



**HOCHSCHULE KONSTANZ** TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

# **Modellierung von Testdaten**

**Nikolaus Moll**

287336

Konstanz, 11. Oktober 2013

**Master-Arbeit**



# Master-Arbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

**Master of Science**

an der

**Hochschule Konstanz**

Technik, Wirtschaft und Gestaltung

Fakultät Informatik

Studiengang Master Informatik

<b>Thema:</b>	<b>Modellierung von Testdaten</b>
<b>Verfasser:</b>	Nikolaus Moll TODO TODO TODO
<b>1. Prüfer:</b>	TODO TODO TODO TODO TODO TODO
<b>2. Prüfer:</b>	PRUEFERBTITLE PRUEFERB TODO TODO TODO TODO
<b>Abgabedatum:</b>	11. Oktober 2013



# Abstract

**Thema:** Modellierung von Testdaten

**Verfasser:** Nikolaus Moll

**Betreuer:** TODO TODO  
PRUEFERBTITLE PRUEFERB

**Abgabedatum:** 11. Oktober 2013

Das Abstract befindet sich in `formal/abstract.tex`.



# Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich *Nikolaus Moll*, geboren am *22.12.1981* in *TODO*, dass ich

- (1) meine Master-Arbeit mit dem Titel

## **Modellierung von Testdaten**

selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und keine anderen als die angeführten Hilfen benutzt habe;

- (2) die Übernahme wörtlicher Zitate, von Tabellen, Zeichnungen, Bildern und Programmen aus der Literatur oder anderen Quellen (Internet) sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben kann.

Konstanz, 11. Oktober 2013

---

Nikolaus Moll





# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b>	<b>v</b>
<b>Ehrenwörtliche Erklärung</b>	<b>vii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlegende Konzepte / State of the Art / Anforderungsanalyse / Fragestellung</b>	<b>3</b>
2.1 Grundlegende Konzepte . . . . .	3
2.1.1 Modellgetriebene Software-Entwicklung . . . . .	3
2.1.2 Software-Tests . . . . .	3
2.2 Allgemeine Anforderungen . . . . .	3
2.2.1 Datenbanktests . . . . .	3
2.3 Fortlaufendes Beispiel . . . . .	4
2.3.1 Voraussetzungen . . . . .	4
2.3.2 Gewählte Problemstellung . . . . .	4
2.3.3 Beispiel-Use-Cases . . . . .	6
2.4 Modellierungsvarianten der Testdaten für DbUnit . . . . .	6
2.4.1 XML-Dataset . . . . .	7
2.4.2 Java-Dataset . . . . .	8
2.4.3 SB Testing DSL . . . . .	9
2.5 Die DSL . . . . .	10
2.5.1 Anforderungen an die DSL . . . . .	10
2.5.2 Zielgruppe . . . . .	11
2.5.3 DSL-Entwürfe . . . . .	11
<b>3 Generierung von Testdaten</b>	<b>13</b>
<b>4 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>15</b>

<b>5</b>	<b>Titel</b>	<b>17</b>
5.1	Untertitel . . . . .	17
5.1.1	Stichpunkte . . . . .	17
5.1.2	Aufzählung . . . . .	17
5.1.3	Abkürzung . . . . .	17
5.1.4	Quellcode . . . . .	17
5.1.5	Verweise . . . . .	17
5.1.6	Zitate . . . . .	18
5.1.7	Bild . . . . .	18
5.1.8	Bildgruppe . . . . .	18

# **Kapitel 1**

## **Einleitung**



## Kapitel 2

# Grundlegende Konzepte / State of the Art / Anforderungsanalyse / Fragestellung

### 2.1 Grundlegende Konzepte

noch zu erklären: - benutzte Terminologie - Modellgetriebene Software-Entwicklung - Tests, Testdatengenerierung - Literatur nutzen

#### 2.1.1 Modellgetriebene Software-Entwicklung

- Modell, Meta-Modell, Modell-Ebenen

#### 2.1.2 Software-Tests

Das zu testende System wird im Rahmen von Software-Tests als *System Under Test* (abgekürzt SUT) bezeichnet. Dabei kann es sich je nach Test und Kontext auf Klassen, Objekte, Methoden, vollständige Anwendungen oder Teile davon beziehen. [4, 810f]

Alle Voraussetzungen für einen Testlauf werden unter der Bezeichnung *Test Fixture* zusammengefasst. <sup>To do (1)</sup> [4, S. 814]

### 2.2 Allgemeine Anforderungen

- Beschreibung der Ausgangssituation - Datenbank-Anwendungen mit Java-Basis - Tests mit JUnit und DbUnit - Zirkuläre Abhängigkeiten?

#### 2.2.1 Datenbanktests

Eine übliche Vorgehensweise, Systeme in Verbindung mit Datenbanken zu testen, stellt *Back Door Manipulation* dar. Dabei wird die Datenbank über direkten Zugriff, vorbei am zu testenden System, in den Anfangszustand gebracht. Anschließend können die zu testenden

Operationen am System durchgeführt werden. Um zu überprüfen, ob sich das System richtig verhalten hat, wird der Zustand der Datenbank mit dem erwarteten Zustand verglichen - ebenfalls am zu testenden System vorbei. [4, 327ff]

To do (2)

Es gibt mehrere Vorteile, die Datenbank nicht über das zu testende System in den Anfangszustand zu bringen. Einerseits können semantische Fehler im zu testenden System unter Umständen nur so gefunden werden. Andererseits kann der Zustand mitunter schneller in die Datenbank geschrieben werden, wenn nicht der Weg über das zu testende System gemacht wird. Außerdem bietet es in Bezug auf die Zustände eine höhere Flexibilität: Die Datenbank kann auch in Zustände gebracht werden, die über das System nicht erreicht werden können. Dafür leidet die Flexibilität an einer anderen Stelle: Die Tests sind abhängig vom konkret verwendeten Datenbank-System. Außerdem setzt der direkte Zugriff auf die Datenbank voraus, dass die Semantik der zu testenden Anwendung berücksichtigt wird. Aus Sicht der Anwendung dürfen sich von der Anwendung eingespielte Daten in ihrer Form nicht von den manuell in die Datenbank geschriebenen Daten unterscheiden.

## 2.3 Fortlaufendes Beispiel

Eine einheitliche und fortlaufende Problemstellung soll der Arbeit als Grundlage dienen. Die Problemstellung besteht aus einem Modell und einem Satz von Testdaten. Alle im weiteren Verlauf diskutierten Modellierungsvarianten werden diese Problemstellung umsetzen und die Testdaten modellieren.

### 2.3.1 Voraussetzungen

Der Schwerpunkt der Modellierung liegt bei der Darstellung von Beziehungstypen zwischen Entitätstypen. Dabei soll die Problemstellung einerseits nicht zu komplex sein, damit sie überschaubar bleibt. Andererseits soll sie komplex genug sein, um möglichst alle Beziehungsarten zwischen Entitäten abzudecken.

To do (3) Die Testdaten sollten gleichzeitig ein *Standard Fixture* und ein *Minimal Fixture* darstellen. *Standard Fixture* bedeutet, dass die selben Testdaten für alle Tests verwendet werden ([4, S. 317]). Nur in Ausnahmefällen sollten Tests modifizierte oder eigene Testdaten verwenden. Dadurch muss sich der Tester für verschiedene Tests nicht in unterschiedliche Daten hineinversetzen. Ein *Minimal Fixture* kann die Laufzeit der Tests verbessern, in dem das Fixture nur Daten enthält, die für den Test notwendig sind ([4, S. 302]). Da auf unnötige Testdaten verzichtet wird, kann der Tester die Daten leichter überblicken.

### 2.3.2 Gewählte Problemstellung

Das gewählte Beispiel stellt eine starke Vereinfachung des Prüfungswesens an Hochschulen dar. Auf eine praxisnahe Umsetzung wird zugunsten der Komplexität verzichtet. Personenbezogene Begriffe werden in der maskulinen Form verwendet, ohne dabei Aussagen über das Geschlecht repräsentierter Personen zu machen. Es beinhaltet die folgenden vier Entitätstypen:

- **Professor:** Ein Professor leitet Lehrveranstaltungen.

### 2.3. FORTLAUFENDES BEISPIEL

- **Lehrveranstaltung:** Eine Lehrveranstaltung wird von einem Professor geleitet. Es kann zu jeder Lehrveranstaltung eine Prüfung geben.
- **Prüfung:** Eine Prüfung ist einer Lehrveranstaltung zugeordnet. Außerdem hat mindestens ein Professor Aufsicht.
- **Student:** Studenten können an Lehrveranstaltungen und an Prüfungen teilnehmen. Studenten haben außerdem die Möglichkeit, Tutoren von Lehrveranstaltungen zu sein.

Die Beziehungen der Entitätstypen stellen sich wie folgt dar:

- Eine Lehrveranstaltung muss von genau einem Professor geleitet werden, ein Professor kann beliebig viele (also auch keine) Lehrveranstaltungen leiten.
- Eine Prüfung ist genau einer Lehrveranstaltung zugeordnet. Eine Lehrveranstaltung kann mehrere Prüfungen haben (z.B. Nachschreibprüfung).
- Eine Prüfung muss mindestens von einem Professor beaufsichtigt werden, ein Professor kann in beliebig vielen Prüfungen Aufsicht haben.
- Jeder Student kann beliebig vielen Lehrveranstaltungen besuchen. Lehrveranstaltungen benötigen jedoch mindestens drei Besucher um stattzufinden und sind aus Kapazitätsgründen auf 100 Teilnehmer begrenzt.
- Jeder Student kann bei beliebig vielen Lehrveranstaltungen Tutor sein und jede Lehrveranstaltung kann beliebig viele Tutoren haben.
- Jeder Student kann an beliebig vielen Prüfungen teilnehmen und umgekehrt eine Prüfung von einer beliebigen Anzahl von Studenten geschrieben werden.

Abbildung 2.1 zeigt die Problemstellung grafisch in Form eines ER-Diagramms. To do (4)  
To do (5) To do (6)

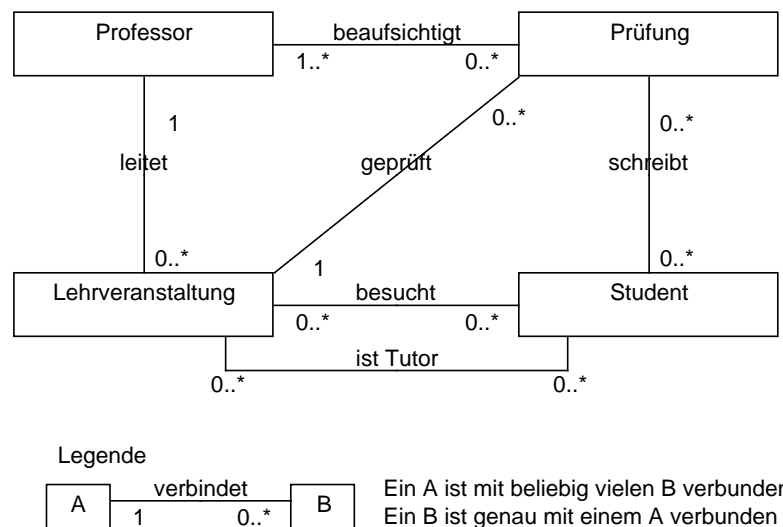


Abbildung 2.1: ER-Diagramm des fortlaufenden Beispiels

Das entsprechende relationale Modell wird in Abbildung 2.2 dargestellt.

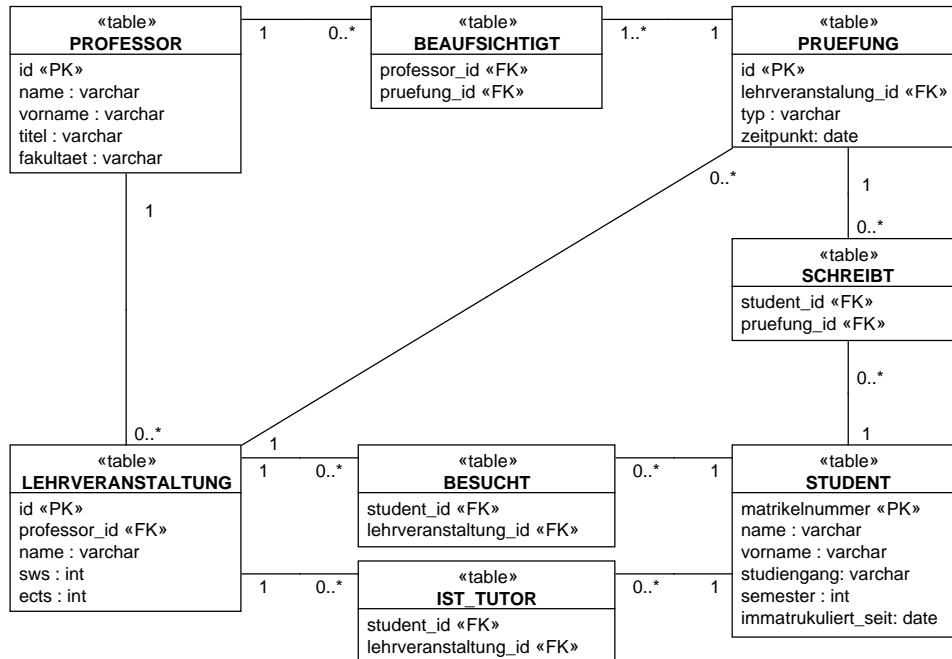


Abbildung 2.2: Relationales Modell des fortlaufenden Beispiels

### 2.3.3 Beispiel-Use-Cases

Um den einen Kompromiss für die Komplexität der Testdaten zu finden, werden vier Fragestellungen definiert. Diese Fragen sollen dabei helfen, den Umfang der Testdaten bestimmen zu können. Die Fragen stellen sich wie folgt dar:

1. Welcher Professor unterrichtet die meisten Studenten?
2. Welcher Student nimmt an den meisten Prüfungen teil?
3. Welcher Student ist Tutor und nimmt gleichzeitig an der Prüfung teil?
4. Welcher Professor macht die wenigste Aufsicht in Fremdveranstaltungen (Lehrveranstaltungen eines anderen Professors)?

To do (7)

## 2.4 Modellierungsvarianten der Testdaten für DbUnit

In *DbUnit* werden die Datenbankzustände durch Datasets repräsentiert. Für einen Test werden gewöhnlich zwei Datasets benötigt: das erste für den Anfangszustand, das zweite für den erwarteten Zustand. Datasets aus *DbUnit* bieten allerdings nicht die Möglichkeit, aus



## 2.4. MODELLIERUNGSVARIANTEN DER TESTDATEN FÜR DBUNIT

einem bestehenden Dataset ein zweites zu erzeugen, das die Änderungen an der Datenbank beinhaltet.

Im Folgenden werden verschiedene Modellierungsarten für *DbUnit*-Datasets diskutiert. Die Erkenntnisse sollen in die Anforderungen an die DSL einfließen.

### 2.4.1 XML-Dataset

Eine Variante, ein Dataset für *DbUnit* zu modellieren, stellt XML dar. *DbUnit* bietet dazu die Klasse *XmlDataSet*, das eine XML-Datei nach einem vorgegebenen Dokumententyp einlesen kann. Das Listing 2.1 zeigt einen Ausschnitt einer solchen XML-Datei, in dem die beiden Tabellen *Professor* und *Lehrveranstaltung* definiert werden.

```
1 <!DOCTYPE dataset SYSTEM "dataset.dtd">
2 <dataset>
3   <table name="PROFESSOR">
4     <column>id</column>
5     <column>name</column>
6     <column>vorname</column>
7     <column>titel</column>
8     <column>fakultaet</column>
9     <row>
10      <value>1</value>
11      <value>Wäsch</value>
12      <value>Jürgen</value>
13      <value>Prof. Dr.-Ing.</value>
14      <value>Informatik</value>
15    </row>
16    <row>
17      <value>2</value>
18      <value>Haase</value>
19      <value>Oliver</value>
20      <value>Prof. Dr.</value>
21      <value>Informatik</value>
22    </row>
23  </table>
24  <table name="LEHRVERANSTALTUNG">
25    <column>id</column>
26    <column>professor_id</column>
27    <column>name</column>
28    <column>sws</column>
29    <column>ects</column>
30    <row>
31      <value>1</value>
32      <value>2</value>
33      <value>Verteilte Systeme</value>
34      <value>4</value>
35      <value>5</value>
36    </row>
37    <row>
38      <value>2</value>
39      <value>2</value>
40      <value>Design Patterns</value>
41      <value>4</value>
42      <value>3</value>
43    </row>
44  </table>
45  ...
46 </dataset>
```

Listing 2.1: XML Dataset

Die positiven Eigenschaften bei der Modellierung in XML sind unter anderem, dass für XML ein breites Angebot an Werkzeugen zur Verfügung steht. Diese können über den Dokumententyp prüfen, ob die Datei den Regeln entspricht.

Leider können die Werkzeuge kaum erkennen, ob in den einzelnen Zellen die richtigen Typen verwendet werden. Die in der XML-Datei enthaltenen Meta-Informationen (Beschreibung der Spalten, Zeilen 4-8 und 25-29) reichen dafür nicht aus. Die Meta-Informationen sind redundant und erschweren die Pflege.

Das Modellieren von Referenzen findet auf einer niedrigen Abstraktionsebene statt und ist damit unübersichtlich und fehleranfällig. Primär- und Fremdschlüssel müssen von Hand an-

gegeben werden, die Werte tauchen redundant auf und sind ohne Kommentare in umfangreicheren Datasets für Betrachter nur schwer nachzuvollziehen. Die Beziehungen werden auf einer sehr niedrigen Abstraktionsebene ausgedrückt und

Ein großer Nachteil von XML-Datasets ist, dass der erwartete Datenbankzustand selbst wieder den kompletten Datenbankbestand umfassen muss. Eine inkrementelle bzw. differentielle Definition der erwarteten Änderungen ist über XML-Datasets nicht möglich. Mehrere XML-Dateien mit ähnlichen, überwiegend sogar gleichen Daten, sorgen für ein hohes Maß an Redundanz.

Datasets in XML wachsen schnell in vertikaler Richtung und enthalten unter Umständen auch viel syntaktischen Overhead. Von den rund 30 gezeigten Zeilen enthalten nur zehn Zeilen wirkliche Daten bzw. drücken Beziehungen aus (Zeilen 21 und 26).

## 2.4.2 Java-Dataset

Um einige der Probleme zu vermeiden, die in Verbindung mit XML-Datasets auftreten, können Java-Datasets verwendet werden. Diese lassen sich dynamisch erstellen. Java-Datasets lösen einen Teil der Redundanz-Probleme, da symbolische Konstanten anstelle von numerischen verwendet werden können. Das Erzeugen des Datasets, das den erwarteten Datenbankzustand repräsentiert, bleibt umständlich, ist aber auf Java-Ebene mit weniger Redundanz lösbar.

```

1  DefaultTable professor = new DefaultTable(
2      "professor",
3      new Column[] {
4          new Column("id", DataType.INTEGER),
5          new Column("name", DataType.VARCHAR),
6          new Column("vorname", DataType.VARCHAR),
7          new Column("titel", DataType.VARCHAR),
8          new Column("fakultaet", DataType.VARCHAR),
9      }
10 );
11 professor.addRow(new Object[] {
12     Parameters.Professor.WAESCH_ID,
13     "Wäsch",
14     "Jürgen",
15     "Prof. Dr.-Ing.",
16     "Informatik",
17 });
18 professor.addRow(new Object[] {
19     Parameters.Professor.HAASE_ID,
20     "Haase",
21     "Oliver",
22     "Prof. Dr.",
23     "Informatik",
24 });
25 dataSet.addTable(professor);
26
27 DefaultTable lehrveranstaltung = new DefaultTable(
28     "lehrveranstaltung",
29     new Column[] {
30         new Column("id", DataType.INTEGER),
31         new Column("professor_id", DataType.INTEGER),
32         new Column("name", DataType.VARCHAR),
33         new Column("sws", DataType.INTEGER),
34         new Column("ects", DataType.INTEGER),
35     }
36 );
37 lehrveranstaltung.addRow(new Object[] {
38     Parameters.Lehrveranstaltung.VSYSTEME_ID,
39     Parameters.Professor.HAASE_ID,
40     "Verteilte_Systeme",
41     4,
42     5,
43 });
44 lehrveranstaltung.addRow(new Object[] {
45     Parameters.Lehrveranstaltung.DESIGN_PATTERNS_ID,
46     Parameters.Professor.HAASE_ID,
47     "Concurrency_and_Design_Patterns",
48     4,
49     3,
50 });
51 dataSet.addTable(lehrveranstaltung);

```

## Listing 2.2: Java Dataset

Diese Umsetzung löst allerdings nicht alle Probleme. So müssen immer noch Meta-Informationen über die Tabellen modelliert werden. Obwohl diese sogar Typinformationen beinhalten, werden Typ-Fehler erst zur Laufzeit erkannt. Der Einsatz von symbolischen Konstanten verringert die Redundanz zwar und erleichtert damit die Pflege des Datasets, dennoch lassen sich Konstanten doppelt belegen und es können auch Primärschlüssel einer falschen Datenbank als Fremdschlüssel angegeben werden.

Ähnlich wie für die Modellierung über XML-Dateien sind für eine übersichtliche Formatierung viele Zeilen notwendig und umfangreiche Datensets werden schnell unübersichtlich. Insgesamt bietet die Nutzung der Java-Datasets in dieser Art nur wenig Vorteile gegenüber den XML-Datasets.

## 2.4.3 SB Testing DSL

Das *SB Testing* der Firma *Seitenbau GmbH* versucht Nachteile der Xml- und Java-Datasets aufzufangen. Ein Generator erzeugt es aus den Meta-Informationen zu den Entitäten eine einfache Java-DSL. Über diese DSL können die Testdaten modelliert werden. Die *SB Testing DSL* erzeugt bei Bedarf ein *DbUnit*-Dataset. Entgegen der *DbUnit*-Datasets können die Daten innerhalb der *SB Testing DSL* beliebig verändert werden - und aus den veränderten Daten ein neues Dataset erstellt, z.B. nach dem Löschen einer Zeile. Außerdem bietet die DSL Typsicherheit zur Compilerzeit. Die Syntax ist kompakter und dennoch ausdrucksstärker als bei beiden vorherigen Varianten.

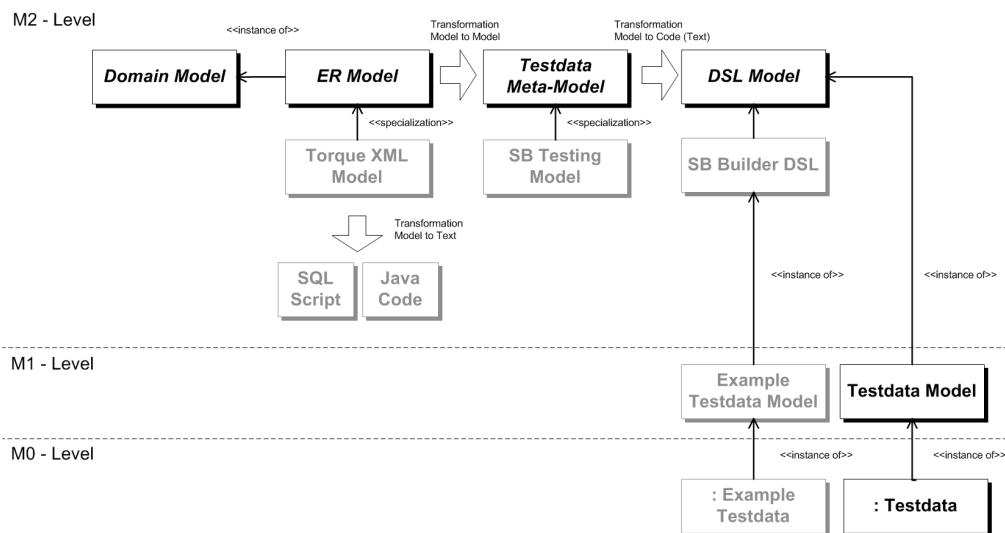


Abbildung 2.3: Modell-Beschreibung

```

1 table_Professor
2   .insertRow()
3   .setId(Parameters.Professor.HAASE_ID)
4   .setName("Haase")
5   .setVorname("Oliver")
6   .setTitel("Prof._Dr.")
7   .setFakultaet("Informatik")
8   .insertRow()
9   .setId(Parameters.Professor.WAESCH_ID)

```

```
10     .setName("Wäsch")
11     .setVorname("Jürgen")
12     .setTitel("Prof. Dr.-Ing.")
13     .setFakultaet("Informatik");
14
15 table_Lehrveranstaltung
16     .insertRow()
17     .setId(Parameters.Lehrveranstaltung.VSYSTEME_ID)
18     .setProfessorId(Parameters.Professor.HAASE_ID)
19     .setName("Verteilte_Systeme")
20     .setSws(4)
21     .setEcts(5)
22     .insertRow()
23     .setId(Parameters.Lehrveranstaltung.DESIGN_PATTERNS_ID)
24     .setProfessorId(Parameters.Professor.HAASE_ID)
25     .setName("Design_Patterns")
26     .setSws(4)
27     .setEcts(3);
```

Listing 2.3: SB Testing Dataset (1)

Die Modellierung von Referenzen stellt sich als ähnlich problematisch wie bei den bisherigen Java-Datasets dar (siehe Abschnitt 2.4.2). Nach wie vor wächst das Dataset vertikal in der Datei.

Zumindest das Problem mit den Referenzen kann durch eine Erweiterung auf M2-Ebene etwas entschärft werden (siehe Listing 2.4).

```
1 RowBuilder_Professor haase =
2   table_Professor
3     .insertRow()
4     .setName("Haase")
5     .setVorname("Oliver")
6     .setTitel("Prof. Dr.")
7     .setFakultaet("Informatik");
8 RowBuilder_Professor waesch =
9   table_Professor
10    .insertRow()
11    .setName("Wäsch")
12    .setVorname("Jürgen")
13    .setTitel("Prof. Dr.-Ing.")
14    .setFakultaet("Informatik");
15
16 RowBuilder_Lehrveranstaltung vsys =
17   table_Lehrveranstaltung
18     .insertRow()
19     .setName("Verteilte_Systeme")
20     .refProfessorId(haase)
21     .setSws(4)
22     .setEcts(5);
23 RowBuilder_Lehrveranstaltung design_patterns =
24   table_Lehrveranstaltung
25     .insertRow()
26     .setName("Design_Patterns")
27     .refProfessorId(haase)
28     .setSws(4)
29     .setEcts(3);
```

Listing 2.4: SB Testing Dataset (2)

## 2.5 Die DSL

### 2.5.1 Anforderungen an die DSL

Eine der wichtigsten Anforderungen an die DSL ist, dass sie sich in die bestehende Werkzeugkette der Firma Seitenbau integrieren lassen muss. Daraus folgt die Anforderung, dass sie sich in Java nutzen lassen soll. Ähnlich wie bei der *SB Testing DSL* sollen Datasets auch nachträglich veränderbar sein.

Die Sprache soll auf syntaktischen Ballast verzichten und einen übersichtlichen Code zur Modellierung der Daten ermöglichen. Meta-Informationen sollten ausschließlich in Form von Sprachelementen auftauchen.

Beziehungen sollen sich einfach und typsicher modellieren lassen. Es soll nicht mehr notwendig sein, symbolische Java-Konstanten z.B. für die Definition von ID-Nummern zu verwenden.

To do (8)

- Zugriff auf Daten aus Java heraus
- „Dekorieren“ von Werten (before(date))
- Typ-Prüfungen zu Compilierzeit
- Namensräume/Scopes

## 2.5.2 Zielgruppe

## 2.5.3 DSL-Entwürfe

### Entwurf 1

Eine DSL, die sich stark an der *SB Testing DSL* orientiert, könnte wie folgt aussehen:

```

1  HAASE = professor {
2     name      "Haase"
3     vorname   "Oliver"
4     titel     "Prof._Dr."
5     fakultaet "Informatik"
6  }
7
8  WAESCH = professor {
9     name      "Wäsch"
10    vorname   "Jürgen"
11    titel     "Prof._Dr.-Ing."
12    fakultaet "Informatik"
13  }
14
15  VSYS = lehrveranstaltung {
16     name      "Verteilte_Systeme"
17     sws       4
18     ects      5
19  }
20
21  DPATTERNS = lehrveranstaltung {
22     name      "Design_Patterns"
23     sws       4
24     ects      3
25  }
26
27  ...
28
29  HAASE leitet VSYS
30  HAASE leitet DPATTERNS
31  HAASE beaufsichtigt P_DPATTERNS
32  WAESCH beaufsichtigt P_VSYS
33  ...

```

Listing 2.5: Mögliche DSL (1)

Diese DSL kommt ohne manuell vergebene ID-Nummern aus und verwendet Variablennamen für die Modellierung von Beziehungen. Da für jeden Wert eine eigene Zeile verwendet wird, werden umfangreiche Daten schnell unübersichtlich. Die Beschreibung der Beziehungen abseits der Definition der Daten erschwert den Umgang mit den Daten und die Übersicht ebenfalls.

## Entwurf 2

Ein leicht abgewandelter Entwurf zeigt, wie sich die Beziehungen näher an den eigentlichen Daten beschreiben lassen könnten. An dem Problem, dass die Daten relativ schnell in vertikaler Richtung wachsen, ändert das jedoch nichts.

```
1  HAASE = professor {
2    name      "Haase"
3    vorname   "Oliver"
4    titel     "Prof._Dr."
5    fakultaet "Informatik"
6    leitet    VSYS, DPATTERNS
7    beaufsichtigt P_DPATTERNS
8  }
9
10 WAESCH = professor {
11   name      "Wäsch"
12   vorname   "Jürgen"
13   titel     "Prof._Dr.-Ing."
14   fakultaet "Informatik"
15   beaufsichtigt P_VSYS
16 }
17
18 VSYS = lehrveranstaltung {
19   name      "Verteilte_Systeme"
20   sws       4
21   ects      5
22 }
23
24 DPATTERNS = lehrveranstaltung {
25   name      "Design_Patterns"
26   sws       4
27   ects      3
28 }
29
30 ...
```

Listing 2.6: Mögliche DSL (2)

## Entwurf 3

Der dritte Entwurf versucht die Daten durch eine tabellarische Struktur übersichtlich zu gestalten. Sie kommt mit wenig syntaktischem Ballast aus.

```
1  professor:
2  REF || name | vorname | titel | fakultaet | leitet | beaufsichtigt
3  HAASE || "Haase" | "Oliver" | "Prof._Dr." | "Informatik" | VSYS, DPATTERNS | P_DPATTERNS
4  WAESCH || "Wäsch" | "Jürgen" | "Prof._Dr.-Ing." | "Informatik" | VSYS | P_VSYS
5
6  lehrveranstaltung:
7  REF || name | sws | ects
8  VSYS || "Verteilte_Systeme" | 4 | 5
9  DPATTERNS || "Design_Patterns" | 4 | 3
10
11 ...
```

Listing 2.7: Mögliche DSL (3)

Probleme bzw. Nachteile in der Darstellung können auftreten, wenn sich die Länge der Wert in einer Spalte stark unterscheidet. Der Entwickler ist selbst dafür verantwortlich, die übersichtliche Darstellung einzuhalten. Auf Tabulatoren sollte unter Umständen verzichtet werden, da sie von verschiedenen Editoren unterschiedlich dargestellt werden können. Bei vielen Spalten wächst diese Darstellung horizontal. Bei optionalen Spalten bzw. kaum genutzte Spalten kann die tabellarische Darstellung unübersichtlich werden.

Besser: - Spalten-Editierung mit Block-Bearbeitungsmodus möglich

Schlecht: - Tabellenkopf muss u.U. wiederholt werden, um Übersicht zu erhalten - Spaltenbreite nur von längstem Wert abhängig (-> Konstanten?)

## **Kapitel 3**

# **Generierung von Testdaten**





## **Kapitel 4**

# **Zusammenfassung und Ausblick**



# Kapitel 5

## Titel

### 5.1 Untertitel

#### 5.1.1 Stichpunkte

- Item 1: Text
- Item 2: Text

#### 5.1.2 Aufzählung

1. Item 1: Text
2. Item 2: Text

#### 5.1.3 Abkürzung

#### 5.1.4 Quellcode

```
1 Code
```

Listing 5.1: Der Titel

#### 5.1.5 Verweise

1. siehe 5.1
2. siehe Listing 5.1
3. siehe Abb. 5.1
4. siehe Abschnitt 5.1
5. siehe Kapitel 5

### 5.1.6 Zitate

1. [3]
2. [1]
3. [5]
4. [7, 20ff]
5. [4]
6. [2]
7. [6]

### 5.1.7 Bild



Abbildung 5.1: Der Titel

### 5.1.8 Bildgruppe



Abbildung 5.2: Gemeinsamer Titel

# Abbildungsverzeichnis

2.1	ER-Diagramm des fortlaufenden Beispiels . . . . .	5
2.2	Relationales Modell des fortlaufenden Beispiels . . . . .	6
2.3	Modell-Beschreibung . . . . .	9
5.1	Der Titel . . . . .	18
5.2	Gemeinsamer Titel . . . . .	18



# Listings

2.1	XML Dataset . . . . .	7
2.2	Java Dataset . . . . .	8
2.3	SB Testing Dataset (1) . . . . .	9
2.4	SB Testing Dataset (2) . . . . .	10
2.5	Mögliche DSL (1) . . . . .	11
2.6	Mögliche DSL (2) . . . . .	12
2.7	Mögliche DSL (3) . . . . .	12
5.1	Der Titel . . . . .	17





# Literatur

- [1] Scott W. Ambler und Pramod J. Sadalage. *Refactoring Databases, Evolutionary Database Design*. The Addison-Wesley Signature Series. Addison-Wesley, 2006. ISBN: 978-0-3212-9353-4. URL: <http://www.addison-wesley.de/main/main.asp?page=aktionen/bookdetails&ProductID=108888>.
- [2] Martin Fowler. *Domain-Specific Languages*. The Addison-Wesley Signature Series. Addison-Wesley, 2010. ISBN: 978-0321712943. URL: <http://martinfowler.com/books/dsl.html>.
- [3] Debasish Ghosh. *DSLs in Action*. Manning, 2010. ISBN: 978-1-935182-45-0. URL: <http://www.manning.com/ghosh/>.
- [4] Gerard Meszaros. *XUnit Test Patterns: Refactoring Test Code*. The Addison-Wesley Signature Series. Addison-Wesley, 2007. ISBN: 978-0-13-149505-0. URL: <http://xunitpatterns.com/index.html>.
- [5] Andreas Spillner und Tilo Linz. *Basiswissen Softwaretest*. dpunkt.verlag, 2010. ISBN: 978-3-89864-642-0. URL: <http://www.dpunkt.de/buecher/4075.html>.
- [6] Thomas Stahl. *Modellgetriebene Softwareentwicklung: Techniken, Engineering, Management*. 2., aktualisierte und erw. Aufl. Heidelberg: dpunkt-Verl., 2007, XV, 441 S. ISBN: 978-3-89864-448-8. URL: <http://www.gbv.de/dms/ilmeneau/toc/528370707.PDF>.
- [7] Mario Winter u. a. *Der Integrationstest*. Hanser, 2012. ISBN: 978-3-446-42564-4. URL: <http://www.dpunkt.de/buecher/4075.html>.

**To do...**

- ☐ 1 (p. 3): weiter ausformulieren
- ☐ 2 (p. 4): Grafik Back Door Manipulation
- ☐ 3 (p. 4): ausführlicher erklären:
- ☐ 4 (p. 5): Beispiel erweitern für 1:1-Beziehungen
- ☐ 5 (p. 5): Attribute einführen
- ☐ 6 (p. 5): Diagramm evtl in Chen-Notation
- ☐ 7 (p. 6): Daten beschreiben
- ☐ 8 (p. 11): Anforderungen