

Programmieren I und II

Unit 10

Objektorientierter Entwurf und (objektorientierte) Designprinzipien



Prof. Dr. rer. nat.
Nane Kratzke

*Praktische Informatik und
betriebliche Informationssysteme*

- Raum: 17-0.10
- Tel.: 0451 300 5549
- Email: kratzke@fh-luebeck.de



@NaneKratzke

Updates der Handouts auch über Twitter #prog_inf
und #prog_itd

Units



Unit 1 Einleitung und Grundbegriffe	Unit 2 Grundelemente imperativer Programme	Unit 3 Selbstdefinierbare Datentypen und Collections	Unit 4 Einfache I/O Programmierung
Unit 5 Rekursive Programmierung und rekursive Datenstrukturen	Unit 6 Einführung in die objektorientierte Programmierung UML	Unit 7 Konzepte objektorientierter Programmiersprachen	Unit 8 Testen (objektorientierter) Programme
Unit 9 Generische Datentypen	Unit 10 Objektorientierter Entwurf und objektorientierte Designprinzipien	Unit 11 Graphical User Interfaces	Unit 12 Multithread Programmierung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

3

Abgedeckte Ziele dieser UNIT



Kennen existierender Programmierparadigmen und Laufzeitmodelle	Sicheres Anwenden grundlegender programmiersprachlicher Konzepte (Datentypen, Variable, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen)	Fähigkeit zur problemorientierten Definition und Nutzung von Routinen und Referenztypen (insbesondere Liste, Stack, Mapping)	Verstehen des Unterschieds zwischen Werte- und Referenzsemantik
Kennen und Anwenden des Prinzips der rekursiven Programmierung und rekursiver Datenstrukturen	Kennen des Algorithmusbegriffs, Implementieren einfacher Algorithmen	Kennen objektorientierter Konzepte Datenkapselung, Polymorphie und Vererbung	Sicheres Anwenden programmiersprachlicher Konzepte der Objektorientierung (Klassen und Objekte, Schnittstellen und Generics, Streams, GUI und MVC)
Kennen von UML Klassendiagrammen, sicheres Übersetzen von UML Klassendiagrammen in Java (und von Java in UML)	Kennen der Grenzen des Testens von Software und erste Erfahrungen im Testen (objektorientierter) Software	Sammeln erster Erfahrungen in der Anwendung objektorientierter Entwurfsprinzipien	Sammeln von Erfahrungen mit weiteren Programmiermodellen und -paradigmen, insbesondere Multithread Programmierung sowie funktionale Programmierung

Am Beispiel der Sprache JAVA

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

4

Themen dieser Unit



OO Entwurf

- Beispiel Tic Tac Toe für erweiterbare Software
- Einfaches Vorgehensmodell

OO Entwurfsprinzipien

- Lenkende Prinzipien bei OO Entwicklung
- Ein paar Regeln pro Prinzipien

Zum Nachlesen ...



Kapitel 4

Die Struktur objektorientierter Software

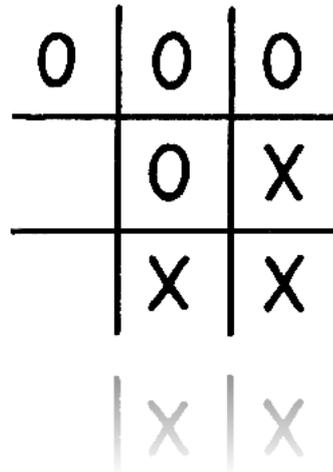
- 4.1 Die Basis von allem: das Objekt
- 4.2 Klassen: Objekte haben Gemeinsamkeiten
- 4.3 Beziehungen zwischen Objekten

Struktur objektorientierter Software am Beispiel des Spiels Tic Tac Toe



Klassisches,
Zwei Personen
Strategiespiel

Bereits im 12.
Jh. v. Chr.
bekannt



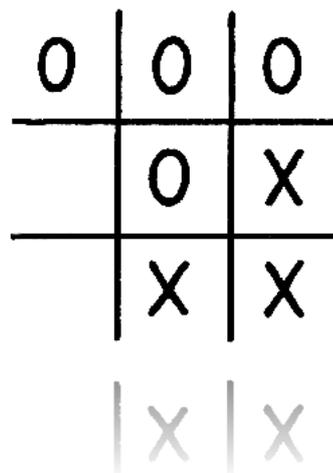
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

7

Tic Tac Toe Spielverlauf und Regeln



- Auf einem 3x3 Felder großen Spielfeld machen die beiden Spieler abwechselnd ihre Zeichen (ein Spieler Kreuze, der andere Kreise).
- Der Spieler, der als erstes drei seiner Zeichen in eine Reihe, Spalte oder eine der beiden Hauptdiagonalen setzen kann, gewinnt.
- **Wenn allerdings beide Spieler optimal spielen, kann keiner gewinnen, und es kommt zu einem Unentschieden.**



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

8

Struktur objektorientierter Software

Klasse	Objekt	Objektorientierte Abläufe
<ul style="list-style-type: none">• Objekte haben Gemeinsamkeiten• Modellierungsmittel• Klassen sind Datentypen• Sichtbarkeiten	<ul style="list-style-type: none">• Konstruktoren/ Destruktoren• Zustand• Verhalten• Ausprägungen von Klassen	<ul style="list-style-type: none">• Interaktion zwischen Objekten• Kontrakte und Exceptions

Tic Tac Toe Requirements

- Es soll eine T3Engine (Spiel) entwickelt werden, die es ermöglicht, zwei beliebige Strategien (Spieler) gegeneinander spielen zu lassen.
- Es sollen Regelverstöße erfasst und dem verursachenden Spieler zugeordnet werden.
- Laufzeitfehler eines Spielers sind als Regelverstöße zu werten.
- Begeht ein Spieler einen Regelverstoß, gewinnt automatisch der andere Spieler.
- Ein Regelverstoß soll durch das Spiel dokumentiert (ausgegeben) werden.
- Jeder Spieler hat einen Namen.
- Das Spiel erteilt den Spielern X und O wechselseitig das Zugrecht und ist für die Feststellung von Regelverstößen sowie Sieg, Niederlagen und Unentschieden zuständig.
- Der Spieler X beginnt das Spiel.
- Einmal gemachte Zeichen dürfen nicht überschrieben oder gelöscht werden.
- Der Spieler am Zug muss ein leeres Element des Felds mit seinem Zeichen belegen.
- Ein Spieler gewinnt, wenn er eine Spalte, Zeile oder Diagonale mit seinem Zeichen (X oder O) belegen konnte.
- Das Spiel endet unentschieden, wenn kein Spieler gewonnen hat und alle Felder belegt sind.



Objekte in Tic Tac Toe

Was für „Akteure“ leiten Sie aus Tic Tac Toe ab?

- Ein Tic Tac Toe **Spiel** wird auf einem 3×3 Felder großen Spielfeld gespielt. Auf diesem Feld machen die beiden Spieler abwechselnd ihre Zeichen (ein Spieler Kreuze, der andere Kreise).
- Der **Spieler**, der als erstes drei seiner Zeichen in eine Reihe, Spalte oder eine der beiden Hauptdiagonalen setzen kann, gewinnt.

0	0	0
	0	X
	X	X

| X | X

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

12

Objekte in Tic Tac Toe

Was für „Akteure“ leiten Sie aus Tic Tac Toe ab?



T3Spieler
Zustand des Spielers (Variablen)
Routinen des Spielers (Verhalten)

T3Spiel
Zustand des Spiels (Variablen)
Routinen des Spiels (Verhalten)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

13

Vorgehen



- Ableitung der zentralen Akteure (Kernklassen)
- Ableitung der Zustandsbeschreibungen der Kernklassen**
- Ableitung der Methoden pro Kernklasse
- Typisierung der Kernklassen (Zustände und Methoden)
- Kontrakte der Methoden
- Sichtbarkeiten der Zustände und Methoden (Kapselung)
- Implementierung der Methoden

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

14

Tic Tac Toe Requirements

Ableitung der Zustandsbeschreibung für T3Spiel



- Es soll eine T3Engine (Spiel) entwickelt werden, die es ermöglicht, zwei beliebige Strategien (Spieler) gegeneinander spielen zu lassen.
- Es sollen Regelverstöße erfasst und dem verursachenden Spieler zugeordnet werden.
- Laufzeitfehler eines Spielers sind als Regelverstöße zu werten.
- Begeht ein Spieler einen Regelverstoß, gewinnt automatisch der andere Spieler.
- Ein Regelverstoß soll durch das Spiel dokumentiert (ausgegeben) werden.
- Jeder Spieler hat einen Namen.
- Das Spiel erteilt den Spielern X und O wechselseitig das Zugrecht und ist für die Feststellung von Regelverstößen sowie Sieg, Niederlagen und Unentschieden zuständig.
- Der Spieler X beginnt das Spiel.
- Einmal gemachte Zeichen dürfen nicht überschrieben oder gelöscht werden.
- Der Spieler am Zug muss ein leeres Element des Felds mit seinem Zeichen belegen.
- Ein Spieler gewinnt, wenn er eine Spalte, Zeile oder Diagonale mit seinem Zeichen (X oder O) belegen konnte.
- Das Spiel endet unentschieden, wenn kein Spieler gewonnen hat und alle Felder belegt sind.

T3Spiel
feld anz_leere_felder X_am_zug O_am_zug spielerX spielerO
Routinen des Spiels (Verhalten)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

15

Tic Tac Toe Requirements

Ableitung der Zustandsbeschreibung für T3Spieler

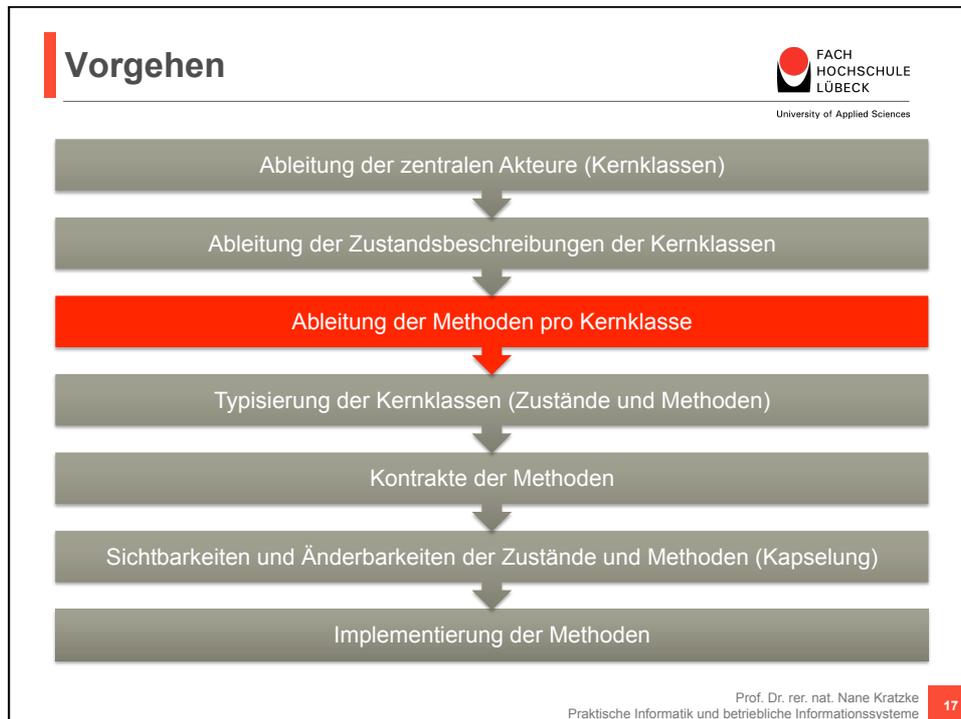


- Es soll eine T3Engine (Spiel) entwickelt werden, die es ermöglicht, zwei beliebige Strategien (Spieler) gegeneinander spielen zu lassen.
- Es sollen Regelverstöße erfasst und dem verursachenden Spieler zugeordnet werden.
- Laufzeitfehler eines Spielers sind als Regelverstöße zu werten.
- Begeht ein Spieler einen Regelverstoß, gewinnt automatisch der andere Spieler.
- Ein Regelverstoß soll durch das Spiel dokumentiert (ausgegeben) werden.
- Jeder Spieler hat einen Namen.
- Das Spiel erteilt den Spielern X und O wechselseitig das Zugrecht und ist für die Feststellung von Regelverstößen sowie Sieg, Niederlagen und Unentschieden zuständig.
- Der Spieler X beginnt das Spiel.
- Einmal gemachte Zeichen dürfen nicht überschrieben oder gelöscht werden.
- Der Spieler am Zug muss ein leeres Element des Felds mit seinem Zeichen belegen.
- Ein Spieler gewinnt, wenn er eine Spalte, Zeile oder Diagonale mit seinem Zeichen (X oder O) belegen konnte.
- Das Spiel endet unentschieden, wenn kein Spieler gewonnen hat und alle Felder belegt sind.

T3Spieler
name regelverstoesse
Routinen des Spielers (Verhalten)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

16



Tic Tac Toe Requirements

Ableitung der Methoden für T3Spiel

- Es soll eine T3Engine (Spiel) entwickelt werden, die es ermöglicht, zwei beliebige Strategien (Spieler) gegeneinander spielen zu lassen.
- Es sollen Regelverstöße erfasst und dem verursachenden Spieler zugeordnet werden.
- Laufzeitfehler eines Spielers sind als Regelverstöße zu werten.
- Begeht ein Spieler einen Regelverstoß, gewinnt automatisch der andere Spieler.
- Ein Regelverstoß soll durch das Spiel dokumentiert (ausgegeben) werden.
- Jeder Spieler hat einen Namen.
- Das Spiel erteilt den Spielern X und O wechselseitig das Zugrecht und ist für die Feststellung von Regelverstößen sowie Sieg, Niederlagen und Unentschieden zuständig.
- Der Spieler X beginnt das Spiel.
- Einmal gemachte Zeichen dürfen nicht überschrieben oder gelöscht werden.
- Der Spieler am Zug muss ein leeres Element des Felds mit seinem Zeichen belegen.
- Ein Spieler gewinnt, wenn er eine Spalte, Zeile oder Diagonale mit seinem Zeichen (X oder O) belegen konnte.
- Das Spiel endet unentschieden, wenn kein Spieler gewonnen hat und alle Felder belegt sind.

T3Spiel
feld anz_leere_felder X_am_zug O_am_zug spielerX spielerO
leite_spiel gewonnen unentschieden setze_auf_feld (inkl. Prüfungen) schiedsrichter_information

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
 University of Applied Sciences

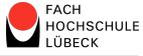
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

18

Tic Tac Toe Requirements

Ableitung der Methoden für T3Spieler

- Es soll eine T3Engine (Spiel) entwickelt werden, die es ermöglicht, zwei beliebige Strategien (Spieler) gegeneinander spielen zu lassen.
- **Es sollen Regelverstöße erfasst und dem verursachenden Spieler zugeordnet werden.**
- Laufzeitfehler eines Spielers sind als Regelverstöße zu werten.
- Begeht ein Spieler einen Regelverstoß, gewinnt automatisch der andere Spieler.
- Ein Regelverstoß soll durch das Spiel dokumentiert (ausgegeben) werden.
- Jeder Spieler hat einen Namen.
- Das Spiel erteilt den Spielern X und O wechselseitig **das Zugrecht** und ist für die Feststellung von Regelverstößen sowie Sieg, Niederlagen und Unentschieden zuständig.
- Der Spieler X beginnt das Spiel.
- Einmal gemachte Zeichen dürfen nicht überschrieben oder gelöscht werden.
- Der Spieler am Zug muss ein leeres Element des Felds mit seinem Zeichen belegen.
- Ein Spieler gewinnt, wenn er eine Spalte, Zeile oder Diagonale mit seinem Zeichen (X oder O) belegen konnte.
- Das Spiel endet unentschieden, wenn kein Spieler gewonnen hat und alle Felder belegt sind.



FACH
HOCHSCHULE
LÜBECK
University of Applied Sciences

T3Spieler
name regelverstoesse
am_zug melde_regelverstoess

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

19

Vorgehen



FACH
HOCHSCHULE
LÜBECK
University of Applied Sciences



```

graph TD
    A[Ableitung der zentralen Akteure (Kernklassen)] --> B[Ableitung der Zustandsbeschreibungen der Kernklassen]
    B --> C[Ableitung der Methoden pro Kernklasse]
    C --> D[Typisierung der Kernklassen (Zustände und Methoden)]
    D --> E[Kontrakte der Methoden]
    E --> F[Sichtbarkeiten und Änderbarkeiten der Zustände und Methoden (Kapselung)]
    F --> G[Implementierung der Methoden]
    style D fill:#e91e63,color:#fff
    
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

20

Typisierung der Klassen

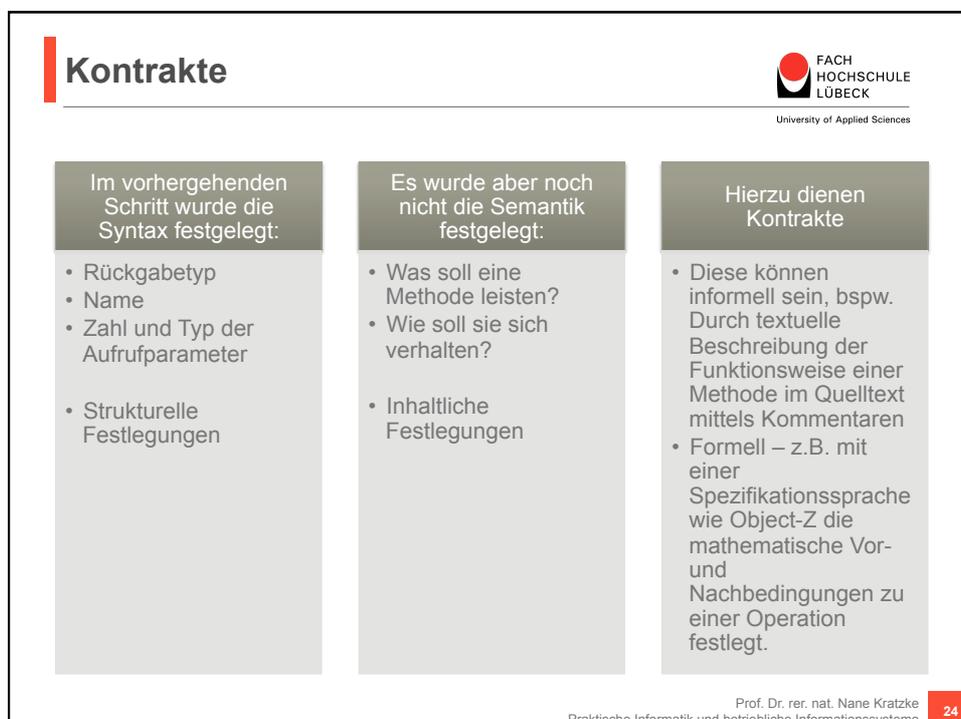
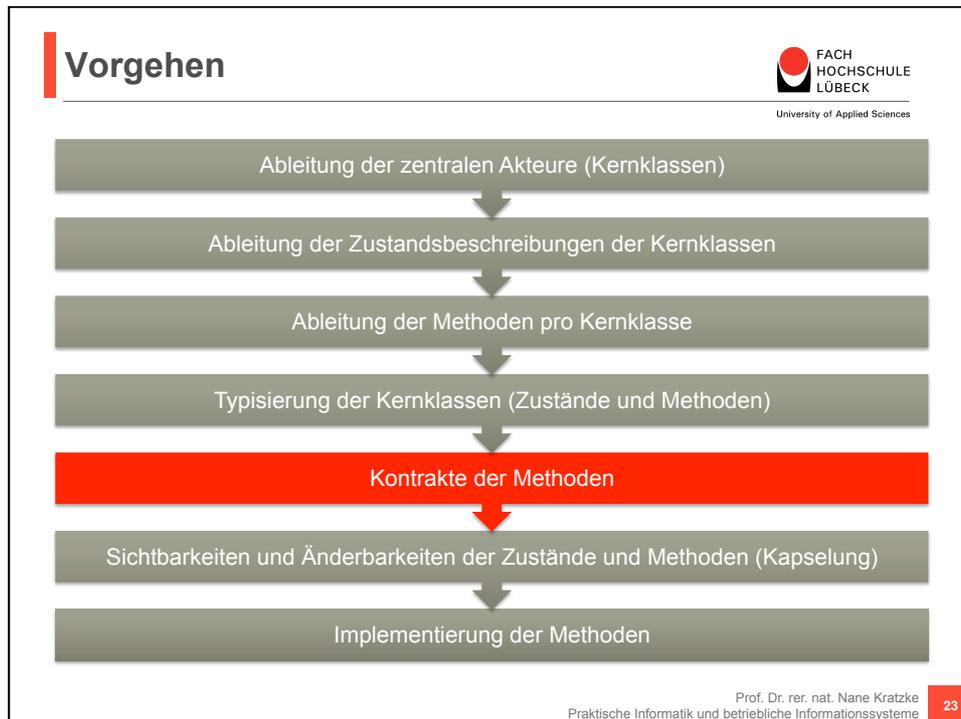
T3Spiel
feld anz_leere_felder X_am_zug O_am_zug spielerX spielerO
leite_spiel gewonnen unentschieden setze_auf_feld (inkl. Prüfungen) schiedsrichter_information

T3Spiel
<pre>char[][] feld = new char[3][3]; int anz_leere_felder = 9; boolean X_am_zug = true; boolean O_am_zug = false; T3Spieler spielerX T3Spieler spielerO</pre>
<pre>T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler) // Konstruktor char leite_spiel() boolean gewonnen(char) boolean unentschieden() void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int) throws Exception String schiedsrichter_information(char, Exception)</pre>

Typisierung der Klassen

T3Spieler
name regelverstoesse
am_zug melde_regelverstoss

T3Spieler
<pre>String name = " "; int regelverstoesse = 0;</pre>
<pre>T3Spieler(String) // Konstruktor void am_zug(char, T3Spiel) throws Exception void melde_regelverstoss()</pre>



Kontrakte der T3Spiel Methoden

```

0 | 0 | 0
---|---|---
  | 0 | X
---|---|---
  | X | X
  | X | X
  | X | X
    
```

Kontrakte der T3Spiel-Methoden Konstruktor

T3Spiel

```

char[][] feld = new char[3][3];
int anz_leere_felder = 9;
boolean X_am_zug = true;
boolean O_am_zug = false;
T3Spiel spielerX
T3Spiel spielerO
    
```

T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler) // Konstruktor

```

char leite_spiel()
boolean gewonnen(char)
boolean unentschieden()
void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int)
    throws Exception
String schiedsrichter_information(char, Exception)
    
```

Informeller Kontrakt für Konstruktor T3Spiel

Der Konstruktor weist die Rollen in einem Spiel zu.

Der Aufruf

```

T3Spiel s = new
T3Spiel(s1, s2);
    
```

bedeutet, dass s1 die Rolle X und s2 die Rolle O im Spiel s einnimmt (spielerX == s1 und spielerO == s2)

Kontrakte der T3Spiel-Methoden

Methode **leite_spiel**



University of Applied Sciences

T3Spiel
<pre>char[][] feld = new char[3][3]; int anz_leere_felder = 9; boolean X_am_zug = true; boolean O_am_zug = false; T3Spiel spielerX T3Spiel spielerO</pre>
<pre>T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler) // Konstruktor char leite_spiel() boolean gewonnen(char) boolean unentschieden() void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int) throws Exception String schiedsrichter_information(char, Exception)</pre>

Informeller Kontrakt für Methode **leite_spiel**

Die Methode startet ein Spiel zwischen spielerX und spielerO.

Die Methode liefert folgende Rückgaben:

- X (wenn spielerX gewinnt)
- O (wenn spielerO gewinnt)
- Leerzeichen (wenn unentschieden)

Begehen spielerX oder spielerO Regelverstoesse wird deren Methode melde_regelverstoss aufgerufen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

27

Kontrakte der T3Spiel-Methoden

Methode **gewonnen**



University of Applied Sciences

T3Spiel
<pre>char[][] feld = new char[3][3]; int anz_leere_felder = 9; boolean X_am_zug = true; boolean O_am_zug = false; T3Spiel spielerX T3Spiel spielerO</pre>
<pre>T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler) // Konstruktor char leite_spiel() boolean gewonnen(char) boolean unentschieden() void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int) throws Exception String schiedsrichter_information(char, Exception)</pre>

Informeller Kontrakt für Methode **gewonnen**

Eingabeparameter v (char).

Die Methode prüft ob v (X oder O) gem. der Feldbelegung gewonnen hat.

Die Methode liefert folgende Rückgaben:

- true (wenn in feld eine Spalte, Reihe oder Diagonale mit v durchgängig belegt sind)
- false sonst

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

28

Kontrakte der T3Spiel-Methoden

Methode **unentschieden**



University of Applied Sciences

T3Spiel

```
char[][] feld = new char[3][3];
int anz_leere_felder = 9;
boolean X_am_zug = true;
boolean O_am_zug = false;
T3Spiel spielerX
T3Spiel spielerO
```

```
T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler) // Konstruktor
```

```
char leite_spiel()
boolean gewonnen(char)
boolean unentschieden()
void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int)
    throws Exception
String schiedsrichter_information(char, Exception)
```

Informeller Kontrakt für Methode **unentschieden**

Die Methode prüft ob ein Unentschieden vorliegt.

Die Methode liefert folgende Rückgaben:

- true (wenn
 - gewonnen(X) == false und
 - gewonnen(O) == false und
 - anz_leere_felder == 0))
- false sonst

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

29

Kontrakte der T3Spiel-Methoden

Methode **setze_auf_feld**



University of Applied Sciences

T3Spiel

```
char[][] feld = new char[3][3];
int anz_leere_felder = 9;
boolean X_am_zug = true;
boolean O_am_zug = false;
T3Spiel spielerX
T3Spiel spielerO
```

```
T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler) // Konstruktor
```

```
char leite_spiel()
boolean gewonnen(char)
boolean unentschieden()
void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int)
    throws Exception
String schiedsrichter_information(char, Exception)
```

Informeller Kontrakt für Methode **setze_auf_feld**

Parameter:
T3Spieler s,
char v (X oder O),
int x, int y

Die Methode setzt fuer Spieler s, den Wert v auf das Spielfeld feld an Position x und y. Es wird eine Exception ausgelöst, wenn eine der folgenden Bedingungen gilt:

- s in Rolle v nicht am Zug
- x,y keine zulässige Pos.
- x,y bereits belegt
- v nicht O oder X ist

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

30

Kontrakte der T3Spiel-Methoden

Methode **schiedsrichter_information**

T3Spiel
<pre>char[][] feld = new char[3][3]; int anz_leere_felder = 9; boolean X_am_zug = true; boolean O_am_zug = false; T3Spiel spielerX T3Spiel spielerO</pre>
<pre>T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler) // Konstruktor char leite_spiel() boolean gewonnen(char) boolean unentschieden() void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int) throws Exception String schiedsrichter_information(char, Exception)</pre>

Informeller Kontrakt für Methode **schiedsrichter_info**

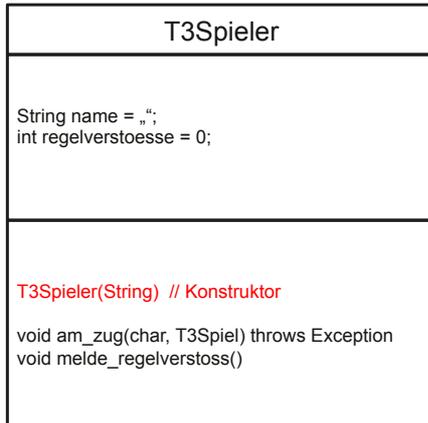
Parameter:
char v (X oder O),
Exception ex

Die Methode erzeugt eine Fehlermeldung, wenn eine Exception durch einen Spieler ausgelöst wurde. Es werden die Spieler spielerX und spielerO, die Rolle v in der die Exception ausgelöst wurde und die Feldbelegung von feld sowie ein erläuternder Text der Exception ex ausgegeben.

Kontrakte der T3Spieler Methoden



Kontrakte der T3Spieler-Methoden Konstruktor



Informeller Kontrakt für Konstruktor T3Spieler

Parameter:
String n

Dieser Konstruktor legt einen Spieler mit dem Namen n an.

Der Aufruf

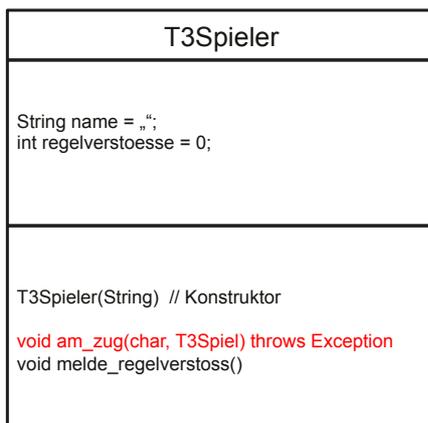
```
T3Spieler s = new  
T3Spieler("Max Mustermann  
");
```

bedeutet, dass der Spieler mit dem Namen Max Mustermann angelegt wird. (name == „Max Mustermann“)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

33

Kontrakte der T3Spieler-Methoden Methode am_zug



Informeller Kontrakt für Methode am_zug

Parameter:
char v (X oder O),
T3Spiel s

Die Methode ist ein „Hook“, die aufgerufen wird, wenn der Spieler im Spiel s in der Rolle v am Zug ist.

In dieser Methode wird die Spielstrategie implementiert. Die Spielstrategie kann hierzu den Zustand des Spiels s auswerten und in einen Zug mittels s.setze_auf_feld umsetzen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

34

Kontrakte der T3Spieler-Methoden

Methode `melde_regelverstoess`

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

T3Spieler
<pre>String name = " "; int regelverstoesse = 0;</pre>
<pre>T3Spieler(String) // Konstruktor void am_zug(char, T3Spiel) throws Exception void melde_regelverstoess()</pre>

Informeller Kontrakt für Methode `melde_regelverstoess`

Die Methode wird aufgerufen, wenn ein Regelverstoß erkannt worden ist.

Die Methode inkrementiert `regelverstoesse` um eins.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

35

Vorgehen

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
graph TD; A[Ableitung der zentralen Akteure (Kernklassen)] --> B[Ableitung der Zustandsbeschreibungen der Kernklassen]; B --> C[Ableitung der Methoden pro Kernklasse]; C --> D[Typisierung der Kernklassen (Zustände und Methoden)]; D --> E[Kontrakte der Methoden]; E --> F[Sichtbarkeiten und Änderbarkeiten der Zustände und Methoden (Kapselung)]; F --> G[Implementierung der Methoden];
```

Ableitung der zentralen Akteure (Kernklassen)

Ableitung der Zustandsbeschreibungen der Kernklassen

Ableitung der Methoden pro Kernklasse

Typisierung der Kernklassen (Zustände und Methoden)

Kontrakte der Methoden

Sichtbarkeiten und Änderbarkeiten der Zustände und Methoden (Kapselung)

Implementierung der Methoden

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

36

Sichtbarkeiten, Änderungsmöglichkeiten und Kapselung



Im Rahmen des objektorientierten Entwurfs geht es nicht nur um die zu implementierende Funktionalität,

sondern auch darum, festzulegen, welche Erweiterungspunkte vorzusehen sind und

welche **Zugriffsmöglichkeiten** von diesen Erweiterungspunkten aus eingeräumt werden sollen.

Und welche **Änderungsmöglichkeiten** an diesen Erweiterungspunkten eingeräumt werden.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

37

Einschränkungen von Sichtbarkeiten und Änderungen (Kapselung)



Folgende **Änderungseinschränkungen** sind in OO-Sprachen bekannt:

Final

- Methode darf nicht mehr überladen werden.

Abstract

- Methode muss noch implementiert werden.

Kein Qualifier

- Methode kann, muss aber nicht überladen werden.

Folgende **Zugriffseinschränkungen** sind in OO-Sprachen bekannt:

Private

- Zugriff nur aus der definierenden Klasse heraus möglich

Protected

- Zugriff nur aus demselben Paket
- oder allen abgeleiteten Klassen möglich

Public

- Zugriff aus allen Paketen
- Und allen Klassen möglich

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

38

Erweiterungspunkte in Tic Tac Toe

Zentraler Erweiterungspunkt für Spielstrategien ist die Klasse T3Spieler

Diese Implementierungen (Ableitungen von T3Spieler) sind daher nicht kontrollierbar und aus Sicht der Engine „mit Vorsicht zu genießen“.

Von T3Spieler abgeleitete Strategien dürfen nicht

- Den Zustand des Spiels unkontrolliert ändern
- Das eigene Regelverstoßkonto manipulieren können

Von T3Spieler abgeleitete Strategien müssen

- den Belegungszustand des Feldes auslesen können
- den Belegungszustand des Feldes kontrolliert durch Ihren Spielzug ändern können
- minimalen Zugriff auf den Spielzustand haben.

Zugriffe beschränken (Daten kapseln) am Beispiel T3Spiel

0	0	0
0	X	
X	X	

```

class T3Spiel
{
protected char[][] feld = new char[3][3];
protected int anz_leere_felder = 9;
protected boolean X_am_zug = true;
protected boolean O_am_zug = false;
protected T3Spiel spielerX;
protected T3Spiel spielerO;

public T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler)

public char leite_spiel()
protected boolean gewonnen(char)
protected boolean unentschieden()
public void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int)
    throws Exception
protected String schiedsrichter_information(char,
    Exception)
}
    
```

Keine unkontrollierten
 Spielstandsänderungen.

Kontrollierte
 Spielstandsänderungen zu
 lassen.

Minimaler Zugriff auf
 Spielstand.

Lesenden Zugriff auf Feld
 einräumen



Lesenden Zugriff auf Attribute mittels „getter“-Methoden realisieren

0	0	0
0	0	X
X	X	X

T3Spiel	
protected	char[][] feld = new char[3][3];
protected	int anz_leere_felder = 9;
protected	boolean X_am_zug = true;
protected	boolean O_am_zug = false;
protected	T3Spiel spielerX
protected	T3Spiel spielerO
public	T3Spiel(T3Spieler, T3Spieler)
public	char leite_spiel()
protected	boolean gewonnen(char)
protected	boolean unentschieden()
public	void setze_auf_feld(T3Spieler, char, int, int) throws Exception
protected	String schiedsrichter_information(char, Exception)
public	char[][] lese_feld()

Informeller Kontrakt für Methode lese_feld

Die Methode erzeugt eine Kopie des Attributs feld und liefert diese an den Aufrufer zurück.

So kann sichergestellt werden, dass die Feldbelegung gelesen aber nicht verändert werden kann.

Lesenden Zugriff auf Feld einräumen



Änderungen einschränken am Beispiel T3Spieler



T3Spieler	
private	String name = " ";
private	int regelverstoesse = 0;
public	T3Spieler(String)
public	void am_zug(char, T3Spiel) throws Exception
public	void melde_regelverstoess()

Keine Manipulation des Regelverstoßkontos durch Erweiterungen

Implementierung der eigenen Spielstrategie erforderlich

Lesenden Zugriff auf Regelverstoßkonto



Änderungen einschränken am Beispiel T3Spieler



T3Spieler	
<code>private</code>	<code>String name = „“;</code>
<code>private</code>	<code>int regelverstoesse = 0;</code>
<code>public</code>	<code>T3Spieler(String)</code>
<code>public</code> <code>abstract</code>	<code>void am_zug(char, T3Spiel)</code> throws Exception
<code>public</code>	<code>void melde_regelverstoess()</code>
<code>final</code> <code>public</code> <code>final</code>	<code>int anz_regelverstoesse()</code>

Informeller Kontrakt für Methode `anz_regelverstoesse`

Die Methode liefert den Wert, der im Attribut `regelverstoesse` gespeichert ist.

Lesenden Zugriff auf
Regelverstoßkonto



Vorgehen



Implementierung der T3Spieler Methoden



Implementierung der T3Spieler-Methoden Konstruktor

Informeller Kontrakt für Konstruktor T3Spieler

Parameter:
String n

Dieser Konstruktor legt
einen Spieler mit dem Namen
n an.

Der Aufruf

```
T3Spieler s = new  
T3Spieler(„Max Mustermann“);
```

bedeutet, dass der Spieler
mit dem Namen Max Mustermann
angelegt wird. (name == „Max
Mustermann“)

```
public abstract class T3Spieler {  
    private String name = "";  
    ...  
    public T3Spieler(String n) {  
        this.name = n;  
    }  
    ...  
}
```

Implementierung der T3Spieler-Methoden Methode `am_zug`



Informeller Kontrakt für Methode `am_zug`

Parameter:
char v (X oder O),
T3Spiel s

Die Methode ist ein „Hook“,
die aufgerufen wird, wenn
der Spieler im Spiel s in
der Rolle v am Zug ist.

In dieser Methode wird die
Spielstrategie
implementiert. Die
Spielstrategie kann hierzu
den Zustand des Spiels s
auswerten und in einen Zug
mittels `s.setze_auf_feld`
umsetzen.

```
public abstract class T3Spieler {  
    ...  
    public abstract void am_zug(char v,  
                                T3Spiel s);  
    ...  
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

47

Abstrakte Klassen



- Eine abstrakte Klasse bezeichnet in der OO-Programmierung eine spezielle Klasse mit mindestens einer, abstrakten Methode (Nur Methodensignatur ohne Implementierung).
- Aus abstrakten Klassen können keine Objekte erzeugt (instantiiert) werden.
- Schnittstellen (Interfaces) sind rein abstrakte Klassen, die nur Methodensignaturen deklarieren.
- Als Basisklassen in einer Klassenhierarchie können abstrakte Klassen grundlegende Eigenschaften ihrer Unterklassen festlegen, ohne diese bereits konkret zu implementieren.
- Leitet eine Klasse von einer abstrakten Klasse ab, müssen alle vererbten abstrakten Methoden überschrieben und implementiert werden, damit die erbbende Klasse selbst nicht abstrakt ist.
- Abstrakte Klassen werden dazu genutzt, Teile des Quelltextes allgemein zu halten.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

48

Implementierung der T3Spieler-Methoden Methode `melde/anz_regelverstoesse`



Informeller Kontrakt für Methode `melde_regelverstoess`

Die Methode wird aufgerufen, wenn ein Regelverstoß erkannt worden ist.

Die Methode inkrementiert `regelverstoesse` um eins.

Informeller Kontrakt für Methode `anz_regelverstoesse`

Die Methode liefert den Wert, der im Attribut `regelverstoesse` gespeichert ist.

```
public abstract class T3Spieler {  
    private int regelverstoesse = 0;  
    ...  
    public final void melde_regelverstoess() {  
        this.regelverstoesse++;  
    }  
    public final int anz_regelverstoesse() {  
        return this.regelverstoesse;  
    }  
    ...  
}
```

Implementierung der T3Spiel Methoden



0	0	0
	0	X
	X	X
	X	X

Implementierung der T3Spiel-Methoden Konstruktor

Informeller Kontrakt für Konstruktor T3Spiel

Der Konstruktor weist die Rollen in einem Spiel zu.

Der Aufruf

```
T3Spiel s = new  
T3Spiel(s1, s2);
```

bedeutet, dass s1 die Rolle X und s2 die Rolle O im Spiel s einnimmt (spielerX == s1 und spielerO == s2)

```
public class T3Spiel {  
    ...  
    protected T3Spieler spielerX;  
    protected T3Spieler spielerO;  
    ...  
    public T3Spiel(T3Spieler s1,  
                  T3Spieler s2) {  
        this.spielerX = s1;  
        this.spielerO = s2;  
    }  
    ...  
}
```

Implementierung der T3Spiel-Methoden Methode **leite_spiel**

Informeller Kontrakt für Methode **leite_spiel**

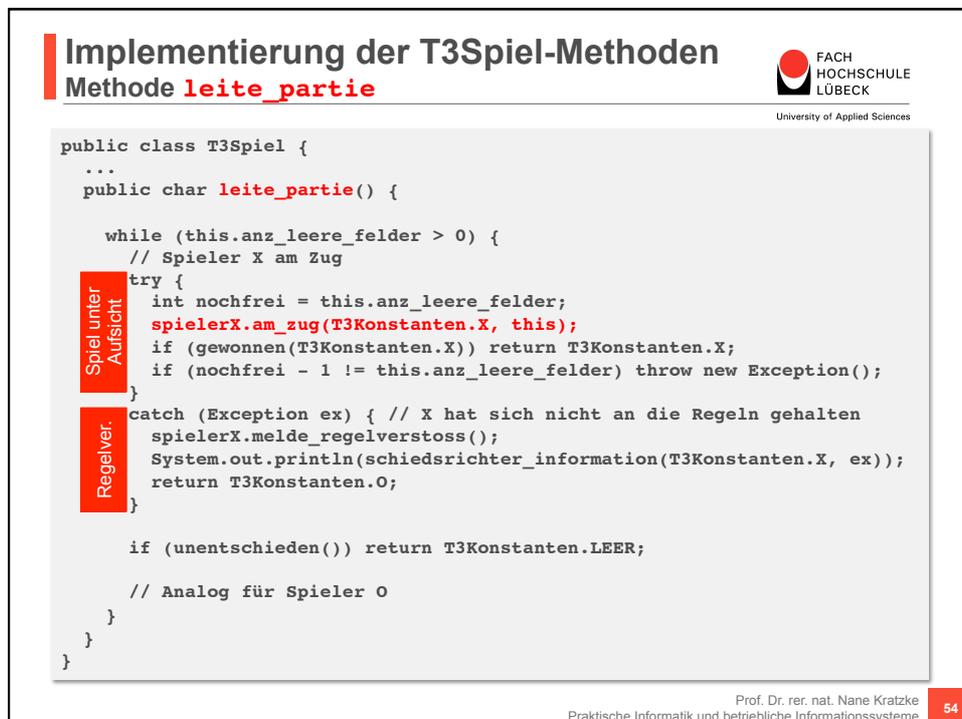
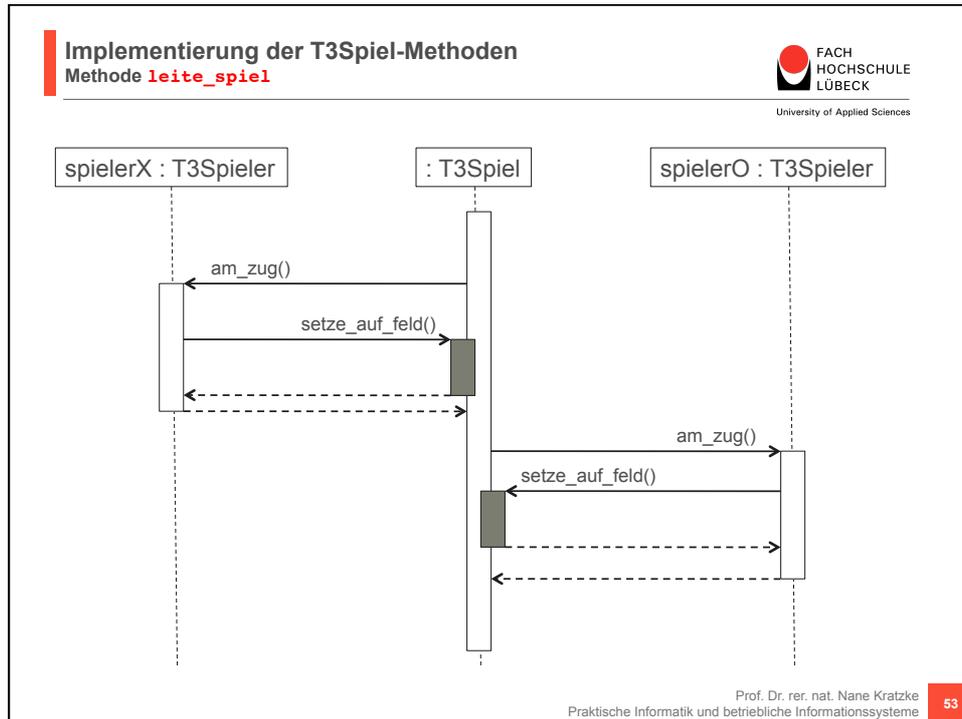
Die Methode startet ein Spiel zwischen spielerX und spielerO.

Die Methode liefert folgende Rückgaben:

- X (wenn spielerX gewinnt)
- O (wenn spielerO gewinnt)
- Leerzeichen (wenn unentschieden)

Begehen spielerX oder spielerO Regelverstoesse wird deren Methode melde_regelverstoss aufgerufen.





Implementierung der T3Spiel-Methoden

Methode **gewonnen**

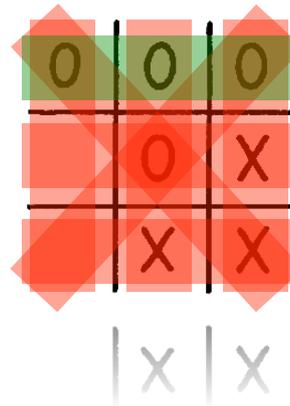
Informeller Kontrakt für Methode gewonnen

Eingabeparameter v (char).

Die Methode prüft ob v (X oder O) gem. der Feldbelegung gewonnen hat.

Die Methode liefert folgende Rückgaben:

- true (wenn in field eine Spalte, Reihe oder Diagonale mit v durchgängig belegt sind)
- false sonst



Implementierung der T3Spiel-Methoden

Methode **gewonnen**

```
public class T3Spiel {
    ...
    protected boolean gewonnen(char v) {
        boolean diag1 = true;
        boolean diag2 = true;

        for (int i = 0; i < T3Konstanten.BREITE; i++) {
            boolean spalte = true;
            boolean zeile = true;
            for (int j = 0; j < T3Konstanten.BREITE; j++) {
                spalte = spalte && this.feld[i][j] == v;
                zeile = zeile && this.feld[j][i] == v;
            }

            if (spalte || zeile) return true;

            diag1 = diag1 && this.feld[i][i] == v;
            diag2 = diag2 && this.feld[i][T3Konstanten.BREITE - 1 - i] == v;
        }

        return diag1 || diag2;
    }
    ...
}
```

Implementierung der T3Spiel-Methoden Methode **unentschieden**



Informeller Kontrakt für Methode **unentschieden**

Die Methode prüft ob ein Unentschieden vorliegt.

Die Methode liefert folgende Rückgaben:

- true (wenn
 - gewonnen(X) == false und
 - gewonnen(O) == false und
 - anz_leere_felder == 0))
- false sonst

```
public class T3Spiel {  
    ...  
    protected boolean unentschieden() {  
        return this.anz_leere_felder == 0 &&  
            !gewonnen(T3Konstanten.X) &&  
            !gewonnen(T3Konstanten.O);  
    }  
    ...  
}
```

Implementierung der T3Spiel Methoden Methode **lese_feld**



Informeller Kontrakt für Methode **lese_feld**

Die Methode erzeugt eine Kopie des Attributs `feld` und liefert diese an den Aufrufer zurück.

So kann sichergestellt werden, dass die Feldbelegung gelesen aber nicht verändert werden kann.

```
public class T3Spiel {  
    ...  
    public char[][] lese_feld() {  
        char[][] clone = this.feld.clone();  
        for (int i = 0; i < clone.length; i++)  
            clone[i] = this.feld[i].clone();  
        return clone;  
    }  
    ...  
}
```

Wieso geht diese Variante nicht?

```
public class T3Spiel {  
    ...  
    public char[][] lese_feld() {  
        return this.feld.clone();  
    }  
    ...  
}
```

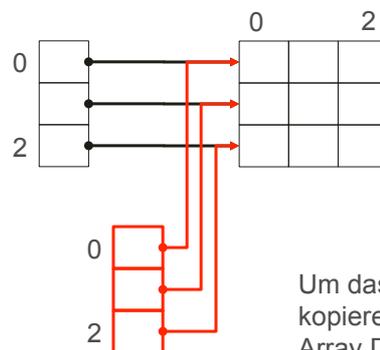
Mehrdimensionale Arrays kopieren (I)

Mehrdimensionale Arrays werden als Arrays von Arrays angelegt.



Mehrdimensionale Arrays kopieren (II)

`feld.clone` hat folgenden Effekt



Um das gesamte 2D-Array zu kopieren, müssen Sie also jedes Array Dimension für Dimension klonen (deepclone).

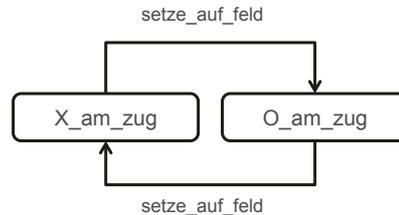
Implementierung der T3Spiel-Methoden Methode **setze_auf_feld**

Informeller Kontrakt für Methode **setze_auf_feld**

Parameter:
 T3Spieler s,
 char v (X oder O),
 int x, int y

Die Methode setzt fuer
 Spieler s, den Wert v auf
 das Spielfeld field an
 Position x und y. Es wird
 eine Exception ausgelöst,
 wenn eine der folgenden
 Bedingungen gilt:

- s in Rolle v nicht am Zug
- x,y keine zulässige Pos.
- x,y bereits belegt
- v nicht O oder X ist



0	0	0
	0	X
X	X	X

anz_leere_felder--

Implementierung der T3Spiel-Methoden Methode **setze_auf_feld**

```
public class T3Spiel {
    ...
    public void setze_auf_feld(T3Spieler s, char v, int x, int y)
        throws Exception {
        Regelkontformer Zug?
        if ((v == T3Konstanten.X) && !X_am_zug) throw new Exception();
        if ((v == T3Konstanten.O) && !O_am_zug) throw new Exception();
        if ((v != T3Konstanten.O) && (v != T3Konstanten.X))
            throw new Exception();
        if (x < 0 || x >= T3Konstanten.BREITE) throw new Exception();
        if (y < 0 || y >= T3Konstanten.BREITE) throw new Exception();
        if (feld[x][y] != T3Konstanten.LEER) throw new Exception();

        Status
        this.feld[x][y] = v; Belege das Feld
        this.anz_leere_felder--;
        this.X_am_zug = !this.X_am_zug;
        this.O_am_zug = !this.O_am_zug;
    }
    ...
}
```

Implementierung der T3Spiel-Methoden

Methode `schiedsrichter_information`



Informeller Kontrakt für Methode `schiedsrichter_info`

Parameter:
char v (X oder O),
Exception ex

Die Methode erzeugt eine Fehlermeldung, wenn eine Exception durch einen Spieler ausgelöst wurde. Es werden die Spieler `spielerX` und `spielerO`, die Rolle v in der die Exception ausgelöst wurde und die Feldbelegung von `feld` sowie ein erläuternder Text der Exception ex ausgegeben.

Bsp. T3-Fehlermeldung

Folgende Regelverletzung ist durch 0 begonnen worden: Division by zero

X: Max Mustermann

O: Sabine Sauertopf

```
X| |  
-+--+  
| |  
-+--+  
| |
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

63

Implementierung der T3Spiel-Methoden

Methode `schiedsrichter_information`



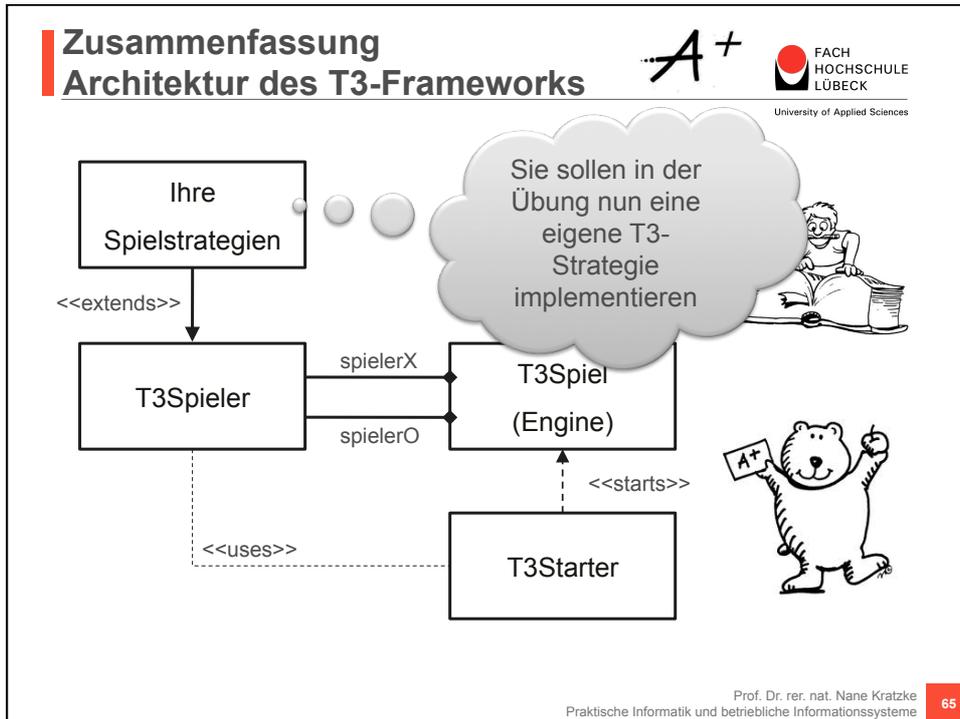
```
protected String schiedsrichter_information(char durch, Exception ex) {  
    String message = "Folgende Regelverletzung ist durch " + durch +  
        " begonnen worden: " + ex.getMessage() + "\n";  
  
    message += "X: " + this.spielerX + "\n";  
    message += "O: " + this.spielerO + "\n";  
    message += this.toString();  
    return message;  
}  
  
public String toString() {  
    String ret = "";  
    for (char[] zeilen : feld) {  
        String zeile = "";  
        for (char spalte : zeilen) zeile += spalte + T3Konstanten.HSEP;  
        ret += zeile.substring(0, zeile.length() - 1) + "\n";  
        ret += T3Konstanten.VSEP + "\n";  
    }  
    return ret.substring(0, ret.length() - T3Konstanten.VSEP.length() - 1);  
}
```

Ausgabe
Fehlermeldung

Tic Tac Toe Feld in
String wandeln

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

64



Zum Nachlesen ...



Kapitel 3

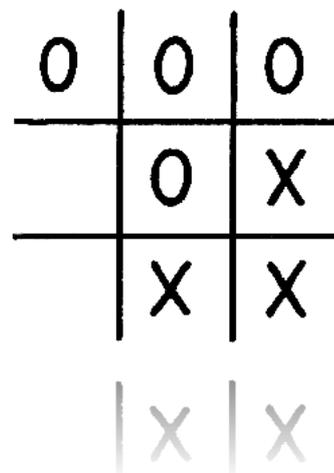
Prinzipien des objektorientierten Entwurfs

- 3.1 Prinzip der einzigen Verantwortung
- 3.2 Trennen der Anliegen
- 3.3 Wiederholungen vermeiden
- 3.4 Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
- 3.5 Trennung von Schnittstelle und Implementierung
- 3.6 Umkehr der Abhängigkeiten
- 3.7 Mach es testbar

Struktur objektorientierter Software am Beispiel des Spiels Tic Tac Toe

Klassisches,
Zwei Personen
Strategiespiel

Bereits im 12.
Jh. v. Chr.
bekannt



Tic Tac Toe Requirements



- Es soll eine T3Engine (Spiel) entwickelt werden, die es ermöglicht, zwei beliebige Strategien (Spieler) gegeneinander spielen zu lassen.
- Es sollen Regelverstöße erfasst und dem verursachenden Spieler zugeordnet werden.
- Laufzeitfehler eines Spielers sind als Regelverstöße zu werten.
- Begeht ein Spieler einen Regelverstoß, gewinnt automatisch der andere Spieler.
- Ein Regelverstoß soll durch das Spiel dokumentiert (ausgegeben) werden.
- Jeder Spieler hat einen Namen.
- Das Spiel erteilt den Spielern X und O wechselseitig das Zugrecht und ist für die Feststellung von Regelverstößen sowie Sieg, Niederlagen und Unentschieden zuständig.
- Der Spieler X beginnt das Spiel.
- Einmal gemachte Zeichen dürfen nicht überschrieben oder gelöscht werden.
- Der Spieler am Zug muss ein leeres Element des Felds mit seinem Zeichen belegen.
- Ein Spieler gewinnt, wenn er eine Spalte, Zeile oder Diagonale mit seinem Zeichen (X oder O) belegen konnte.
- Das Spiel endet unentschieden, wenn kein Spieler gewonnen hat und alle Felder belegt sind.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

69

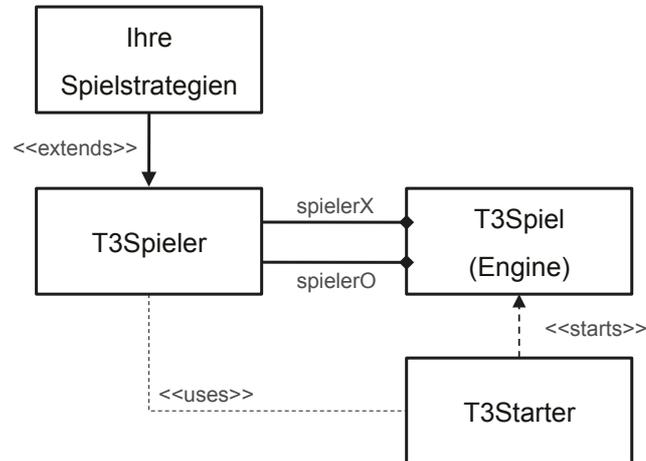
Vorgehen



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

70

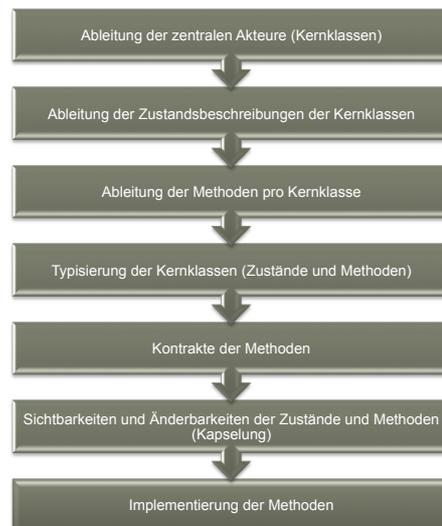
Resultat: Architektur und Realisierung des T3-Frameworks



Prinzipiengeleitetes Entwurfsvorgehen

Prinzipien des objektorientierten Entwurfs ...

... werden bei jeder einzelnen Entwurfs- und Implementierungsentscheidung berücksichtigt.



Prinzipien des objektorientierten Entwurfs



University of Applied Sciences

- 1** • Prinzip einer einzigen Verantwortung
• Single Responsibility
- 2** • Trennung der Anliegen
• Separation of Concerns
- 3** • Wiederholungen vermeiden
• Don't repeat yourself
- 4** • Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
• Open-Closed-Principle
- 5** • Trennung von Schnittstelle und Implementierung
• Program to interfaces
- 6** • Umkehr der Abhängigkeiten (des Kontrollflusses)
• Dependency Inversion Principle (Inversion of Control)
- 7** • Mach es testbar
• Unit-Tests

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

73

Prinzip einer einzigen Verantwortung Single Responsibility



University of Applied Sciences

Jedes Modul soll genau eine Verantwortung übernehmen

Jede Verantwortung soll genau einem Modul zugeordnet werden

- Erhöhung der Wartbarkeit
- Erhöhung der Wiederverwendbarkeit

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

74

Prinzip einer einzigen Verantwortung Zu beachtende Regeln

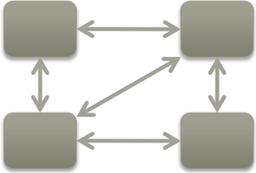
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
 University of Applied Sciences

Regel 1:

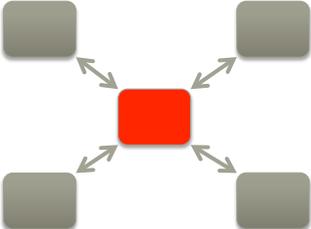
- Kohäsion maximieren
- Unabhängige Teile in Teilmodule zerlegen

Regel 2:

- Kopplung minimieren
- Kopplung zwischen Modulen gering halten
- Einführen von Koordinatoren (neues Modul)



Hoher Grad der Kopplung



Reduzierter Grad der Kopplung

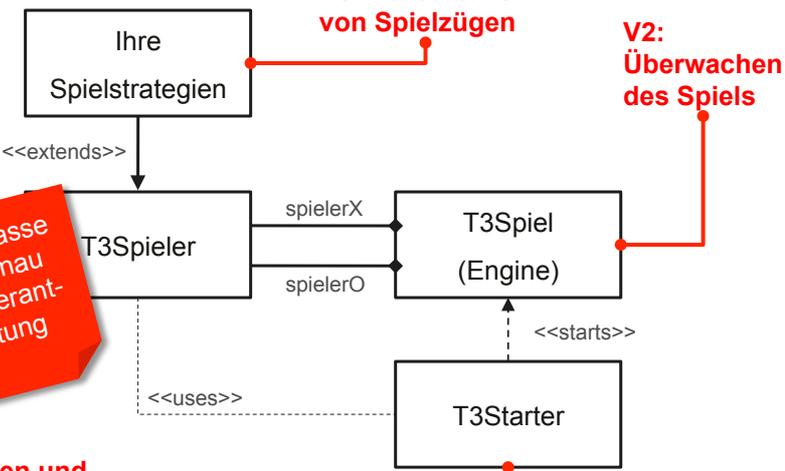
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

75

Prinzip der einzigen Verantwortung am Bsp. Tic Tac Toe

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
 University of Applied Sciences

Jede Klasse hat genau eine Verantwortung



V1: Starten und Auswerten einer Partie

V2: Überwachen des Spiels

V3: Durchführen von Spielzügen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

76

Prinzipien des objektorientierten Entwurfs

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- 1 • Prinzip einer einzigen Verantwortung
• Single Responsibility
- 2 • Trennung der Anliegen
• Separation of Concerns
- 3 • Wiederholungen vermeiden
• Don't repeat yourself
- 4 • Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
• Open-Closed-Principle
- 5 • Trennung von Schnittstelle und Implementierung
• Program to interfaces
- 6 • Umkehr der Abhängigkeiten (des Kontrollflusses)
• Dependency Inversion Principle (Inversion of Control)
- 7 • Mach es testbar
• Unit-Tests

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 77

Trennung der Anliegen Separation of Concerns

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Ein Anliegen ist	Beispiele
<ul style="list-style-type: none">• formulierbare Aufgabe• zusammenhängend• abgeschlossen• und in verschiedenen Kontexten und Anwendungen nutzbar	<ul style="list-style-type: none">• Protokollierung von Aktionen, Fehlern, etc.• Autorisierung von Benutzern• Prüfung von Zugriffsrechten• Transaktionsverarbeitung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 78

Trennung der Anliegen Probleme

In verschiedenen
Kontexten und
Anwendungen nutzbare
Funktionalitäten

Lassen sich schwer in
Modulen lokalisieren

Beispiel: Zugriffskontrolle

- Die muss in dem Modul angestoßen werden, aus dem der Zugriff heraus geschieht
- So etwas ist schwer zu lokalisieren

Mit OO alleine nur anteilig lösbar, hier hilft die Aspekt-orientierte Programmierung weiter (die in dieser VL nicht behandelt wird)

Prinzipien des objektorientierten Entwurfs

- 1 • Prinzip einer einzigen Verantwortung
• Single Responsibility
- 2 • Trennung der Anliegen
• Separation of Concerns
- 3 • Wiederholungen vermeiden
• Don't repeat yourself
- 4 • Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
• Open-Closed-Principle
- 5 • Trennung von Schnittstelle und Implementierung
• Program to interfaces
- 6 • Umkehr der Abhängigkeiten (des Kontrollflusses)
• Dependency Inversion Principle (Inversion of Control)
- 7 • Mach es testbar
• Unit-Tests

Wiederholungen vermeiden Don't repeat yourself

Eine identifizierbare Funktionalität eines Softwaresystems sollte innerhalb dieses Systems nur einmal implementiert sein.



Erhöht die Wartbarkeit



Reduziert die Fehleranfälligkeit

Wiederholungen vermeiden Zu beachtende Regeln

Nutze Konstanten

- Die lassen sich an einer Stelle im Quelltext ändern
- Es muss bei Änderungen nicht nach allen Vorkommen einer Konstante im Quelltext gesucht werden

Kopiere keinen Quelltext

- Wenn Quelltext kopiert werden kann, um ein Problem zu lösen,
- frag dich, wie aus dem Quelltext eine parametrisierbare Methode gemacht werden kann.
- Ansonsten wird eine zukünftig geänderte Funktionalität nur an einer Stelle, anstatt an allen Kopiervorkommen geändert.

Wiederholungen vermeiden am Beispiel Tic Tac Toe (I)

Regel: Nutze Konstanten

```
public class T3Konstanten {  
  
    public final static char X = 'X';  
    public final static char O = 'O';  
    public final static char LEER = ' ';  
    public final static int BREITE = 3;  
  
    [...]  
  
}
```

In der Klasse T3Konstanten wurden Konstanten definiert, die genutzt werden sollten. Nicht X sondern T3Konstanten.X, usw. Auch die Breite wurde als Konstante genutzt. Möchte man Tic Tac Toe auf einem 4x4 Spielfeld spielen, dann lässt sich das durch Änderung an einer Stelle realisieren, sofern alle Routinen konsequent diese Konstanten nutzen.

Wiederholungen vermeiden am Beispiel Tic Tac Toe (II)

Regel: Kopiere keine Quelltexte

```
public class T3VersierterSpieler  
extends T3Spieler {  
  
    protected List<T3Pos> leere_felder(char[][] feld);  
    protected List<T3Pos> gewinnfelder(char v, char[][] feld);  
  
}
```

Sie haben in der Übung aus der abstrakten Klasse T3Spieler die Klasse T3VersierterSpieler abgeleitet und in ihr die oben stehenden Methoden implementiert, die man für jede vernünftige, d.h. nicht triviale, Tic Tac Toe Strategie benötigt.

So konnte jeder von Ihnen eine oder mehrere Strategien auf Basis T3VersierterSpieler implementieren, ohne diese Grundfunktionalitäten jedesmal neu implementieren oder kopieren zu müssen.

Wiederholungen vermeiden am Beispiel Tic Tac Toe (III)

Regel: Kopiere keine Quelltexte

```
public class T3Routinen
{
    public static char[][] deepclone(char[][] feld);
    public static boolean gewonnen(char v, char[][] feld);
}
```

In der T3 Engine wurden Routinen zentral in der Klasse `T3Routinen` definiert, die an mehreren Stellen eines Tic Tac Toe Spiels genutzt werden.

`deepclone` um ein Spielfeld zu kopieren.

`gewonnen` in ihren Strategieimplementierungen und in der Klasse `T3Spiel` im Rahmen der Spielüberwachung.

Prinzipien des objektorientierten Entwurfs

- 1 • Prinzip einer einzigen Verantwortung
• Single Responsibility
- 2 • Trennung der Anliegen
• Separation of Concerns
- 3 • Wiederholungen vermeiden
• Don't repeat yourself
- 4 • Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
• Open-Closed-Principle
- 5 • Trennung von Schnittstelle und Implementierung
• Program to interfaces
- 6 • Umkehr der Abhängigkeiten (des Kontrollflusses)
• Dependency Inversion Principle (Inversion of Control)
- 7 • Mach es testbar
• Unit-Tests

Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
Open-Closed Principle



Ein Modul soll für Erweiterungen offen sein

- Definierte Funktionalität soll angepasst/erweitert werden können.
- Die Erweiterung soll nur die Ergänzung beinhalten, keinesfalls Teile des Originalcodes.

Steigerung der Wiederverwendbarkeit

Für Erweiterungen sind keine Änderungen am Modul erforderlich

- Es sind keine Änderungen am Originalcode eines Modul für Erweiterungen erforderlich.
- Ungewünschte Erweiterungen des Moduls werden strukturell unterbunden.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

87

Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
Zu beachtende Regeln



Definiere „Hooks“
(Erweiterungspunkte)

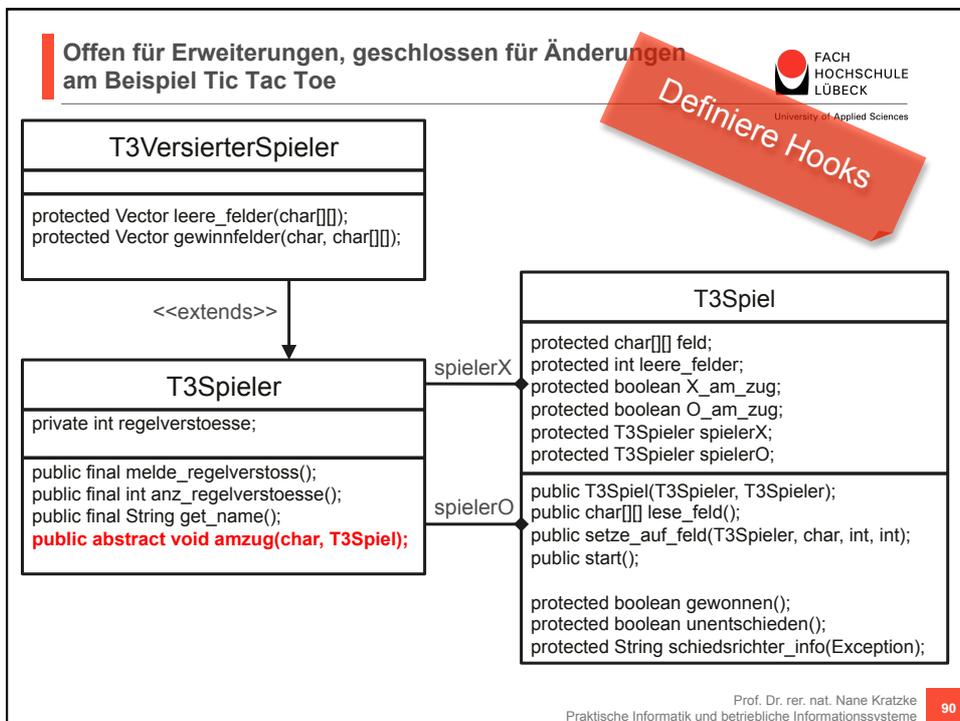
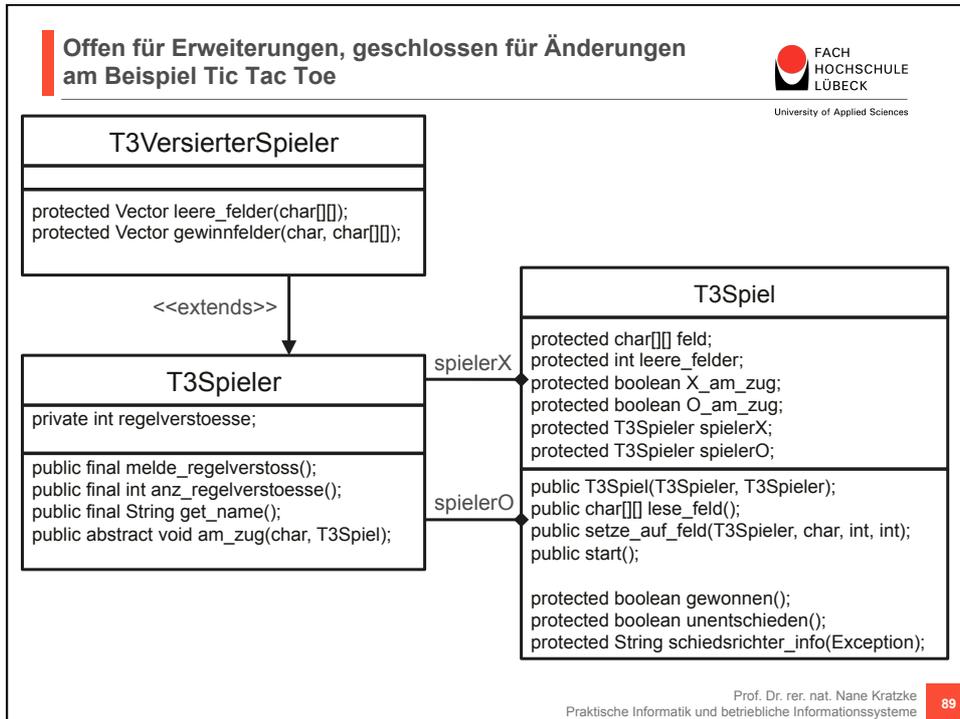
- Zu ändernde Funktionalität sollte durch Hooks definiert werden.
- An diese „Haken“ kann man dann die Erweiterungsfunktionalität hängen.
- Hooks sind zu dokumentieren
- da Hooks nicht am Quelltext zu erkennen sind. (Es gibt kein JAVA Schlüsselwort dafür)

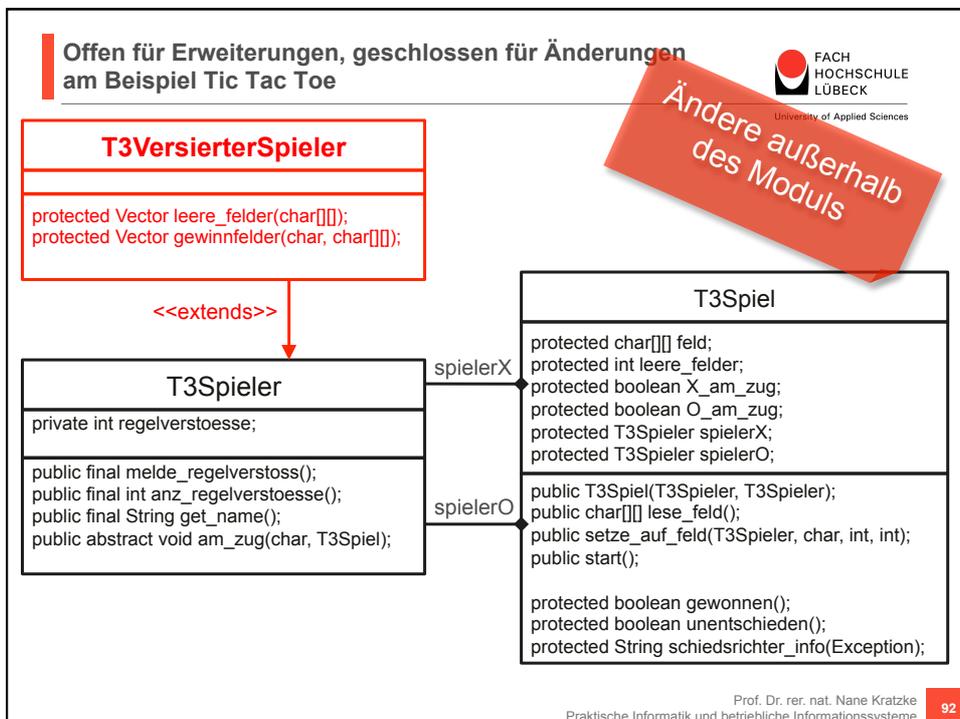
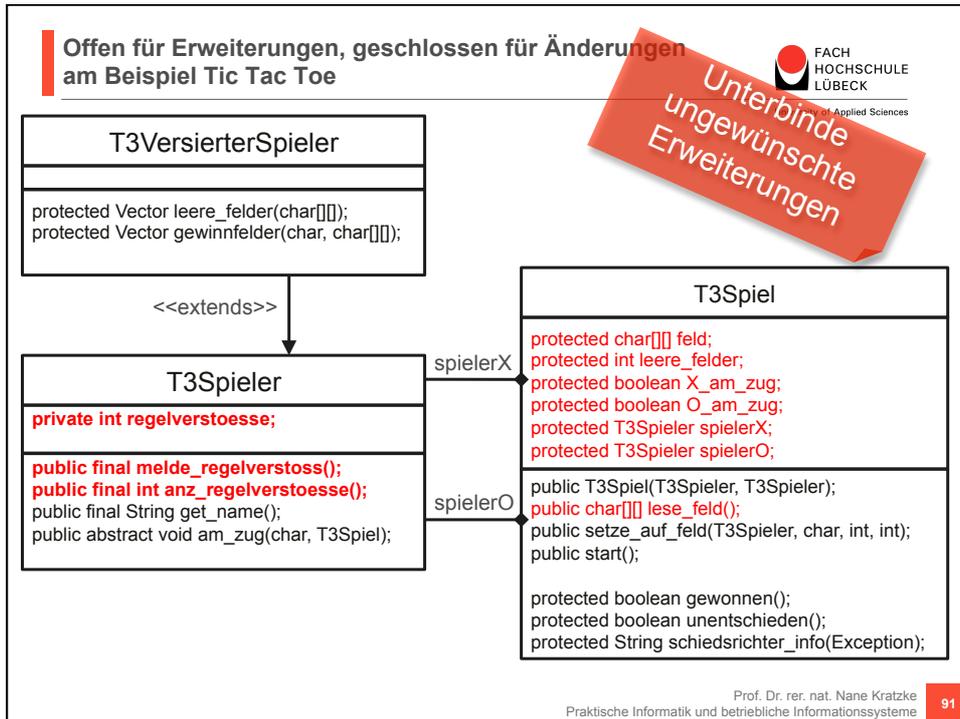
Nutze im Modul Indirektionen

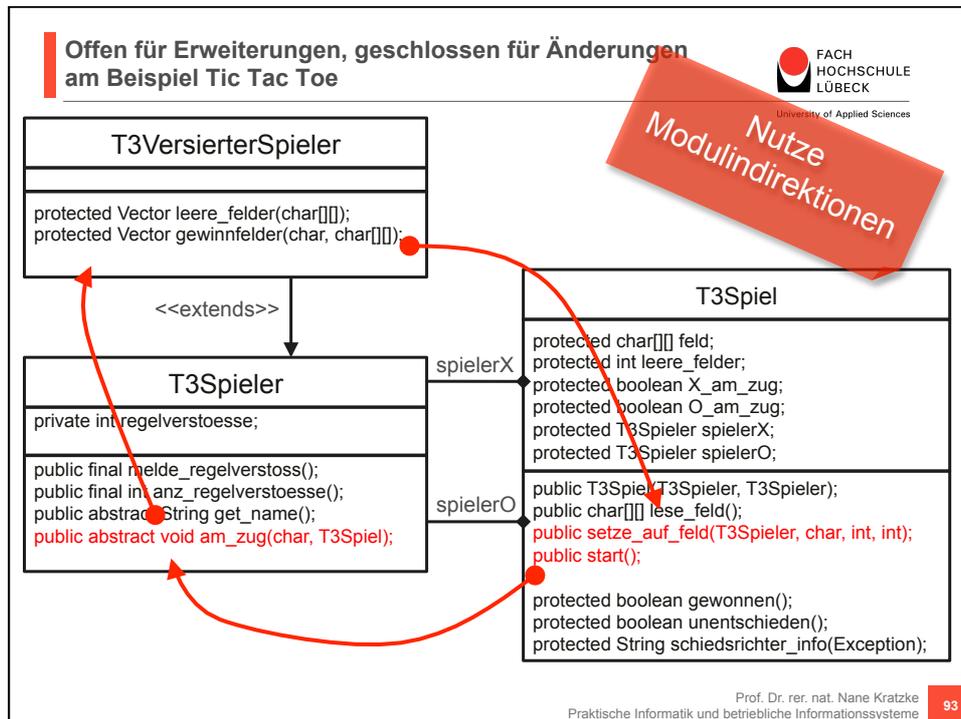
- Das erweiterbare Modul darf keine Varianten-spezifische Funktionalität nutzen
- Das Modul darf nur ihm bekannte „Hooks“ und Schnittstellen/(abstrakte) Klassen aufrufen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

88





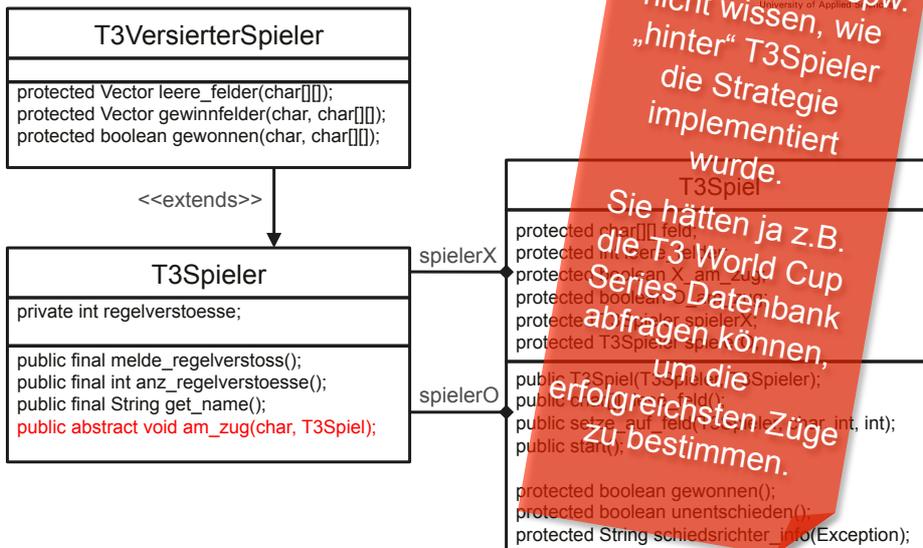


Trennung von Schnittstelle und Implementierung
 Program to Interfaces

- Jede Abhängigkeit zwischen zwei Modulen explizit dokumentieren
- Ein Modul sollte nur von Schnittstellen und deren Spezifikation abhängen
- Ein Modul sollte niemals von nicht spezifizierten oder beeinflussbaren Seiteneffekten abhängen oder Implementierungen

- Vermeidung „stiller“ Kopplungen
- Erhöhung der Wiederverwendbarkeit

Trennung von Schnittstelle und Implementierung
 am Beispiel Tic Tac Toe



T3Spiel muss bspw. nicht wissen, wie „hinter“ T3Spieler die Strategie implementiert wurde.
 Sie hätten ja z.B. die T3 World Cup Series Datenbank abfragen können, um die erfolgreichsten Züge zu bestimmen.

Program to Interfaces

Goldene Regel: Programmiere nie nach dem **WIE** etwas implementiert wurde, sondern **WAS** spezifiziert wurde.

Programmiere nach dem Vertrag einer Methode

Wie nennt man die Lösungen, die entstehen, wenn man nach dem WIE implementiert?

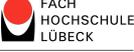
Workaround

Workarounds sind fehlerumgehende Programmierlösungen, die gewählt werden, weil genutzte Module nicht ihrer Spezifikation entsprechen.

Prinzipien des objektorientierten Entwurfs

- 1 • Prinzip einer einzigen Verantwortung
• Single Responsibility
- 2 • Trennung der Anliegen
• Separation of Concerns
- 3 • Wiederholungen vermeiden
• Don't repeat yourself
- 4 • Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
• Open-Closed-Principle
- 5 • Trennung von Schnittstelle und Implementierung
• Program to interfaces
- 6 • Umkehr der Abhängigkeiten (des Kontrollflusses)
• Dependency Inversion Principle (Inversion of Control)
- 7 • Mach es testbar
• Unit-Tests

Umkehr der Abhängigkeiten Dependency Inversion Principle


FACH
HOCHSCHULE
LÜBECK
University of Applied Sciences

Umkehr der Abhängigkeiten

- Ein Entwurf soll sich auf Abstraktionen stützen.
- Er soll sich nicht auf Spezialisierungen stützen.

Umkehr des Kontrollflusses

- Ein spezifisches Modul wird von einem mehrfach verwendbaren Modul aufgerufen.

 Erhöhung der Austauschbarkeit

 Reduzierung der Kopplung

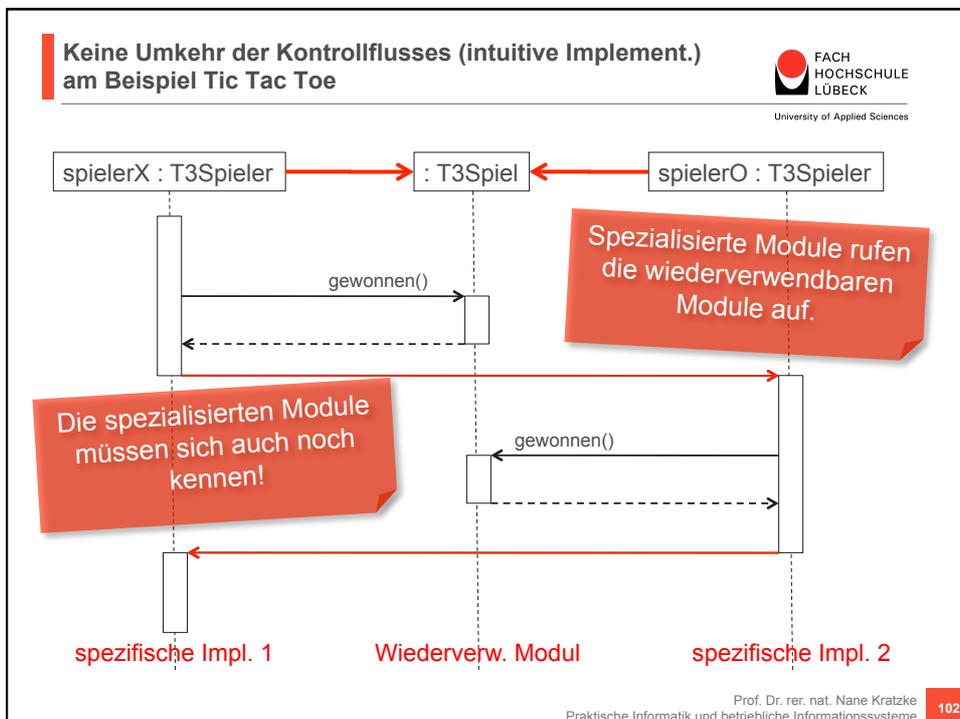
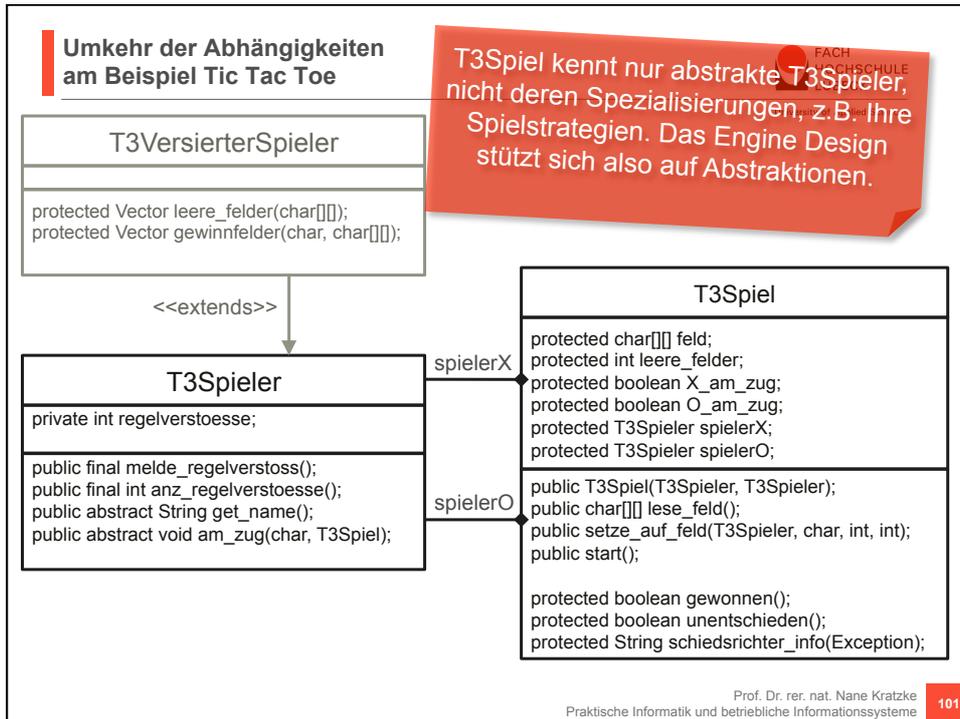
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 99

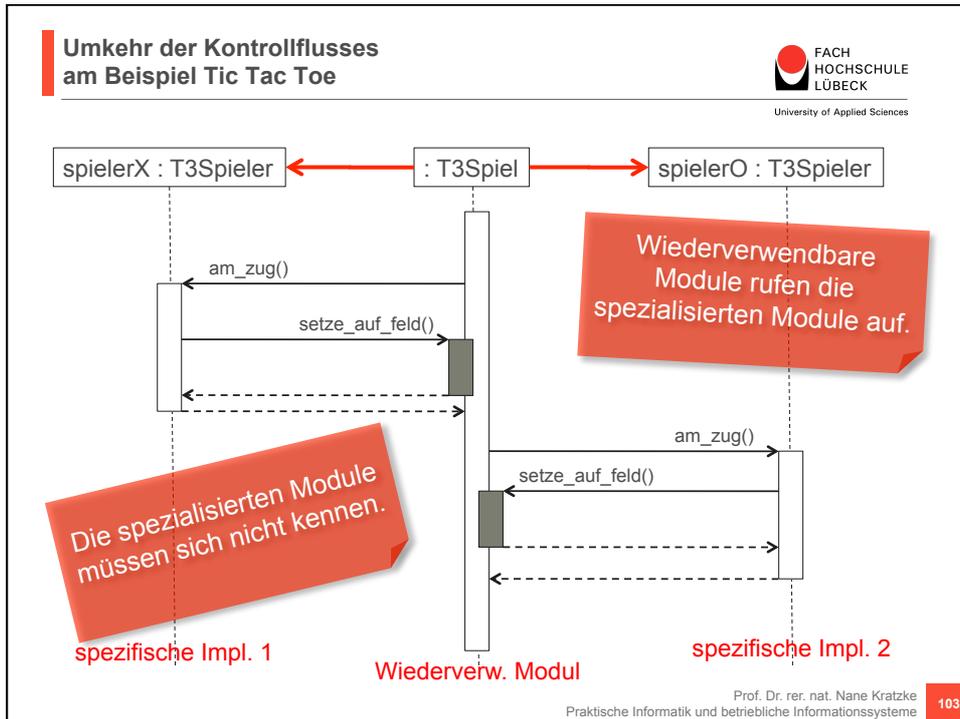
Regel:


FACH
HOCHSCHULE
LÜBECK
University of Applied Sciences

- Ergänzungen werden von Kernmodulen initial aufgerufen!
- Niemals umgekehrt!

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 100





Mach es testbar Unit Tests

Unit-Tests

- sind Testprogramme
- die die Korrektheit von SW-prüfen.

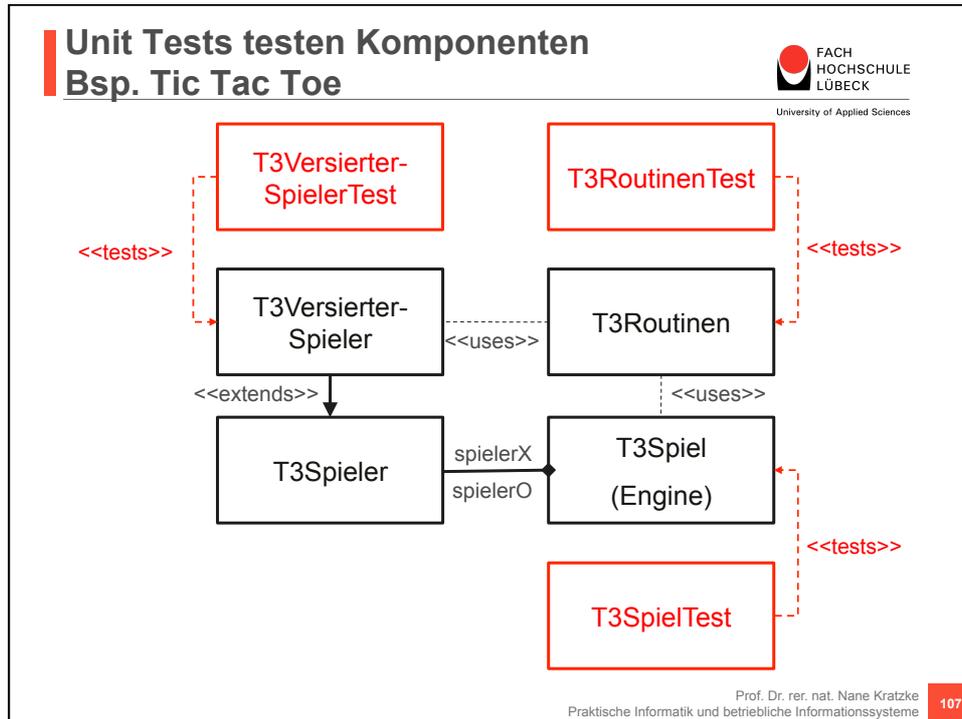
Unit-Tests

- sind automatisierbar
- und helfen nach Änderungen Fehler schneller zu erkennen

- Erhöhung der Korrektheit
- Erhöhung der Wartbarkeit
- Erhöhung der Testbarkeit

Regel:

- Nutze UNIT Tests !
- UNIT Tests sind Freunde, kein Aufwand



107

Beispiel eines Unit-Tests in Tic Tac Toe

```

public class T3SpielTest {

    public Katastrophenspieler k = new Katastrophenspieler("K");
    public ZufallsSpieler z = new ZufallsSpieler("Z");

    @Test
    public void testT3Spiel_Ablauf() {

        // Teste ob katastrophale Programmierungen den Absturz bringen
        Assert.assertEquals(-20,
            T3Starter.starte_partie(10,k,z,false));
        Assert.assertEquals(20,
            k.anz_regelverstoesse());

        // [...]
    }
}
    
```

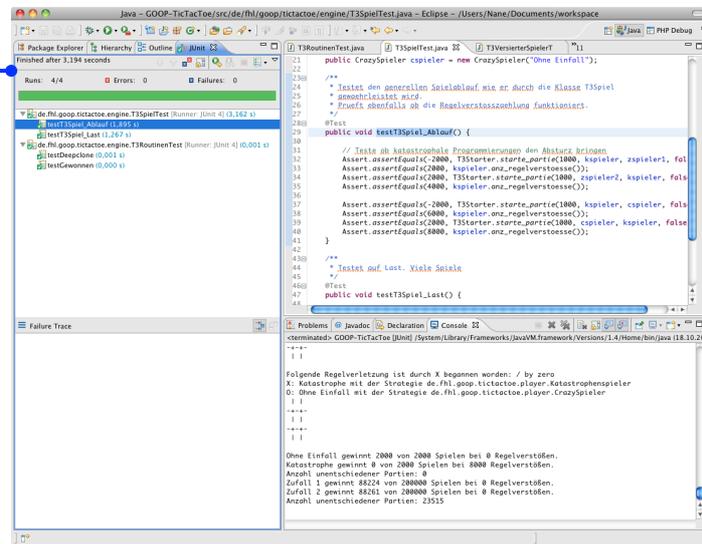
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

108

Bsp. Units Tests in Tic Tac Toe Automatisierte Unit Tests in einer IDE

Automatisierter Start, Auswertung und Überblick von Tests in Eclipse

Run as JUnit Testcase



Zusammenfassung: Prinzipien des (OO) Entwurfs

- 1 • Prinzip einer einzigen Verantwortung
 • Single Responsibility
- 2 • Trennung der Anliegen
 • Separation of Concerns
- 3 • Wiederholungen vermeiden
 • Don't repeat yourself
- 4 • Offen für Erweiterungen, geschlossen für Änderungen
 • Open-Closed-Principle
- 5 • Trennung von Schnittstelle und Implementierung
 • Program to interfaces
- 6 • Umkehr der Abhängigkeiten (des Kontrollflusses)
 • Dependency Inversion Principle (Inversion of Control)
- 7 • Mach es testbar
 • Unit-Tests