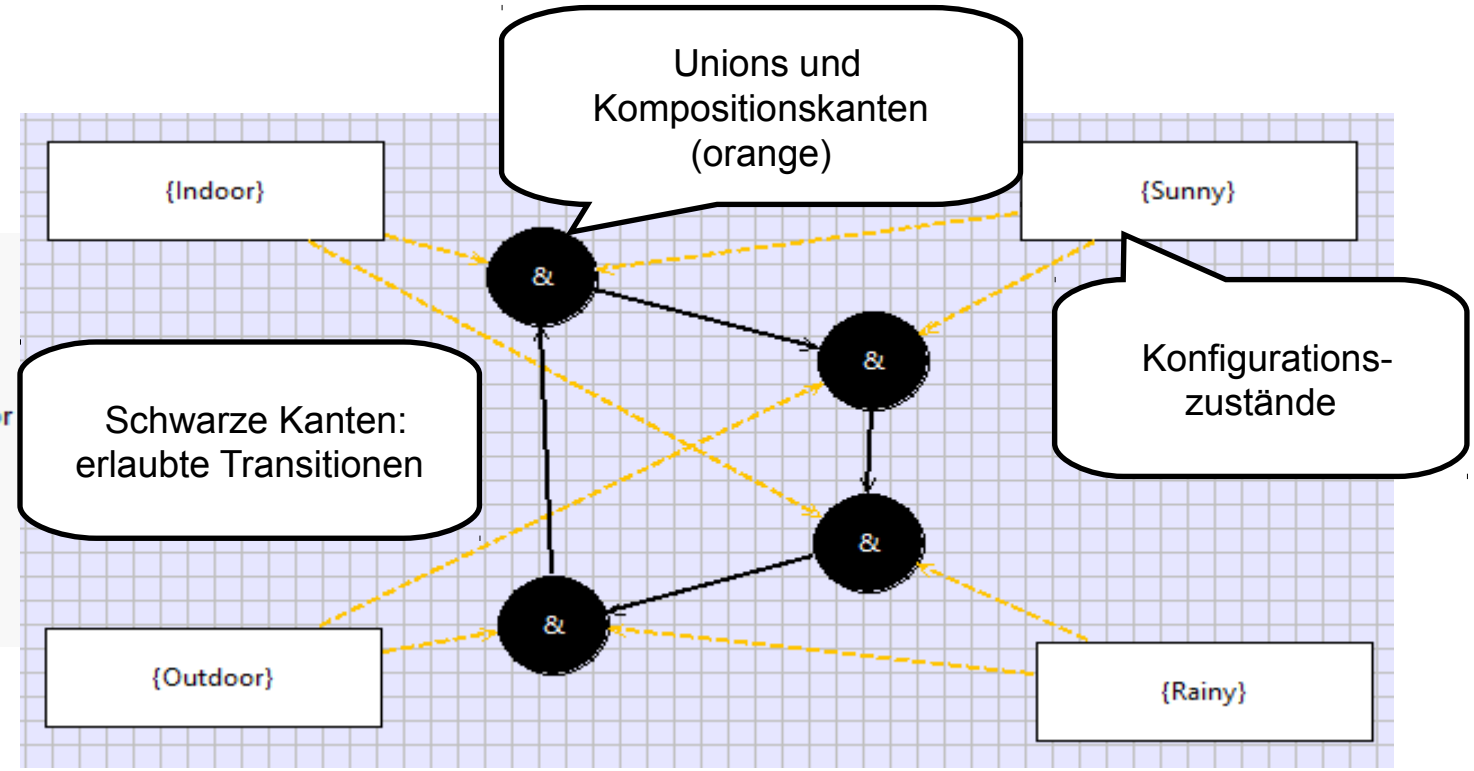

Variabilität in Applikationen kann ebenfalls durch Features beschrieben und Requires-/Excludes-Kanten logisch mit dem Plattformmodell verknüpft werden.

# Laufzeit-dynamische Features



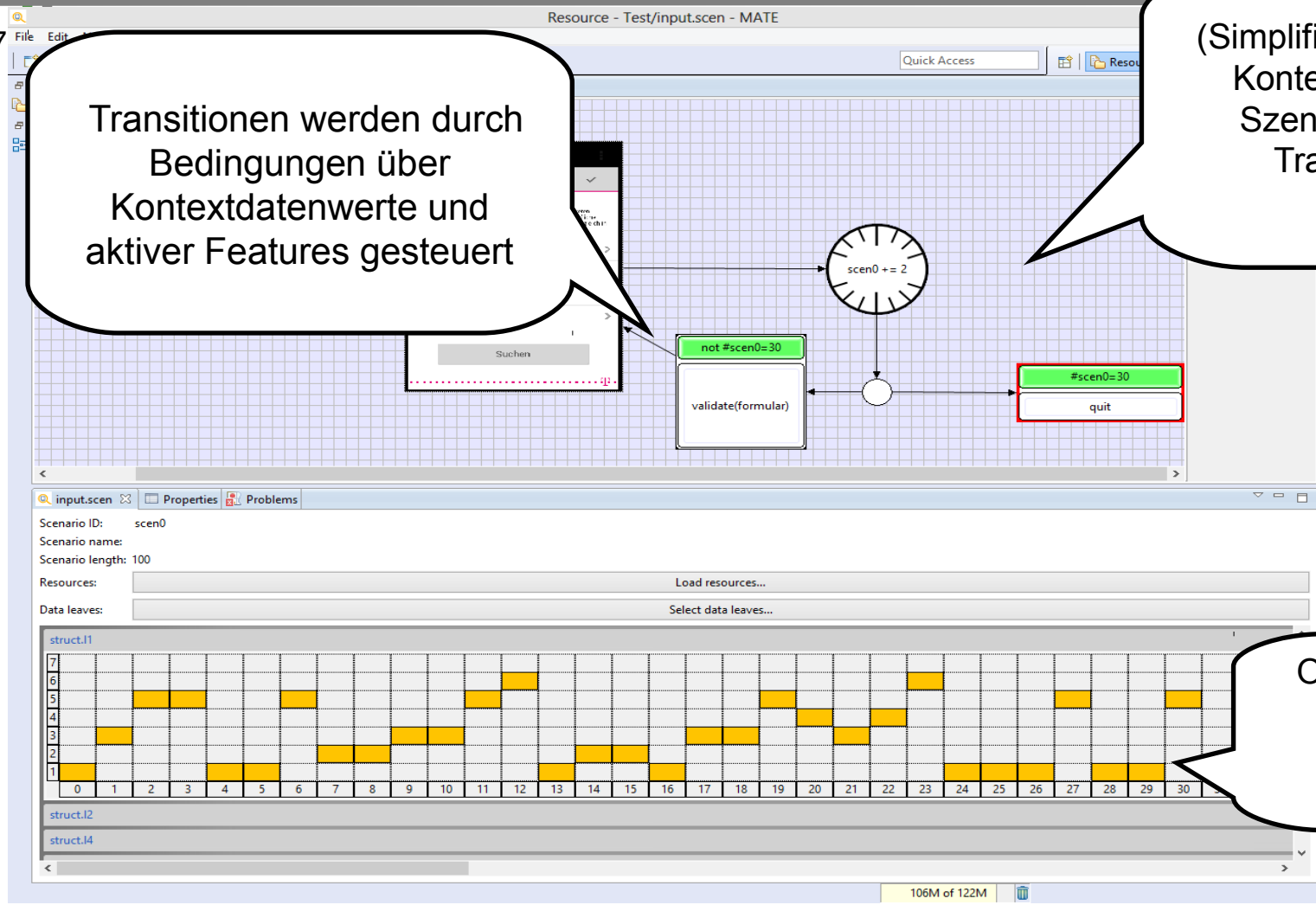
- Durch (De-)Aktivieren von Features können **Laufzeit-Rekonfigurationen** beschrieben werden.
- Dadurch können wechselnde Kontexteigenschaften beschrieben werden.
- Erlaubte Reconfigurationen beschreibt ein **Operational Configuration Model**



# Adaptionsbeschreibung






Transitionen werden durch Bedingungen über Kontextdatenwerte und aktiver Features gesteuert

(Simplified) Timed Petri Net steuert Kontextänderungen in Daten-Szenarien oder OCM (OCM-Transitionen haben eine Übergangszeit)

OCM-Alternative: Szenarien beschreiben Werteänderungen von Kontextdaten

Im Ergebnis erzeugt ein Generator aus durch Erreichbarkeitsanalyse Testfälle.

# 71.4 Funktionalität und Werkzeuge ausgewählter Test-Umgebungen

# Funktionalität von *LOGISCOPE*



- Ursprüngl. Hersteller: Telelogic North America Inc., Irvine, USA (Hersteller des Requirement Management Systems DOORS), jetzt IBM
  - http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/rsdp/v1r0m0/index.jsp?topic=/com.ibm.help.download.logiscope.doc/topics/logiscope_version66.html
- Durchgängiges Werkzeug für die Phasen Entwicklung, Testung und Wartungn für
  - die Zweigüberdeckung,
  - die Grad der Testüberdeckung,
  - die Definition neuer Tests.
- Der ausgeführte Test liefert
  - Trace-Protokolle,
  - ungetestete Zweige im Quellcode,
  - Programmlogik in Form von Aufruf- und Steuerfluss-Graphen,
  - Programm-Komplexität auf Basis wählbarer Metriken.
- Unterstützt die Testvorbereitung und -auswertung durch
  - Instrumentierung des Compiler-Prozesses,
  - Definition neuer Testszenarios,
  - graphische Auswertung der summarischen Testergebnisse,
  - automatische Erstellung der Testdokumentation.

# Werkzeuge von *LOGISCOPE*



| Test-Aktivität | Bezeichnung | Aufgabe |
|---|---|---|
| Testorga-nisation | ***ProjectOrganizer*** | bereitet die zu analysierende Applikation vor durch die Def nition von Testdatenf les, die Integration externer Tools,wie z.B. Debugger, Publishing Programme u.a. |
| | ***CodeChecker*** | verif ziert die Konformität einer Applikation gegen ein Qualitäts-Modell (z.B. Metriken, Empfehlungen ISO/IEC 9126, ISO-9001, DO-178B, ...) |
| Testfall-ermittlung | ***RuleChecker*** | def niert eine Menge einzuhaltender Codier-regeln, Namens- und Darstellungskonven-tionen. Auswahl aus Regel-Liste und direkte Anzeige im Quellcode. |

# Werkzeuge von *LOGISCOPE* (2)

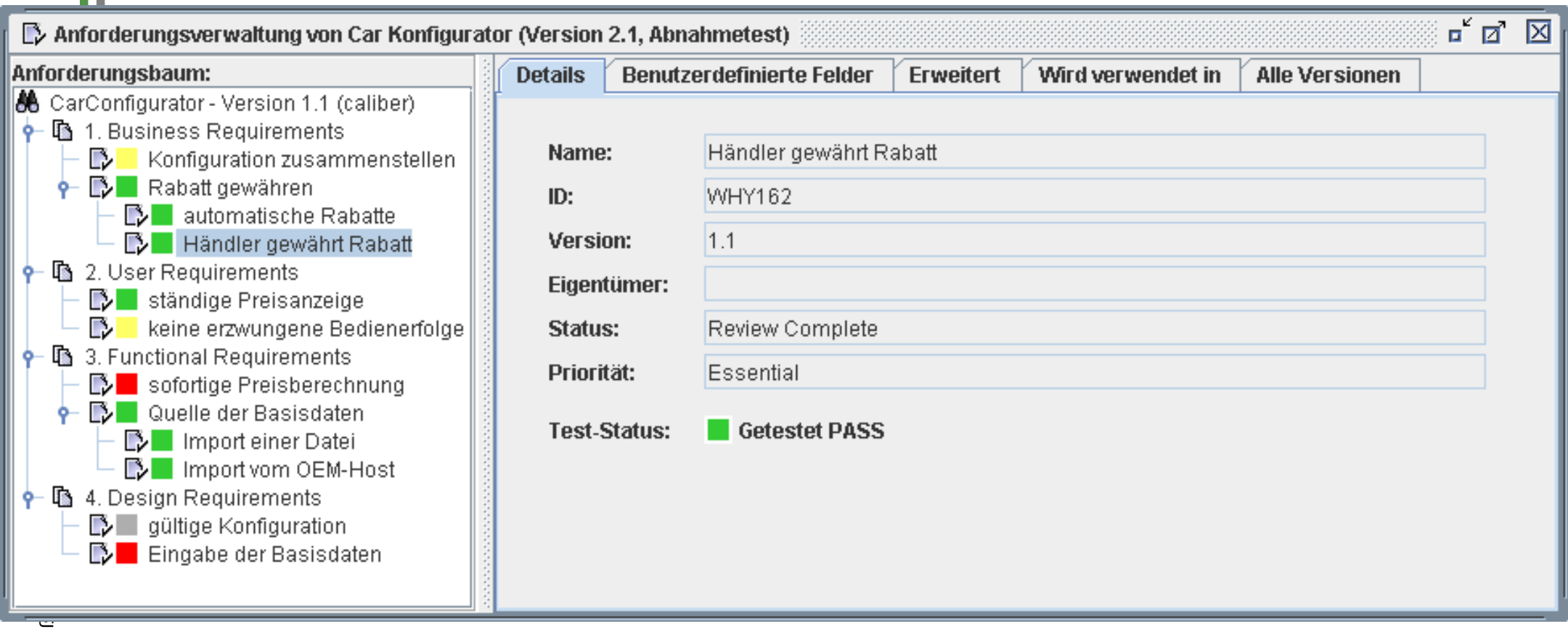


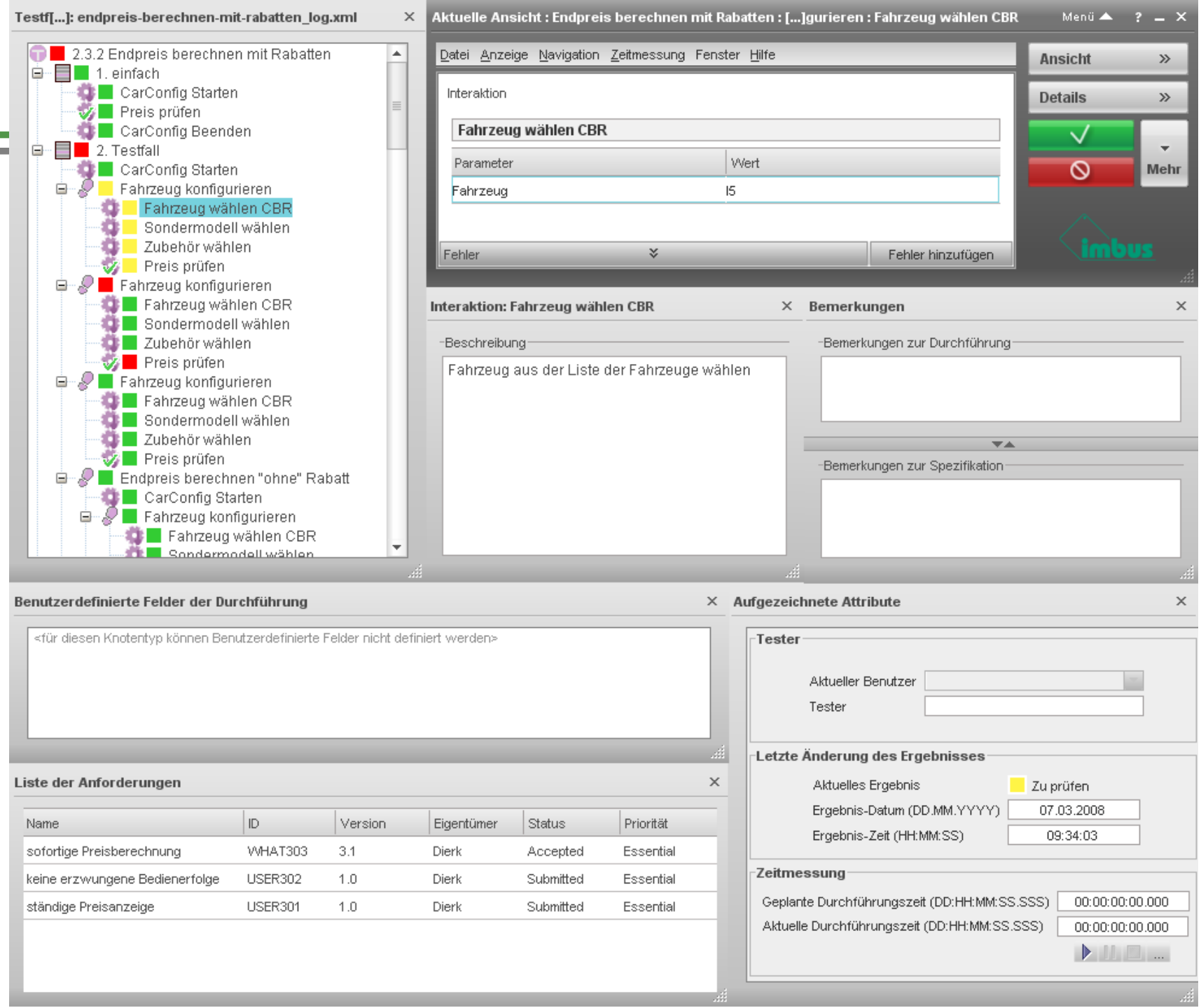
| Test-Aktivität | Bezeichnung | Aufgabe |
|---|---|---|
| Test-durchführung | ***TestChecker*** | misst in Verbindung mit einem Debugger die Testüberdeckung in Echtzeit, zeigt im Quell-programm nicht überdeckte Wege an, gene riert Testberichte und übernimmt die Test-fall-Verwaltung. |
| | ***ImpactChecker*** | zeigt die Wirkung der Benutzung von Res-sourcen, wie Files, Funktionen, Datentypen, Konstanten. Variablen usw. Sie wird sowohl im Quellcode als auch in einem “Wirkungs”-Fenster angezeigt. |
| Testaus-wertung | ***Viewer*** | stellt sehr verschiedene textuelle und gra-phische Auswertungsmittel zur Verfügung. Er erzeugt Steuerf uss-Graphen, Komponen-ten-Ruf-Graphen, Auswertung von Metriken und visualisierte Vergleiche mit ausgewähl-ten Parametern des Qualitätsmodells(Kiviat-Graph). |

# imbus TestBench




http://www.imbus.de/produkte/imbus-testbench/hauptfunktionen/


Anforderungsverwaltung von Car Konfigurator (Version 2.1, Abnahmetest)
Anforderungsbaum:
CarConfigurator - Version 1.1 (caliber)
1. Business Requirements
Konfiguration zusammenstellen
Rabatt gewähren
automatische Rabatte
Händler gewährt Rabatt
2. User Requirements
ständige Preisanzeige
keine erzwungene Bedienerfolge
3. Functional Requirements
sofortige Preisberechnung
Quelle der Basisdaten
Import einer Datei
Import vom OEM-Host
4. Design Requirements
gültige Konfiguration
Eingabe der Basisdaten
Details
Benutzerdefinierte Felder
Erweitert
Wird verwendet in
Alle Versionen
Name:
Händler gewährt Rabatt
ID:
WHY162
Version:
1.1
Eigentümer:
Status:
Review Complete
Priorität:
Essential
Test-Status:
Getestet PASS


Testf[...]: endpreis-berechnen-mit-rabatten_log.xml
2.3.2 Endpreis berechnen mit Rabatten
1. einfach
CarConfig Starten
Preis prüfen
CarConfig Beenden
2. Testfall
CarConfig Starten
Fahrzeug konfigurieren
Fahrzeug wählen CBR
Sondermodell wählen
Zubehör wählen
Preis prüfen
Fahrzeug konfigurieren
Fahrzeug wählen CBR
Sondermodell wählen
Zubehör wählen
Preis prüfen
Fahrzeug konfigurieren
Fahrzeug wählen CBR
Sondermodell wählen
Zubehör wählen
Preis prüfen
Endpreis berechnen "ohne" Rabatt
CarConfig Starten
Fahrzeug konfigurieren
Fahrzeug wählen CBR
Aktuelle Ansicht : Endpreis berechnen mit Rabatten : [...]gurieren : Fahrzeug wählen CBR
Menü
Datei Anzeige Navigation Zeitmessung Fenster Hilfe
Ansicht
Details
Interaktion
Fahrzeug wählen CBR
Parameter
Wert
Fahrzeug
I5
Mehr
Fehler
Fehler hinzufügen
imbus
Interaktion: Fahrzeug wählen CBR
Beschreibung
Fahrzeug aus der Liste der Fahrzeuge wählen
Bemerkungen
Bemerkungen zur Durchführung
Bemerkungen zur Spezifikation
Benutzerdefinierte Felder der Durchführung
<für diesen Knotentyp können Benutzerdefinierte Felder nicht definiert werden>
Aufgezeichnete Attribute
Tester
Aktueller Benutzer
Tester
Letzte Änderung des Ergebnisses
Aktuelles Ergebnis
Zu prüfen
Ergebnis-Datum (DD.MM.YYYY)
07.03.2008
Ergebnis-Zeit (HH:MM:SS)
09:34:03
Zeitmessung
Geplante Durchführungszeit (DD:HH:MM:SS.SSS)
00:00:00:00.000
Aktuelle Durchführungszeit (DD:HH:MM:SS.SSS)
00:00:00:00.000
Liste der Anforderungen
Name
ID
Version
Eigentümer
Status
Priorität
sofortige Preisberechnung
WHAT303
3.1
Dierk
Accepted
Essential
keine erzwungene Bedienerfolge
USER302
1.0
Dierk
Submitted
Essential
ständige Preisanzeige
USER301
1.0
Dierk
Submitted
Essential

# Werkzeug Sotograph für ergebnisorientierten Test



- **Entwickler und Hersteller:**
  - Software-Tomography GmbH, Cottbus; jetzt Hello2Morrow http://www.hello2morrow.com
- **Anwendungszweck:**
  - Generierung und Verwaltung von Testskripten und Skriptfragmenten für komplette statische und metrikbasierte Analysen
  - Gewährleistung einer einheitlichen, flexiblen Testdokumentation
  - Variable Auswertung auf Basis von (UML-)Modellen und Metrik-Browsern
- **Softwarebasis:**
  - Einsatz einer Datenbank als Test-Repository
  - Austausch von Qualitäts-Modellen mittels XML-Files
  - Source Code-Verwaltung mit SNiFF+
- **Beschreibungsmittel für Testskripte:**
  - Matrix, die Zustände und Methodenaufrufe systematisch gegenüberstellt
  - Überprüfung sämtlicher möglicher Zustandsübergänge
  - Nutzung zunächst für Java und C++, spätere Erweiterung möglich
- **Test-Auswertung:**
  - Endekriterium ist Maß der Abdeckung aller Testfälle der Matrix
  - Metrikbasierte graphische 3D-Visualisierung



**Quelle:** Simon, F., Lewerentz, C., Bischofberger, W.: Software Quality Assessments for System, Architecture, Design and Code; in Meyerhoff D., Laibarra, B. u. a.(Eds.): Software Quality and Software Testing in Internet Times. S. 230 - 249, Springer-Verlag, 2002

# 71.4 Simulation

# 71.4.1 In-Vitro-Testläufe mit Debuggern

# Entwanzer (Debugger)

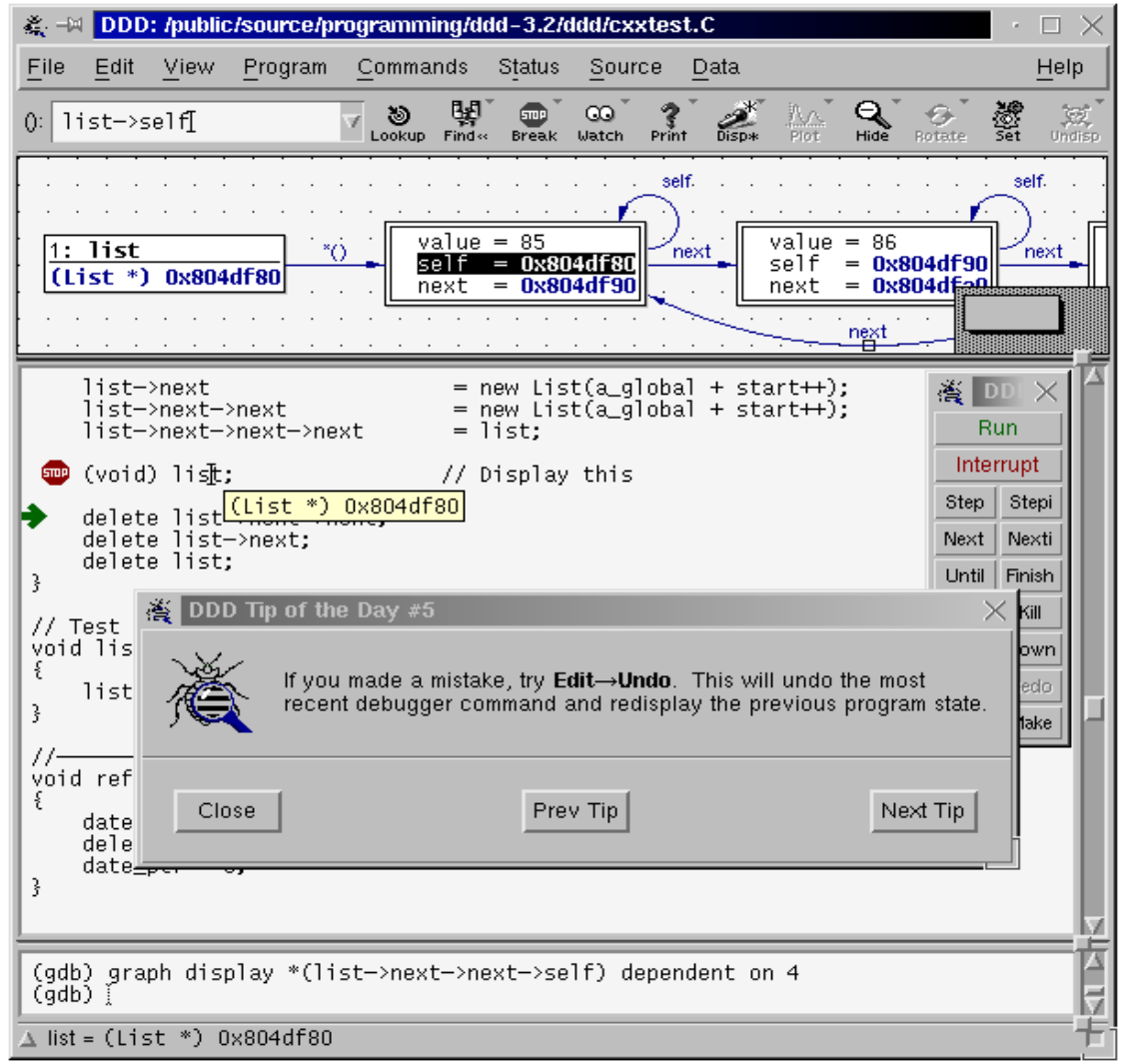


- Ein **Entwanzer (Debugger)** lässt ein Programm in-vitro ablaufen und kann es jederzeit unterbrechen
  - Man kann *breakpoints* setzen, Zeilen, an denen der Befehlszähler angelangt ist, und die den Ablauf stoppen
  - *watchpoints*: Zeitpunkte, an denen sich eine Variable ändert
  - Anschauen aller Variablen-, Register-, und Haldenwerte
  - Verändern derselben
- Gute Debugger funktionieren auch mit mehreren Threads, sodass Race Conditions gesucht werden können

# Dynamic Display Debugger (DDD)

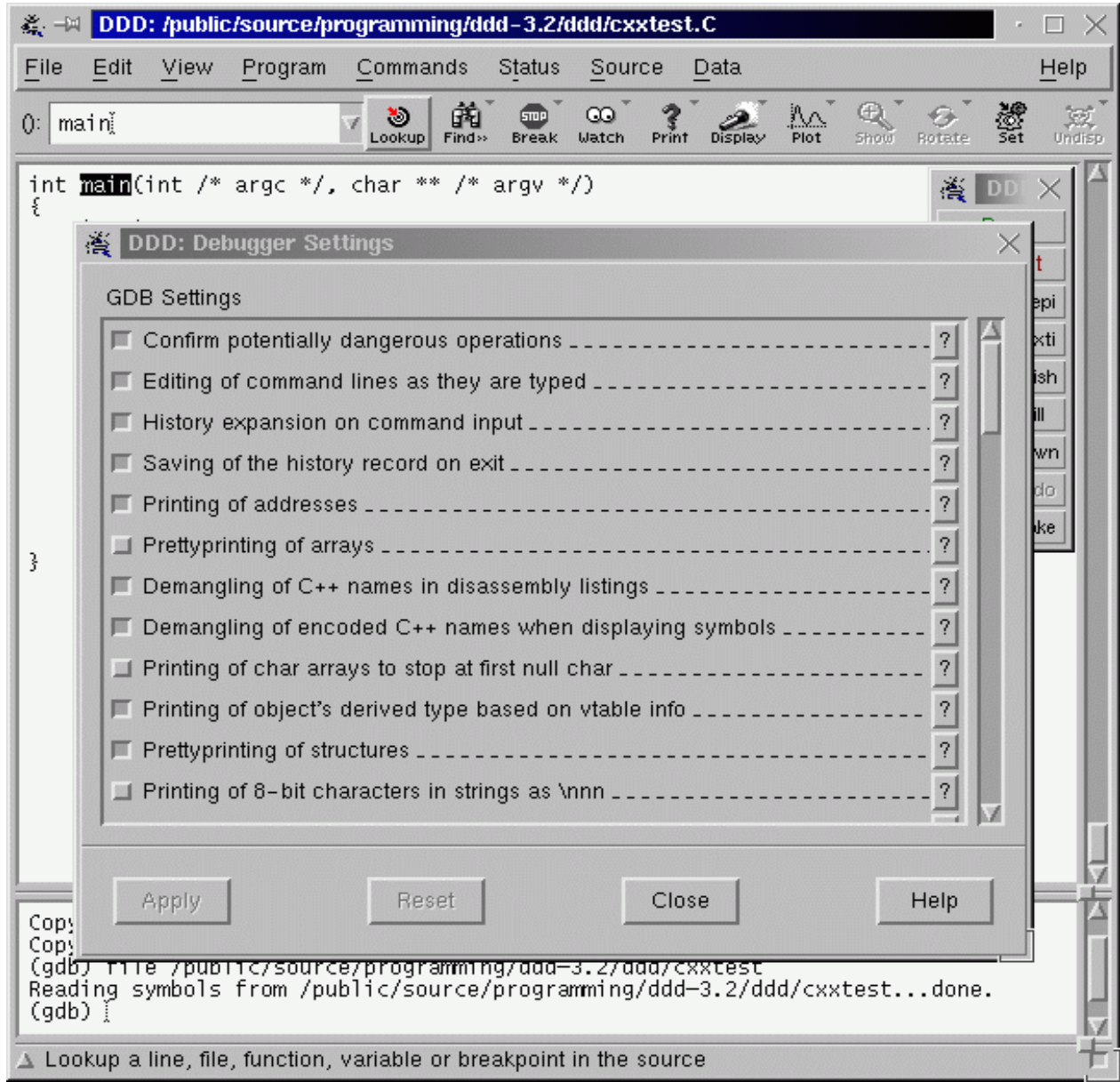


- ddd ist ein Visualisierungs-Front-end für mehrere andere Debugger
  - C/C++: GDB, DBX, WDB
  - Java: JDB
  - Perl: Perl debugger
  - bash: bashdb
  - make: remake
  - Python: pydb
- ddd zeigt Datenstrukturen an
  - mit Attributwerten
  - mit Verzeigerung



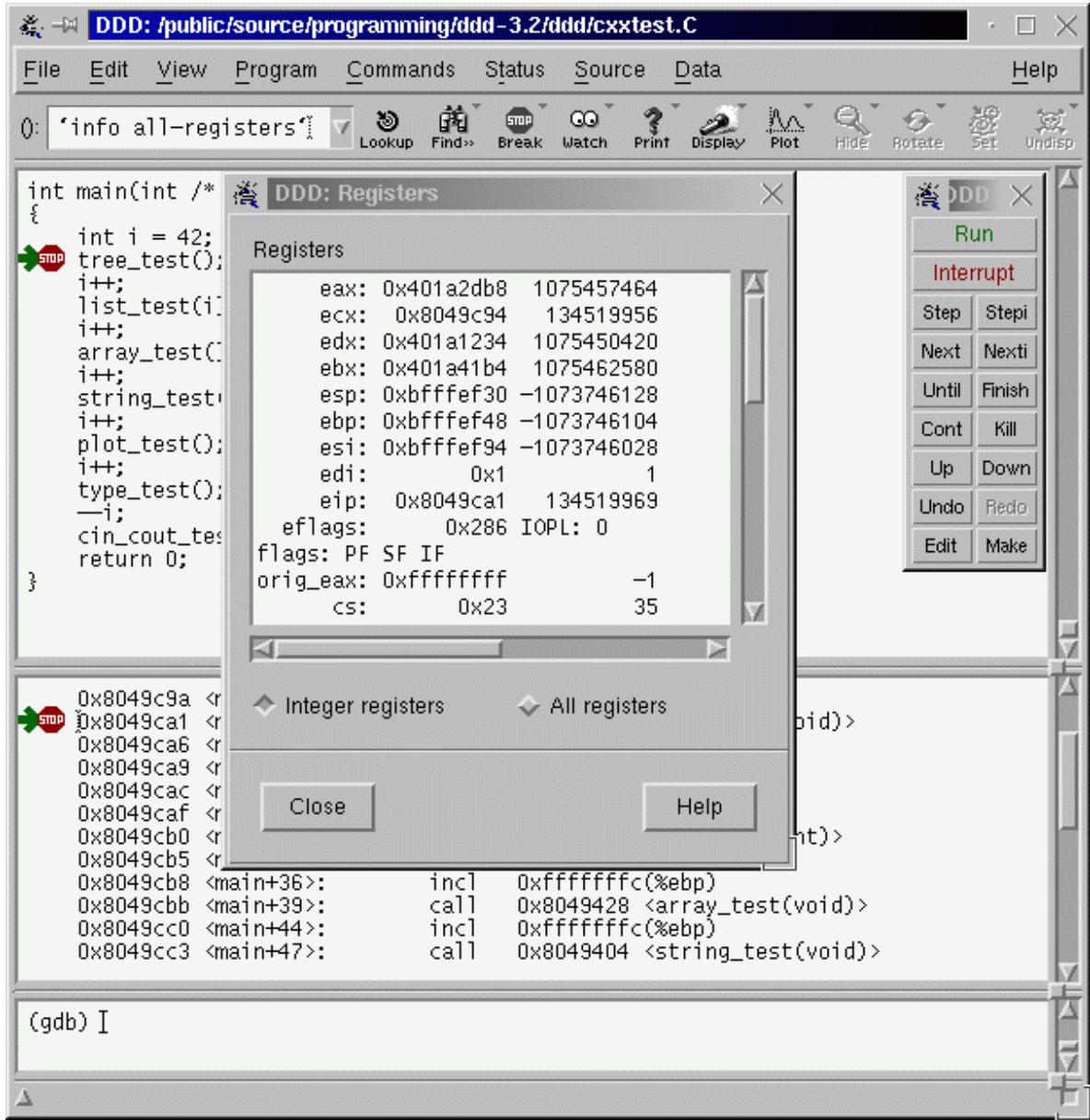
# ddd Settings





# ddd Registerwerte





# Appendix



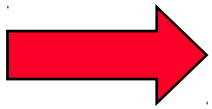
- Bananaware http://de.wikipedia.org/wiki/Bananaware

# Fehlerhafte Software produziert Kosten



- SW-Fehler pro Jahr in Deutschland verursachen Kosten in Höhe von 80 Milliarden EUR (Studie von Lot-Consulting bei 922 deutschen Unternehmen)
- Produktivitätsverlust aufgrund stillstehender Computer kostet 70 Milliarden EUR (Handelsblatt)
- Großteil der Fehler tritt bereits in der

  SW-Entwicklungsphase auf!

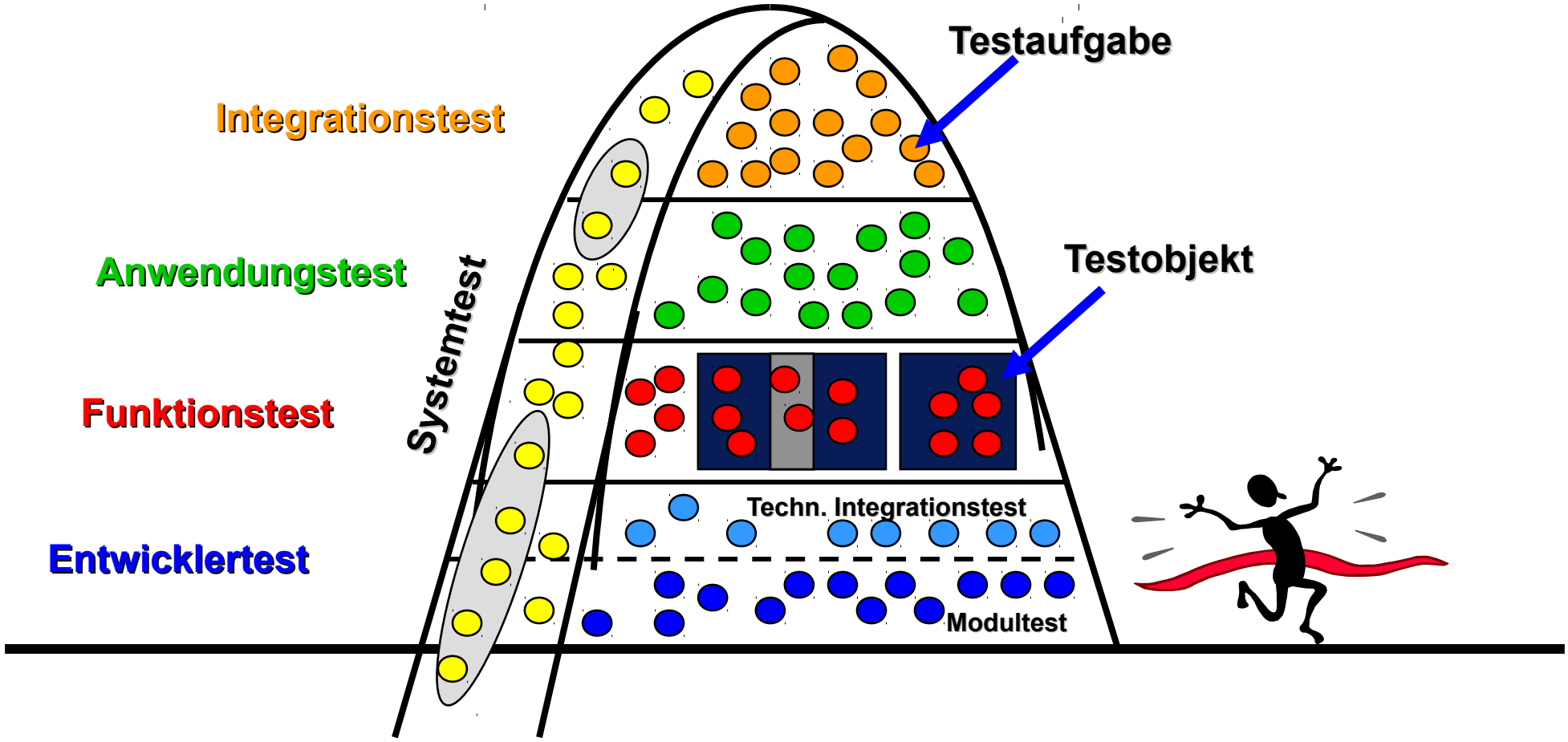


**Wir brauchen zukünftig noch höhere Qualität - und das in immer kürzerer Zeit!**



**Quelle:** Kugel, Thomas: Qualitätssicherung in der Praxis der Softwareerstellung; Vortrag der GI-Regionalgruppe Dresden am 18.10.2001; URL: http://www.gi-dresden.de/f les/181001.pdf

# Der Testberg führt zu Angstgefühlen im Entwickler




**Quelle:** Kugel, Thomas: Qualitätssicherung in der Praxis der Softwareerstellung; Vortrag der GI-Regionalgruppe Dresden am 18.10.2001; URL: http://www.gi-dresden.de/f les/181001.pdf

# Teststufen im Entwicklungsprozess



- **Entwurfstest:**
  Testobjekt sind alle Dokumente (und Modelle), in denen die Fachlichkeit der Anwendung beschrieben ist. Sie werden durch die Prüf-Werkzeuge der CASE auf Korrektheit, Konsistenz, Kohärenz und Abgeschlossen-heit getestet.
- **Entwicklertest (Einheitentest, unit test):**
  - **Klassentest** ermittelt korrekte Objektzustände, die möglichen Methodenaufrufe und Parameterzustände (vgl. Modultest)
  - **Clustertest** überprüft eine Gruppe von kohärenten, stark voneinander abhängigen Klassen(Package, techn. Integrationstest)
- **Testfallermittlung:**
  Vollständige, systematische Abdeckung des Zustandsraumes der **Test-objekte** über alle möglichen Verkettungen von Methodenaufrufen und Ketten für Sequenzen von Testfällen.
- **Anwendungstest:**
  Betrachtet die Anwendung aus fachlicher Black-Box-Sichtweise. Getestet werden Testfälle aus dem Fachwissen der Anwender heraus.
- **Systemtest:**
  Prüfung des Einf usses verteilter Objekte(Komponenten), die über verschiedene logische oder physische Knoten gemeinsam verwendet werden.

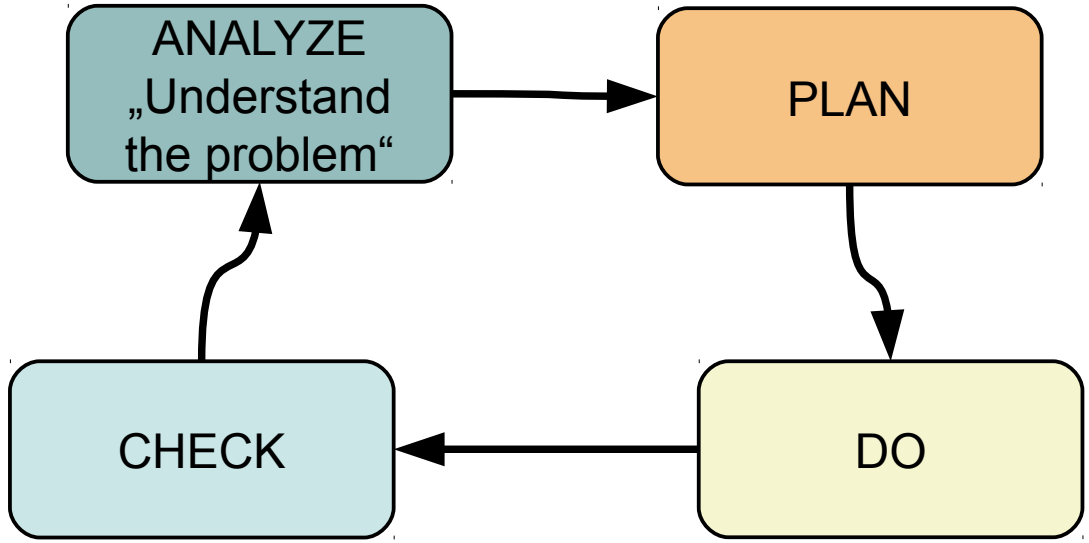


**Quelle:** Meyerhoff, D.B., Timpe, M., Westheide, J.T.:Teststufen und Testwerkzeuge im objektorientierten Software-Entwicklungsprozess; Softwaretechnik-Trends 18(1998) H. 2, S. 16-19

# Testing zur Qualitätssicherung wendet den Feedbackzyklus “Polya Cycle” an

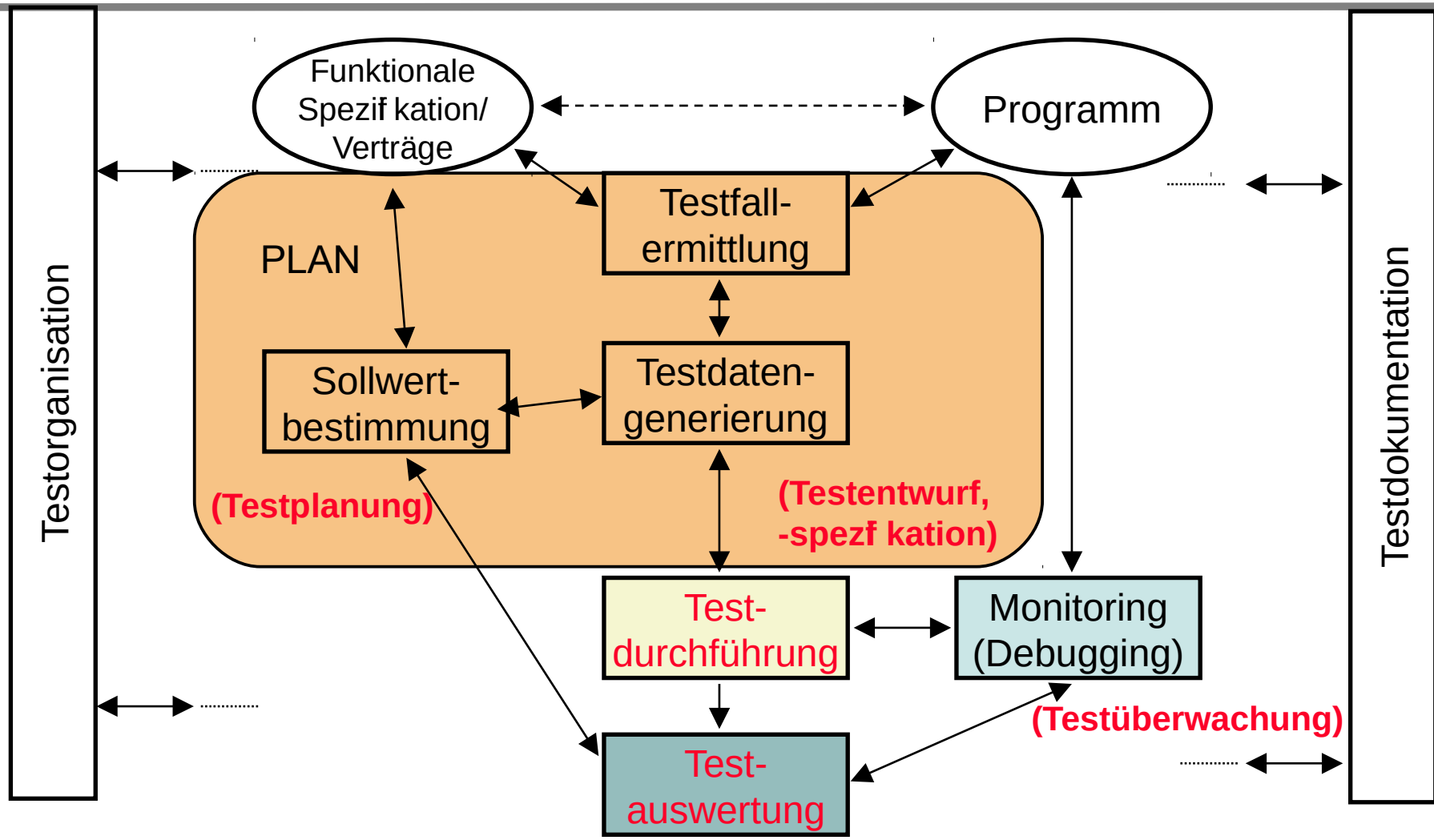


- Testen besteht aus Stichproben, deren Auswahl sorgfältig betrieben werden sollte
- George Polya. How to Solve It (1945).



# Test-Management

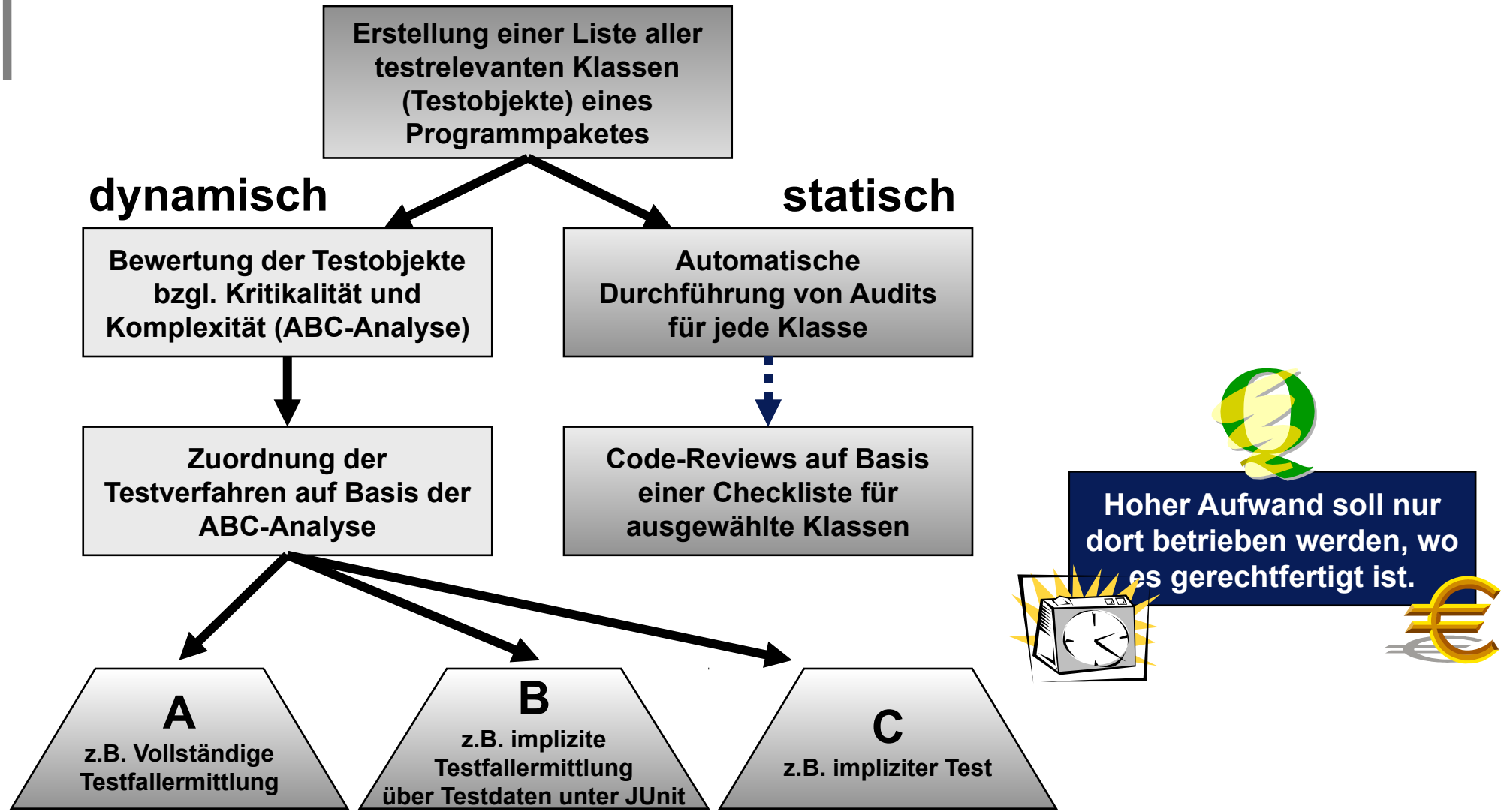





**Quelle:** Müllerburg, M. u.a.(Hrsg.): Test, Analyse und Verif kation von Software; GMD-Bericht Nr. 260, R. Oldenbourg Verlag 1996 S.115

# Roadmap für den Entwicklertest








**Quelle:** Kugel, Thomas: Qualitätssicherung in der Praxis der Softwareerstellung; Vortrag der GI-Regionalgruppe Dresden am 18.10.2001; URL: http://www.gi-dresden.de/f les/181001.pdf

# Framework *JUnit* für Komponententest

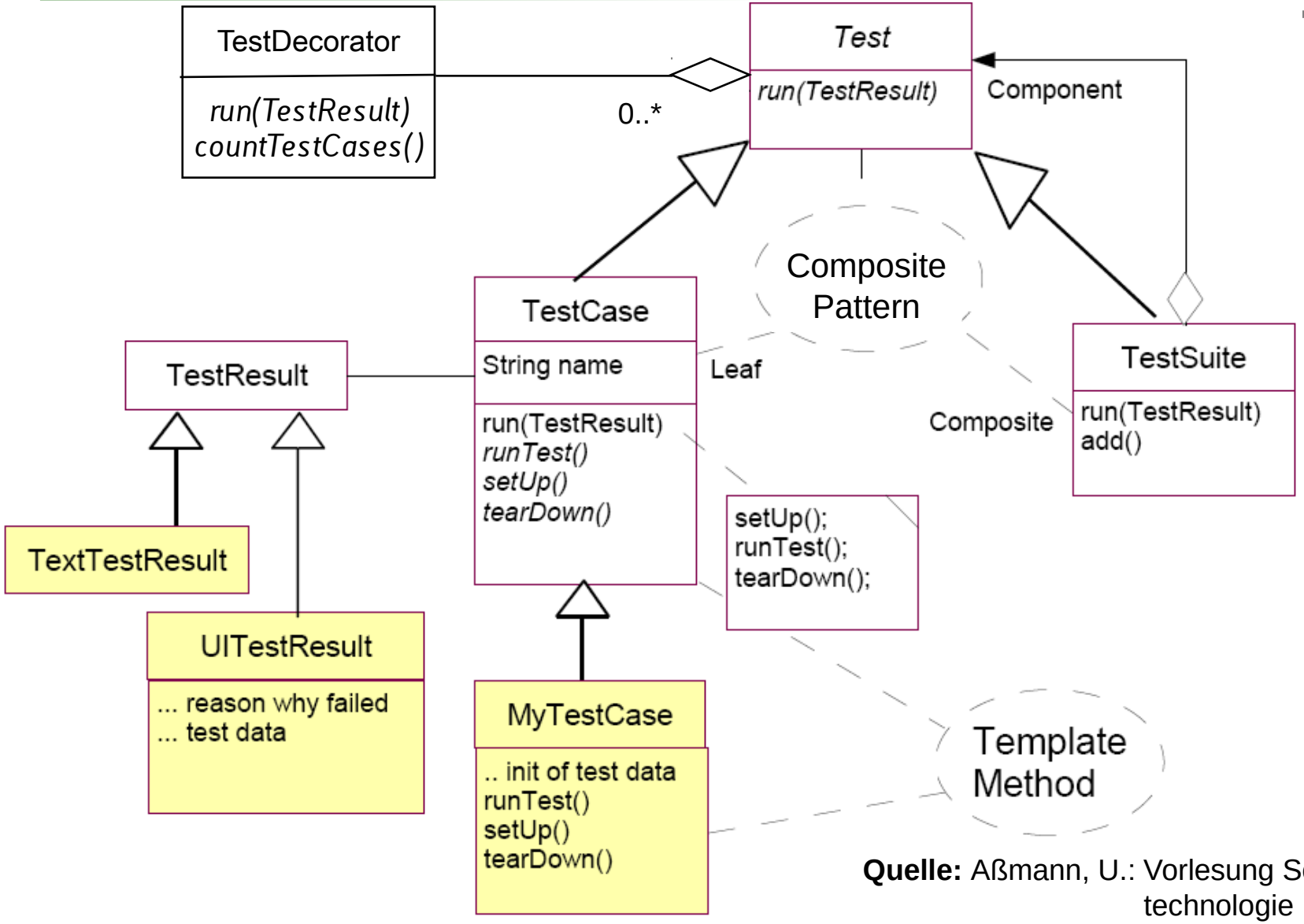


- **Entwickler:**
  - Software ist frei und im Kern von Kent Beck und Erich Gamma geschrieben
  - erhältlich von Free Software Foundation (http://www.gnu.org) oder als IBM Common Public License von http://sourceforge.net/projects/junit/
- **Anwendungsgebiet:**
  - Schreiben und Ausführen automatisierter Tests von Programmkomponenten (Units) isoliert von anderen Programmeinheiten
  - die vorgefundenen Programmzustände werden mit den erwarteten verglichen und Abweichungen automatisch gemeldet
  - einfache Organisation der Testfälle für den Black-Box-Test einschließlich Erzeugung von Klassen, die eine Sammlung von Testfällen unterstützen
  - inkrementelle Programmentwicklung in kleinen Schritten (erst Tests schreiben, dann Code entwickeln; wiederholbare Tests, regressionsfähig)
  - Gewährleistung einer einheitlichen, flexiblen Testdokumentation
- **Softwarebasis:**
  - *Open Source* Test-Framework in junit.jar, Quellen in src.jar mit der Möglichkeit, es selbst zu erweitern (siehe www.junit.org)



**Quelle:** Link, J.: Softwaretests mit JUnit – Techniken der testgetriebenen Entwicklung; dpunkt.verlag 2005

# Teststruktur von JUnit




**Quelle:** Aßmann, U.: Vorlesung Softwaretechnologie II SS06

# Testklassen („Werkzeuge“) von *JUnit*



| | |
|---|---|
| **Test** | Schnittstellenklasse, die es nach dem *Composite Pattern* erlaubt, beliebig viele Testumgebungs- und Testfallobjekte zu einer umfassenden Test-Hierarchie zu kombinieren |
| **TestSuite** | Zusammenfassung beliebig vieler Tests in einer Klasse, um sie dann gemeinsam ausführen zu können. Hinzufügen beliebig vieler Testfälle und selbst weiterer Testsuites, womit sie eine Reihe von Tests zusammenführt |
| **TestCase** | Sammlung von Testfällen, gruppiert die Testfälle um eine gemeinsame Menge von Testobjekten. Der Testfall wird aus einer bestimmten Konfiguration von Objekten aufgebaut, gegen die der Test läuft. Damit wird das Verhalten der Testobjekte ermittelt |
| **TestDecorator** | - erlaubt Verwendung gleichzeitig mehrerer Erweiterungen<br>- fungiert als Testframework einer Oberklasse<br>- implementiert das Decorator-Muster nach Gamma |

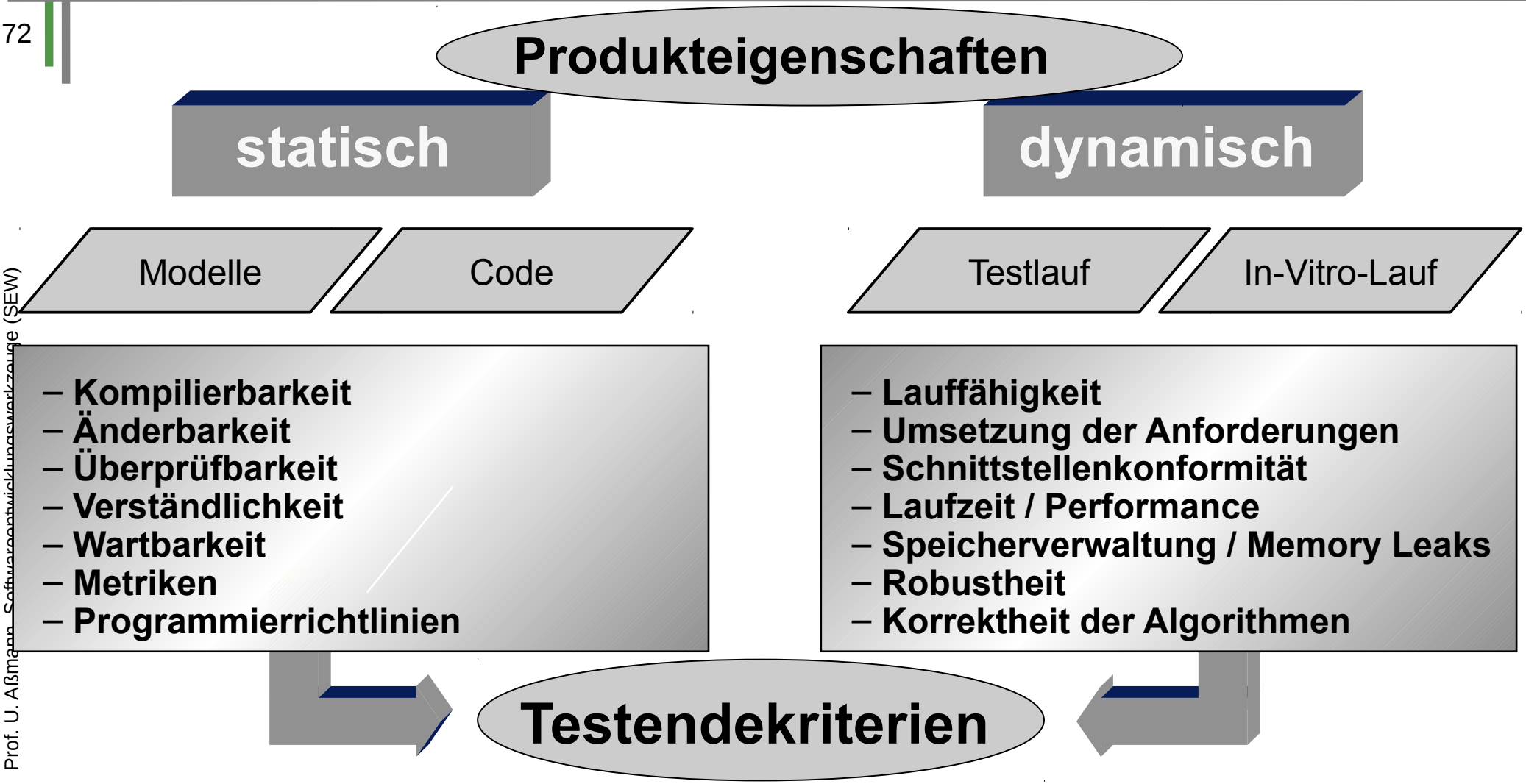
**Lebenszyklus eines Testfalls:**

1. **Testfallerzeugung:** Framework erzeugt für Testmethoden der zugehörigen Testklasse jeweils ein eigenes Objekt der Klasse
2. **Testlauf:** JUnit führt die gesammelten Testfälle voneinander isoliert aus. Reihenfolge der Ausführens der Testfälle ist undefiniert.

**Quelle:** Westphal, F.: Unit Testing mit JUnit; URL: http://www.FrankWestphal.de

# Entwicklertest: FURPS Qualitätsziele








**Quelle:** Kugel, Thomas: Qualitätssicherung in der Praxis der Softwareerstellung; Vortrag der GI-Regionalgruppe Dresden am 18.10.2001; URL: http://www.gi-dresden.de/f les/181001.pdf

# Testen - was?

http://www.imbus.de/testservices/testspektrum.shtml



Dynamischer Test (Test mit Programmausführung):

In-Vitro-Lauf:

- Debugging
- Dynamisches Slicing

Testlauf:

- Funktionaler Test
- Installationstest
- Lizenzierungstests
- Test der Dokumentation (Online Hilfe)
- Migrationstest
- Plattformtest
- Last- und Performanztest
- Stresstest
- Robustheit und Recovery
- Internationalisierungstest (I18N)
- Lokalisierungstest (L10N)
- Security Test
- Usability Test
- Web Test
- Embedded Test
- Interoperabilitätstest
- Koexistenztest

Statischer Test: (Test ohne Programmausführung)

- Statische Analysen
- Statische Vertragsprüfung

# Testen findet im Rahmen einer SW-Entwicklungsmethode statt



Testmethoden:

- Anforderungsbasiertes Testen
- Geschäftsprozessbasiertes Testen
- Lebenszyklusbasiertes Testen
- Anwendungsfallbasiertes Testen
- Risikobasiertes Testen
- Spezifikationsbasiertes Testen
- Agiles Testen
  - Continuous Integration
- Exploratives Testen

Teststufen:

- Komponententest/Unit-Test
- Integrationstest
- Systemtest
- Abnahmetest

http://www.imbus.de/testservices/testspektrum.shtml