



Management im Software Engineering  
Universität Würzburg  
WS 2013/2014

**Ausarbeitung**

# **Test-Driven Development**

Philipp Jeske      Benjamin Morgan

18. Dezember 2013

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Definition</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>7</b>
3.1	Unit-Tests . . . . .	7
3.2	Integrationstests . . . . .	7
3.3	Systemtest . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Beispiel</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Bewertung</b>	<b>10</b>
5.1	Vorraussetzungen . . . . .	10
5.2	Vorteile . . . . .	11
5.3	Nachteile . . . . .	11
<b>6</b>	<b>Fazit</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Erfahrungsbericht</b>	<b>15</b>
7.1	Benjamin Morgan . . . . .	15
7.2	Philipp Jeske . . . . .	16

Diese Ausarbeitung wurde im Rahmen der Vorlesung „Management im Software Engineering“ an der Universität Würzburg im Wintersemester 2013/2014 bei Dr. Jürgen Schmied geschrieben. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über das Entwicklungsparadigma „Testgetriebene Entwicklung“ gegeben und anhand eines Beispiels der wichtigste Faktor aufgezeigt. Anschließend werden Vor- und Nachteile aufgezeigt und ein Fazit gezogen. Abschließend steht noch ein persönlicher Erfahrungsbericht der beiden Autoren dieser Arbeit.

# 1 Einführung

Philipp  
Jeske

Bei den klassischen Entwicklungsmodellen werden Tests erst nach Fertigstellung einzelner Module ausgeführt, dies führt dazu, dass unter Umständen vielen Nacharbeiten nötig sind bevor mit dem nächsten Modul angefangen werden kann. Auch ist es bei diesem Vorgehen möglich, dass Funktionen vergessen werden zu implementieren. Dieses Problem ist gerade heutzutage immer schwerer wiegender, da die Software immer komplexer wird und somit die Pflichtenhefte immer länger werden. Im Zusammenspiel mit Zeitdruck im Projekt führt dies dazu, dass manches überlesen werden kann. Eine weitere Problematik die bei klassischen Methoden auftreten kann, ist dass Tests vernachlässigt werden, sollte es am Projektende eng werden oder der Kostenrahmen gesprengt werden.

Diese Probleme versucht die agile Softwareentwicklungs-Methode Extreme Programming (XP) mit häufigen Testen und Pair Programming zu umgehen. Mittlerweile hat sich der Aspekt des häufigen Testens zu einem eigenen Paradigma entwickelt und findet in vielen Bereichen Anwendung in denen hohe Codequalität gefordert wird. Bei Testgetriebener Entwicklung (TDD) steht das regelmäßige Testen seines Codes bereits während der Implementierung im Mittelpunkt. Da dazu die Tests bereits vor dem Production Code geschrieben werden, wird auch teilweise bereits auf Vollständigkeit geprüft. Im folgenden Kapitel wird auf die genaue Definition von Testgetriebener Entwicklung genauer eingegangen.

## 2 Definition

Benjamin  
Morgan

Testgetriebene Entwicklung (engl. *test-driven development*, auch TDD) ist ein Teil von der Agile Softwareentwicklung, bestehend aus *test-first development* (TFD) und Refaktorisieren. Tests werden zuerst geschrieben und steuern die gesamte Softwareentwicklung. [4, 1]

Diese Kombination stellt den traditionellen Softwareentwicklungsprozess oft auf den Kopf, wo Code der funktioniert nicht mehr angefasst wird (da was kaputt gehen könnte) und Testing in der Regel zuletzt gemacht wird oder teilweise weggelassen wird.

TDD besteht aus einem kurzen iterativen Zyklus:

- Schreibe einen Test, der erstmal fehlschlägt.
- Implementiere gerade so viel Produktivcode, dass der Test erfolgreich durchläuft wird.
- Refaktorisiere den Test- und Produktivcode. [1]

Die ersten zwei Schritte machen *test-first development* (TFD) aus, und der dritte Schritt ist das Refaktorisieren. Man kann das Paradigma des TFDs auch zusammenfassen als eine Reihe von Gesetzen die der Entwickler befolgen muss, wie die nachfolgende hier. Diese Sicht hat den Vorteil, sehr präzise und prägnant zu sein.

1. You are not allowed to write any production code unless it is to make a failing unit test pass.
2. You are not allowed to write any more of a unit test than is sufficient to fail; and compilation failures are failures.
3. You are not allowed to write any more production code than is sufficient to pass the one failing unit test. [6]

Die Voraussetzung ist natürlich, dass man Produktivcode schreibt, dass von Unit-Tests getestet werden kann. In einem gewissen Sinne reagiert der Entwickler nur auf fehlschlagende Tests. Allerdings fehlt hier das kritische Refaktorisieren.

Aus diesen drei Gesetzen folgt, dass man nicht sehr viel Zeit mit nur den Tests oder nur dem Produktivcode verbringen kann. Man wechselt häufig zwischen Tests schreiben und Produktivcode schreiben ab, sogar alle paar Minuten [1, 6]. Das System ist dabei in einem Dauerzustand von kompilieren, um den Entwickler dabei zu unterstützen. Was aber dabei rauskommt ist, dass man fast immer Produktivcode hat der funktioniert,

und wenn er nicht funktioniert, dann wird der Code der vor ein paar Minuten existiert hat funktionieren.

Zu diesem Zweck nimmt TDD sehr stark Gebrauch von der Konfigurationsmanagement, sodass man beim Refaktorisieren leicht zu ältere Versionen vom Code zurückfallen kann, falls das Refaktorisieren komplett fehlschlägt.

Um TDD anwenden zu können also, muss die Entwicklungsumgebung diese Arbeitsweise unterstützen; lange Kompilierzeiten, schlechte Testframeworks oder eine Konfigurationsmanagement die nicht schnell und unkompliziert in die Workflow integriert können TDD sehr unprofitabel machen.

Ein signifikanter Nebeneffekt von TDD oder TFD im allgemeinen ist, dass man sehr viel Testcode generiert. In der Regel rechnet man mit mindestens so viel Testcode wie man Produktivcode hat. [3, 5]

## 3 Umsetzung

Philipp  
Jeske

Die Umsetzung der TDD erfolgt in mehreren Stufen und findet auf unterschiedlichen Integrationsebenen statt. Je nach Ebene werden unterschiedliche Praktiken und Tools angewendet, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

### 3.1 Unit-Tests

Die bekannteste Testtechnik in der Softwareentwicklung sind wahrscheinlich die UNIT- bzw. Modultests. Diese werden häufig mit Hilfe von in die Entwicklungssprache und die Integrated Development Environment (IDE) integrierte Testframeworks durchgeführt. Einer der bekanntesten und ersten Repräsentanten dieser Testframeworks ist JUnit. Mittlerweile gibt es viele Ports auf andere Sprachen und Plattformen, zum Beispiel NUnit für das .NET-Framework von Microsoft oder CUnit für C und C++, das nicht nur auf x86- und x64-Plattformen portiert wurde, sondern unter anderem auch auf MIPS und MSP430.

Diese Tests finden auf der untersten Ebene statt und sichern die Software gegen Implementierungsfehler von Teilaufgaben ab, so werden einzelne Funktionen auf die korrekte Ausgabe bei einer genau definierten Eingabe getestet. Auf dieser Integrationsebene werden alle Objekte, die mit dem zu testenden Objekt interagieren durch so genannte Mock-Objekte abstrahiert.

Ein Mock-Objekt bietet die gleichen Schnittstellen wie das zu simulierende Objekt, allerdings sind die Ausgaben fest definiert, um ein deterministisches Verhalten ohne Interferenzen mit unter Umständen externen Quellen zu vermeiden. Zum Beispiel wird bei datenverarbeitenden Programmen der Datenbankzugriff auf ein Mock-Objekt zum Testen abgebildet, da dadurch sich die Eingabe genau definieren lässt.

Die Unit-Tests werden bei Anwendung des Paradigmas der TDD bei jeder kleinsten Änderung ausgeführt und die Entwicklung wird erst durchgeführt, sobald der entsprechende Test fehlerfrei durchläuft.

### 3.2 Integrationstests

Bei den Integrationstests, die häufig auch noch mit den Testframeworks durchgeführt werden, werden in einzelnen Iterationen die Mock-Objekte durch ihr reales Pendant ersetzt und dadurch kontrolliert, dass die Zusammenarbeit der Komponenten untereinander fehlerfrei funktioniert.

Die Integrationstests werden bei der TDD ab der ersten Iteration ständig durchgeführt, ab der eine Integration möglich ist. Beim Beispiel der datenverarbeitenden



Anwendung, wird neben den Modultests, die z.B. die Berechnung eines Indexes usw. beinhalten, ab der vollständigen Implementierung des Datenbankzugriffes neben dem Mock-Objekt-Test auch direkt der Datenbankzugriff getestet, um frühzeitig Probleme bzw. Fehler zu erkennen und diese in einem frühen Stadium beheben zu können.

### **3.3 Systemtest**

Sind alle Teile einer Anwendung erfolgreich mit Modultests und Integrationstests getestet, kann die letzte Iteration der Integrationstests durchgeführt werden. Diese wird auch häufig als Systemtest bezeichnet und ist der erste Test, bei dem alle Komponenten zusammenspielen und ihr Verhalten miteinander getestet wird.

Ab der ersten vollständigen Integration aller Komponenten wird bei der jeder Iteration des Refactor/Debug-Zyklus neben Unit-Tests und den Integrationstests ausgeführt auch bei diesem Test gilt, die Entwicklung wird erst fortgesetzt, wenn alle Tests erneut erfolgreich bestanden sind.

## 4 Beispiel

Philipp  
Jeske

## 5 Bewertung

Benjamin  
Morgan

Es ist nicht immer offenbar, was die Vor- und Nachteile von TDD sind. Manchmal kommt es drauf an, wie penibel man TDD anwendet, ob eine Charakteristik von TDD ein Nachteil oder ein Vorteil ist. Es gibt auch Vorraussetzungen, die erfüllt werden sollten, um TDD sinnvoll anzuwenden.

### 5.1 Vorraussetzungen

Bill Landers auf *StackExchange* [7] hat prägnant zusammengefasst, welche Voraussetzungen erfüllt werden müssen, dass man von TDD richtig profitieren kann:

- Der Produktivcode ist testbar auf Basis Unit-Tests und es macht auch Sinn auf dieser Ebene zu testen.
- Der Entwicklungsgegenstand hat einen klaren Ansatz (d.h. einen klaren Weg dahin) und erfordert keine aufwendige Experimentation oder Prototyping.
- Es wird nicht zu heftig oder stark refaktoriert/überarbeitet und die Spezifikation wird sich nicht signifikant geändert; es sei denn es ist akzeptabel hunderte bis tausende von Testfälle immer wieder neuzuschreiben.
- Nichts ist geschlossen (engl. *sealed*).
- Man kann den Entwicklungsgegenstand logisch in Module zerteilen.
- Es ist möglich, überall Dependency Injection anzuwenden oder die Objekte durch Mockobjekte zu ersetzen.
- Die Management und das Entwicklungsteam akzeptieren TDD und wenden es konsistent an.
- Der Auftraggeber legt genug Wert auf niedrigere Klassen von Fehlern um den Zusatzaufwand zu berechtigen.

Auch wenn nicht alle Punkte zutreffen, ist es dennoch möglich eingeschränkt TDD anzuwenden, allerdings sollte man besonders Acht geben, dass man keine Teile des Codebases vernachteiligt, weil sie nicht mittels dem TDD Paradigma entwickelt werden.

## 5.2 Vorteile

Für Softwareprojekte die mit TDD entwickelt werden, gibt es verschiedene Vorteile.

- Hunderte und Tausende von Tests werden erzeugt, die jederzeit durchgeführt werden kann; und es soll gelten, dass sie erfolgreich sind.
- Durch die umfassenden Tests, gibt es mehr Transparenz im Produktionscode; die Tests spezifizieren die Funktionalitäten.
- Die ganze Menge an Tests agieren als Dokumentation und Beispielanwendungen zugleich, zusätzlich sind sie immer aktuell.
- Die Tests bilden eindeutig die Spezifikation und zwingen den Entwickler die Spezifikation gut durchzudenken before er mit dem Coden anfängt.
- Man kann nach Belieben refaktorisieren, ohne zu riskieren, dass man aus Versehen eine Regression einführt, da die Tests eine Art Sicherheitsnetz bilden.
- Es gibt kein Grund, Angst zu haben, Code „anzufassen“, also zu ändern oder löschen. Die Software wird wirklich *soft*. [6]
- Man hat einen testbaren Design und Codebase, weil TDD es erzwingt.
- Es gibt keine Ausreden oder Abkürzungen mehr um das Testen; weder kann der Entwickler faul sein noch die Management das überspringen der Tests erzwingen.

In der Tat ist TDD ein effektives Werkzeug gegen die menschliche Natur; wenn ein Softwareprodukt fertig ist, neigt man oft dazu, nicht mehr zu testen wenn alles im grünen Bereich zu sein *scheint*. TDD beugt diesem vor.

## 5.3 Nachteile

Die Vorraussetzungen von TDD können auch als Nachteile gesehen werden. Obwohl TDD Vorteile bringt, ist der Zusatzaufwand nicht Umsonst. Nicht nur müssen Entwickler TDD gut beherrschen lernen, sondern die konsistente Anwendung erfordert auch mehr Disziplin und Zeit wie ohne TDD.

- Gewisse Softwaregegenstände lassen sich weniger effektiv mit TDD entwickeln als andere. So sind beispielsweise Projekte die sehr User-Interface oder Netzwerk lastig sind, schwer zu testen.
- Auch triviale Änderungen an der Spezifikation können dazu führen, dass man hunderte oder tausende von Tests neuschreiben muss. Sogar ein signifikantes Refaktorisieren kann das herbeiführen. [7]

- Die Management von der gesamten TDD Paket zu überzeugen kann sehr schwer sein. Zum Beispiel eignet sich TDD am besten wenn man Paarprogrammiert, welches aber viele Manager nicht akzeptieren (zwei tun die Arbeit von einem, das ist uneffizient.) [2]
- TDD erfordert eine große Investition von Zeit und Aufwand um überhaupt reinzukommen; viele Entwickler haben nicht den Geduld dafür, und somit kann es schwierig sein, das gesamte Entwicklungsteam von TDD zu überzeugen. [2]
- Die gesamte Menge an Test muss auch erhalten und debugged werden. Obwohl die Tests die Qualität der Produktivcode steigern, ist der Entwickler selber für die Qualität der Tests komplett zuständig.
- Das schreiben von guten, effektiven Tests wie TDD es erfordert ist eine Kunst in sich selbst; viele Entwickler können keine *gute* Tests schreiben. [2]
- TDD macht es sehr teuer, den Code zu tunen; bei vielen Algorithmen ist es gerade in der Experimentation wo man die Performance richtig erst rausbringen kann. [2]
- Bestehende Projekte auf die TDD Entwicklungsstrategie umzustellen kann eine riesige Herausforderung stellen; es gibt keine Garantie, dass alle Codewege gedeckt sind oder dass die Tests wirklich die gesamte Funktionalität abdecken.

Es sieht vielleicht nach viel aus was gegen TDD spricht, aber die meisten Nachteile sind an dem Design bedingt und gelten nicht für alle Projekte. Für die Projekte die zu TDD passen, oder für Entwickler die darin sehr zuhause sind, kann TDD besser sein als die alternative Entwicklungsstrategien. Nach Sun Tzu sollte man seine eigene Schwächen gut kennen, damit man effektiv dagegen wirken kann.

- Dass erfolgreiche durchlaufen von hunderte und tausende von Tests kann leicht ein falsches Gefühl von Sicherheit herbeiführen. [7]
- Die Voraussetzung, dass Code (Unit-) testbar sein muss führt oft zu einem viel komplexeren Design als für das Problem eigentlich nötig ist. [7]
- TDD führt zu einem sehr Schnittstellenzentrierten Code, da dies sich besser testen lässt. Dies mag oft eine gute Eigenschaft sein, für kleine Projekte ist es aber vielleicht unnötig.
- Es ist möglich zu detailliert oder zu genau zu testen, dies kann die Entwicklung verlangsamen lassen und sogar das Refaktorisieren verhindern.
- TDD kann den Produktivcode schnell in ein vorläufiges Design einfixieren, da die Tests eine bestimmte API verlangen. Falls die API noch nicht eindeutig ist, oder falls Prototyping nötig ist, wird TDD viel Zusatzarbeit erzeugen. [2]
- Wenn Entwickler selber Tests und Produktivcode schreiben, dann können leicht die Tests die gleichen Lücken wie der Produktivcode aufweisen.

- Oft glaubt man, die Tests würden alle Codewege decken; das mag anfänglich stimmen, kann durchaus aber gerade durch das Refaktorisieren nicht mehr der Fall sein.

## 6 Fazit

Philipp  
Jeske

## 7 Erfahrungsbericht

Nach dem objektiven Fazit im vorigen Kapitel, werden hier noch die Erfahrungen der beiden Autoren zusammengefasst und ein persönliches Fazit gezogen.

### 7.1 Benjamin Morgan

Benjamin  
Morgan

Ich habe an mehreren Softwareprojekte gearbeitet oder mitgearbeitet, jedoch noch nicht mit dem strikten testgetriebenen Entwicklungsstil. Wenn ich meine Sicht trotzdem auffassen darf, dann scheint mir die pure TDD etwas zu masochistisch für viele Projekte (vor allem die, an der ich arbeite). Ich glaube eine Mischform die eine umfangreiche aber angemessene Menge von Testing miteinbezieht könnte sich als sehr hilfreich entpuppen. Dieser Stil müsste nicht so strikt die Gesetze der TDD einhalten, würde aber trotzdem einen ähnlichen testgetriebenen Entwicklungsstil an Stellen einsetzen.

1. Denke das Design gut durch.
2. Entwickle eine geeignete API für den Lösungsansatz. Das könnte am besten dadurch geschehen indem man
  - auf Papier rumkritzelt,
  - verschiedene Anwendungsfälle durchdenkt und durcharbeitet oder
  - Anwendungsbeispiele für die zukünftige API programmiert.

Es könnte sogar durchaus sinnvoll sein, Prototypen oder gar Produktivcode zu schreiben. Oft merkt man, dass der erste Ansatz doch nicht das ist, was man will; wenn man das spät merkt, ist TDD nachteilig, da man bereits viel Zeit mit konkreten Tests verbummelt hat.

3. Schreibe umfangreiche Tests für die API (nicht aber unbedingt für die kleine privaten Funktionen). Alle möglichen Ein- und Ausgänge sollen berücksichtigt sein.
4. Schreibe den Produktivcode und nutze die zuvor geschriebene Tests, aber vertraue nicht darauf (schalte das Gehirn nicht aus).

Diese Schritte können mit verschiedener Genauigkeit und Umfang angewandt werden. Es sollte möglich sein, mehrere Tests oder mehr Produktivcode auf einmal zu schreiben, dadurch erspart man dem Programmierer gezwungene Kontextwechsel, die seine Produktivität negativ beeinflussen.

Das TDD Paradigma fühlt sich so an als würde sich alles (und zwar ohne Ausnahme) um die Tests drehen. Das finde ich ein bisschen extrem; man verliert sich leicht darin



und vergisst das der Kunde oder der Nutzer in der Regel den Produktivcode bekommt, nicht die ganze Testsuite. Ich persönlich hätte viel lieber sehr guter Produktivcode als sehr gute Tests (mit schlechtem Produktivcode). Vielleicht kann man von den Programmiersprachen *Go*<sup>1</sup> und *D*<sup>2</sup> was lernen, denn sie integrieren das Testing in der Sprache bzw. Tools und Bibliothek auf einer Weise, dass das Testing sehr angenehm macht.

## 7.2 Philipp Jeske

Philipp  
Jeske

Ich habe bereits in kleineren Projekten als auch in mittelgroßen Projekten, versucht TDD einzusetzen, jedoch gab es einige Probleme.

So stelle sich heraus, dass der Aufwand bereits bei kleinen Projekten ziemlich groß ist, wenn man den ganzen Netzwerkstack mocken muss bzw. den Zugriff auf eine Datenbank. Ebenso stellte sich heraus, dass es eine Menge Mehraufwand erzeugt, wenn sich Anforderungen ändern, da diese dann auch in den Tests nachgezogen werden müssen.

Aber es gab nicht nur negative Beispiele, so eignet sich TDD meines Erachtens um logische Fehler bereits während der Implementierung zu erkennen. Auch zum Testen von projektinternen Abhängigkeiten der Art „Klasse A erbt von Klasse C und implementiert Schnittstelle C“ können mit Hilfe von TDD sehr gut getestet werden.

Aufgrund meiner persönlichen Erfahrungen würde ich weder zu TDD raten noch davon ab. Ich würde einen abgespeckten Workflow vorziehen, der den Testaufwand auf logische Fehler reduziert, die einfach überprüft werden können und die Integrationstests nur auf einfache Fälle wie oben beschrieben beschränkt. Für die restlichen Testpunkte bevorzuge ich den klassischen Ansatz, da sich der Aufwand dadurch reduziert.

Ferner macht es Sinn, die Tests von spezialisierten Teams schreiben zu lassen, da dadurch das Problem der Whitebox-Tests weiter umgangen wird und nicht jeder Entwickler tests schreiben will. Ferner spart es Schulungsaufwand.

---

<sup>1</sup>Siehe die Website <http://golang.org>

<sup>2</sup>Siehe die Website <http://dlang.org>

# Literatur

- [1] it-agile. *Was ist Testgetriebene Entwicklung?* URL: <http://www.it-agile.de/wissen/praktiken/agiles-testen/testgetriebene-entwicklung-tdd> (besucht am 18.12.2013).
- [2] *Disadvantages of Test Driven Development.* URL: <http://stackoverflow.com/questions/64333/disadvantages-of-test-driven-development> (besucht am 08.12.2013). ■
- [3] *How SQLite is tested.* URL: <http://www.sqlite.org/testing.html> (besucht am 08.12.2013).
- [4] *Introduction to Test Driven Development.* URL: <http://www.agiledata.org/essays/tdd.html> (besucht am 08.12.2013).
- [5] *Test Driven Development.* URL: <http://c2.com/cgi/wiki?TestDrivenDevelopment> (besucht am 08.12.2013).
- [6] *The Three Laws of TDD.* URL: <http://butunclebob.com/ArticleS.UncleBob.TheThreeRulesOfTdd> (besucht am 08.12.2013).
- [7] *What are the disadvantages of test-first programming?* URL: <http://programmers.stackexchange.com/questions/5560/what-are-the-disadvantages-of-test-first-programming> (besucht am 08.12.2013).