SnakeDart

Referenzspiel und -dokumentation für das Modul "Webtechnologie Projekt"

Prof. Dr. Nane Kratzke

SoSe 2019

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Programmlistings

1 Einleitung

Am Beispiel einer Spielentwicklung sollen sie eine Auswahl relevanter Webtechnologien wie bspw. **HTML**, **DOM-Tree**, **HTTP** Protokoll, **REST**-Prinzip sowie die Trennung in **client**- und **serverseitige Logik** spielerisch kennenlernen. Das Spiel selber ist dabei weitesgehend clientseitig zu realisieren und soll nur für die Speicherung von Spielzuständen, wie bspw. Highscores, auf REST-basierte Services zugreifen. Selbst ohne Storagekomponente soll ihr Spiel spielbar sein (einzig und allein das Speichern von Spielzuständen ist natürlich eingeschränkt).

Bei der Suche nach geeigneten Spielideen lohnt es sich immer mal wieder bei alten Arcade Klassikern wie Tetris, Space Invader, Pong, etc. zu suchen und sich inspirieren zu lassen. Um Komplexität und Aufwand im Griff zu behalten, ist ihnen eine REST-basierte Storagekomponente vorgegeben. Sie sollen diese nur in Dart nachimplementieren. Ferner soll ihr Spiel dabei auf einem zweidimensionalen Raster basieren und keinen Canvas zur Darstellung nutzen. Sie sollen ein Single Player Game schreiben. Um die Komplexität im Rahmen zu halten, sollten sie daher mit Ansätzen vorsichtig sein, die auf Multi Player Games beruhen und Player durch "künstliche Intelligenzen" ersetzen. Dies kann sehr schnell zu erheblicher Komplexität führen, denken Sie nur mal an Schach!

Ihr Spiel soll dabei auf den Einsatz von Canvas verzichten, sondern ausschließlich auf DOM-Tree Manipulationen beruhen, um den Spielzustand darzustellen. Das Spiel sollte daher auf einem einfach 2D Raster spielbar sein[1]. Zum einen reduziert dies die Komplexität möglicher Spielkonzepte, zum anderen sollen sie durch die Aufgabenstellung dazu gezwungen werden, sich intensiv mit dem DOM-Tree eines HTML-Dokuments und dessen clientseitiger Manipulation auseinander setzen. Dies würden sie nicht, wenn Sie Canvas nutzen würden (sie würden dann sich intensiv mit Grafikbibliotheken und ggf. Game Engines auseinandersetzen, das ist jedoch nicht Ziel dieser Veranstaltung[2]).

Sie werden sehen, dass sich einfache bis mittelkomplexe Spiele auch mit absoluten Web-Basistechnologien, die jeder moderne Webbrowser anbietet, realisieren lassen. Ich hoffe sie erhalten dadurch ein besseres Gefühl zwischen der Trennung von client- und serverseitiger Logik, sowie was mit Webtechnologien grundsätzlich alles machbar ist.

Hinweise für die Durchführung ihres Webtechnologie Projekts sind in vorliegender Dokumentation in folgender Form gekennzeichnet.

> **Hinweis:** Solche Boxen kennzeichnen Hinweise für ihr Webtechnologie-Projekt.

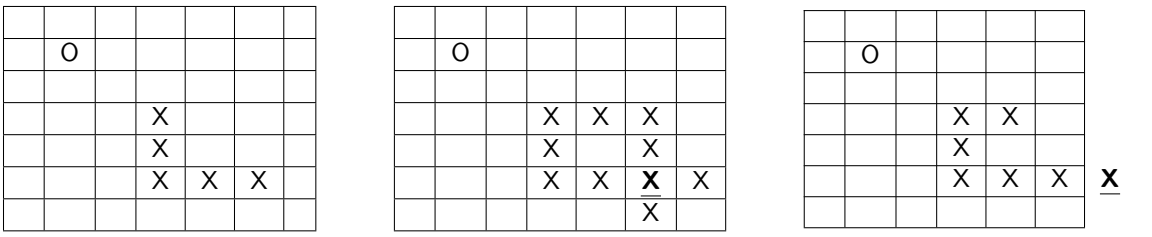
Es gilt z.B. der folgende Hinweis:

> **Hinweis:** Vorliegende Dokumentation erläutert einerseits den Aufbau eines Beispielspiels (SnakeGame). In zweiter Funktion dient die Dokumentation gleichermaßen als Anhalt für Sie, um Ihr eigenständig entwickeltes Spiel nachvollziehbar zu dokumentieren.

Diese Dokumentation erläutert die durch Ihr Spiel zu erfüllenden Anforderungen und das Beispielspielkonzept des Beispielgames **SnakeGame** im Kapitel 2. Die Umsetzung des Spielkonzepts in eine Model-View-Controller basierte Architektur wird im Kapitel 3 dargestellt. In diesem Kapitel wird auch die REST-basierte Storagekomponente erläutert, die die klassische MVC-Architektur um eine Storagekomponente erweitert. Exemplarisch wird ferner der sinnvolle Einsatz von UML-Diagrammen gezeigt, um angewendete Gestaltungsprinzipien der Software zu veranschaulichen. Das Kapitel 4 befasst sich mit dem Einsatz von deskriptiven Dateiformaten, um Spiellevel und Spielparameter zu definieren. Auf den ersten Blick wirkt dies nach Mehraufwand. Sie werden jedoch sehen, dass es durchaus Sinn machen kann, Parameter nicht hardcodiert im Spiel einzubauen, sondern diese in externe Konfigurationsformate auszulagern. Insbesondere in der Schlussphase werden sie es ggf. zu schätzen wissen, dass Sie Spielparameter unabhängig vom Code ändern können, um die Spielbarkeit ihres Spiels zu optimieren. Im Kapitel 5 geht es um den Nachweis der Anforderungen, den sie systematisch

[1] Das Raster soll dabei nicht zu groß werden. Im Extrem könnten sie ansonsten 1 Pixel große Felder definieren und sich künstlich ein Canvas Element "nachbauen".

[2] Wenn Sie so etwas interessiert überlegen Sie das Wahlpflichtmodul "Game Programming" des Studiengangs ITD zu belegen.



(a) Spielfeld (b) Verknotete Schlange (c) Schlange außerhalb des Spielfeldes

Abbildung 1: Spielprinzip von SnakeGame

(wenn auch aufgrund der Kürze der Zeit im wesentlichen nur argumentativ) Anforderung für Anforderung erbringen sollen. Es bietet sich an, dies nicht erst am Ende ihrer Spieleentwicklung zu machen, sondern begleitend. **Insbesondere da dieses Kapitel sehr viele und relevante Informationen enthält, die im Rahmen der Notenfindung herangezogen werden.**

Auch wenn es nur ein kleines Spiel ist, das sie entwickeln sollen, werden sie im Verlaufe dieses Projekts die typischen Phasen der Softwareentwicklung von der Anforderungserhebung, über Architektur und Implementierung bis zur Nachweisführung durchlaufen und dokumentieren.

Ich wünsche Ihnen nun viel Erfolg und Spaß bei der Entwicklung ihres Webgames.

2 Anforderungen und abgeleitetes Spielkonzept

Im Verlaufe des Webtechnologie Projekts sollen Sie ein clientseitiges Spiel entwickeln, welches in einem Webbrowser spielbar sein soll. Das Spiel kann sich softwaretechnisch am hier dokumentierten **SnakeGame** (Github: `https://github.com/nkratzke/dartsnake`) orientieren. Sie sollen jedoch ein eigenständiges Spielkonzept entwickeln und umsetzen.

Das SnakeGame dient im wesentlichen als Anschauungsgegenstand für Sie und deckt wesentliche (aber nicht alle) aufgestellten Anforderungen (vgl. Kapitel 5) ab. Konzeptionell basiert es auf einem quadratischen n x n Spielfeld, auf dem sich eine Maus (O) und eine Schlange (X) wachsender Länge befindet. Ein Spieler kann eine Schlange (X) über das Spielfeld mittels Betätigen von Cursortasten bewegen. Ziel der Schlange ist es, möglichst viele Mäuse zu fangen. Hierzu muss der Spieler die Schlange zu einer Maus bewegen. Berührt der Kopf der Schlange die Maus, frisst die Schlange die Maus und die Schlange wird um ein Element länger. Es wird in diesem Fall per Zufall eine neue Maus auf dem Spielfeld erzeugt. Das Spiel wird mit jeder gefressenen Maus schwieriger, denn

- die Länge der Schlange erhöht sich mit jeder gefressenen Maus um eins,
- die Geschwindigkeit der Schlange erhöht sich ebenfalls mit jeder gefressenen Maus.

Die Schlange kann sich dabei nur vorwärts bewegen (d.h. nicht nach hinten kriechen oder zu einer der beiden Seiten rollen). Die Steuerung der Schlange wirkt nur auf den Kopf. Die restlichen Elemente des Schlangenkörpers folgen einander.

Das Spiel ist beendet, wenn einer der beiden folgenden GameOver Bedingungen eintreten:

- Die Schlange "verknotet" sich (d.h. mindestens zwei Elemente des Schlangenkörpers liegen auf demselben Element des Spielfeldes, vgl. Abb. 1(b))
- Die Schlange verlässt das Spielfeld (d.h. mindestens ein Element der Schlange befindet sich außerhalb des Spielfeldes, vgl. Abb. 1(c)).

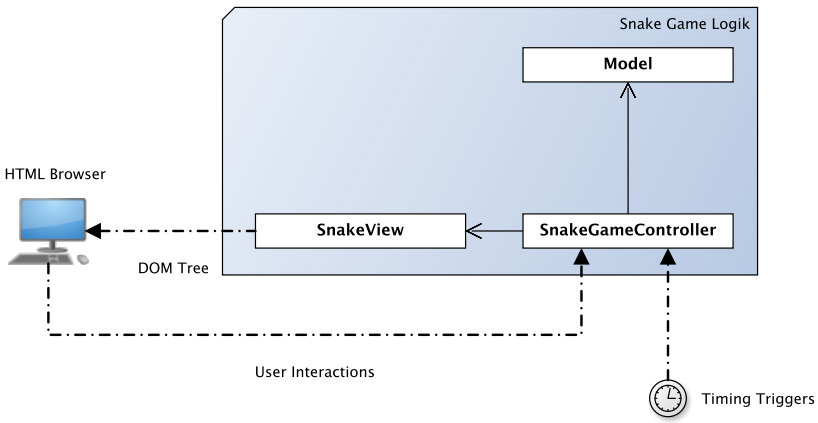


Abbildung 2: Architektur

SnakeGame kann auf vielfältige Arten variiert werden. Z.B. könnte

- mit mehr als einer Maus gespielt werden,
- Mäuse könnten sich bewegen,
- Mäuse könnten ihre Geschwindigkeit variieren,
- ein Teil der Mäuse könnte Tollwut haben (vergiftet sein, neue Game Over Bedingung)
- usw.

Die nachfolgende Architektur ist so gestaltet, dass solche Variationen nachträglich ergänzt werden könnten.

3 Architektur und Implementierung

Abbildung 2 zeigt die Architektur von SnakeGame im Überblick. Die Architektur folgt dem bewährten Model-View-Controller Prinzip, ist jedoch um eine REST-basierte Storage Anbindung ergänzt. Softwaretechnisch gliedert sich die Spiellogik so in mehrere Komponenten (Klassen) mit spezifischen funktionalen Verantwortlichkeiten. Eine zentrale Rolle für die Spielsteuerung hat der Controller (Klasse `SnakeGameController`). Der Controller kann

- Nutzerinteraktionen (insbesondere Betätigen von Cursortasten) sowie
- Zeitsteuerung (insbesondere einen Trigger zur Bewegung der Schlange und einen Trigger zur Bewegung der Mäuse)

erkennen und in entsprechende Modelinteraktionen umsetzen. Der Controller wird detailliert im Abschnitt 3.3 erläutert.

Der `SnakeView` kapselt den DOM-Tree und bietet entsprechende Manipulationsmethoden für den Controller an, um sich verändernde Spielzustände im Browser zur Anzeige zu bringen. Der View wird im Abschnitt 3.2 erläutert.

Konzeptionell wird SnakeGame in einem Model abgebildet. Das Model ist komplexer und gliedert sich in mehrere logische Entities, die sich aus dem Spielkonzept ableiten und im Abschnitt 3.1 erläutert werden.

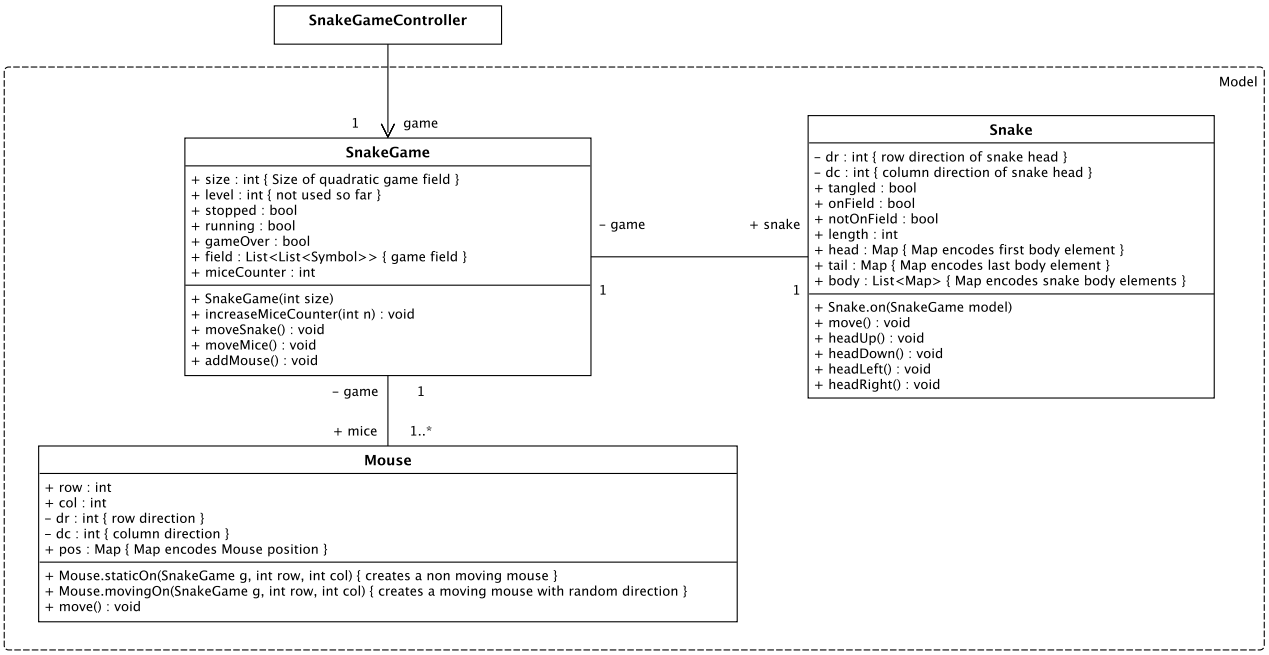


Abbildung 3: Klassendiagramm (Model und Controller)

3.1 Model

Aus dem Spielkonzept des Abschnitts wurden eine Schlange (`Snake`) und eine Maus Entity (`Mouse`) abgeleitet. Ein Spiel (`SnakeGame`) besteht dabei aus einer Schlange (`Snake`, vgl. Abschnitt 3.1.2) und mindestens einer Maus (`Mouse`, vgl. Abschnitt 3.1.3). Das Klassendiagramm des Models ist in Abb. 3 gezeigt.

Hinweis: Aufgrund der geringen Komplexität des SnakeGame (deswegen wurde es als Anschauungsgegenstand gewählt) ist das Model sehr übersichtlich. Es ist unwahrscheinlich, dass ihr Model ähnlich 'klein' ausfallen wird (es sei denn sie wählen ein Spiel geringer Komplexität und beabsichtigen nicht das **Notenspektrum** nach oben hin auszunutzen). Üblicherweise hat das Model den größten Codeumfang, was logisch ist, denn hier wird ja die Spiellogik realisiert.

3.1.1 `SnakeGame`

Der Controller interagiert dabei nur mit dem `SnakeGame` und nicht mit dahinter liegenden Entities. Auf diese Weise ist es möglich, das Spiel um weitere Entities oder Entityvarianten zu erweitern, ohne dass der Controller geändert werden müsste. Das `SnakeGame` kann dabei über folgende Attribute dem Controller Aufschluss über den aktuellen Spielzustand geben:

- `size` liefert die quadratische Spielfeldgröße in Feldern.
- `level` bezeichnet den aktuellen Level, in dem sich das Spiel zum Zeitpunkt der Abgabe befindet (dies wird bislang im SnakeGame nicht genutzt).

- Mittels `stopped` und `running` kann in Erfahrung gebracht werden, ob das Spiel gerade läuft oder gestoppt ist (mittels `stopped` wäre so z.B. eine Pause Funktionalität möglich, die bislang ebenfalls nicht genutzt wird).
- `gameOver` gibt darüber Aufschluss, ob eine der definierten Game Over Bedingungen (verknotete Schlange, Schlange nicht mehr auf Spielfeld) eingetreten ist.
- Der `miceCounter` gibt an, wieviele Mäuse die Schlange bereits gefressen hat.

Ein `SnakeGame` Objekt

- kann mittels des Konstruktors erzeugt werden. Dabei wird die Spielfeldgröße (Default 30 x 30) übergeben.
- Der Controller kann dem Model mittels `moveSnake()` und `moveMice()` mitteilen, dass die Schlange bzw. alle Mäuse sich um einen Schritt bewegen sollen.
- Mittels `addMouse()` kann eine zusätzliche Maus dem Spiel hinzugefügt werden. Normalerweise sollte dies innerhalb des Models geschehen. Denkbar sind jedoch auch für Spielerweiterungen und Varianten besondere Ereignisse, die vom Controller erkannt werden (z.B. ein "Es regnet Mäuse Event"), die in `addMouse()` Aufrufe durch den Controller umgesetzt werden könnten. Dies wird jedoch im aktuellen Implementierungsstand des SnakeGame nicht genutzt.
- Mittels der Methode `increaseMiceCounter()` kann mitgezählt werden, wieviel Mäuse die Schlange bereits gefressen hat. Sie wird von der `move()` Methode der `Snake` Klasse aufgerufen, wenn erkannt wurde, dass eine Maus gefressen wurde.

3.1.2 `Snake` Entity

Der Zustand einer Schlange (`Snake`) besteht aus einer Liste von Body Elementen (`body` der Schlange). Der erste Eintrag dieser Liste bezeichnet den Kopf (`head`), der letzte Eintrag das Ende (`tail`) der Schlange. Jedes einzelne body Element wird dabei als Map ausgedrückt. Eine Schlange ist eine Liste solcher (aufeinander folgender) Elemente:

```
1 {
2   'row' : int, // Zeile
3   'col' : int // Spalte
4 }
```

Listing 1: Codierung eines Schlangenkörperelements

Die Bewegungsrichtung des Kopfs der Schlange wird mittels der Attribute `dr` (Bewegung entlang der Zeile, row direction $dr \in \{-1, 0, 1\}$) und `dc` (Bewegung entlang der Spalte, column direction $dc \in \{-1, 0, 1\}$) ausgedrückt. Das berechnete Attribute `tangled` gibt an, ob die Schlange verknotet (Game Over Bedingung) ist. Die berechneten Attribute `(not)OnField` geben an, ob die Schlange sich noch auf dem Spielfeld befindet (weitere Game Over Bedingung).

Mittels der Methoden `headUp()`, `headDown()`, `headLeft()` und `headRight()` kann der Schlange die Bewegungsrichtung (nach oben, nach unten, nach links, nach rechts) vorgegeben werden, in die sie sich im nächsten Schritt (und allen folgenden) zu bewegen hat.

Mittels der `move()` Methode wird die Schlange veranlasst ihren nächsten Schritt zu machen. Innerhalb der `move()` Methode wird geprüft, ob sie dabei eine Maus erwischt hat und diese fressen kann.

3.1.3 `Mouse` Entity

Der Zustand einer Maus (`Mouse`) besteht aus

- der aktuellen Zeile (`row`),
- der aktuellen Spalte (`col`) auf dem sich die Maus befindet,
- Bewegung entlang der Zeile, row direction `dr` $\in \{-1, 0, 1\}$) und
- Bewegung entlang der Spalte, column direction `dc` $\in \{-1, 0, 1\}$).

Das berechnete Attribut `pos` ergibt sich aus `row` und `col`, die als Map in demselben Format zurückgegeben werden, wie auch Schlangenkörperelemente (vgl. Listing 1) codiert werden.

Ein Mausobjekt kann mittels des Konstruktors `Mouse.staticOn()` als sich nicht bewegende Maus (`dr`=**0** und `dc`=**0**) und mittels des Konstruktors `Mouse.movingOn()` als sich zufällig in eine Richtung bewegende Maus erzeugt werden.

Mittels der Methode `move()` kann einer Maus mitgeteilt werden, dass sie den nächsten Schritt machen soll. Die Methode sorgt ferner dafür, dass die Maus auf dem Spielfeld bleibt, indem sie bei Berührung des Spielfeldrands den entsprechend **dr** oder **dc** in die andere Richtung dreht.

3.2 View

Der View dient der Darstellung des Spiels für den Spieler. Er besteht im Kern aus einem HTML-Dokument (siehe Abschnitt 3.2.1) und einer clientseitigen Logik, die den DOM-Tree des HTML-Dokuments manipuliert (siehe Abschnitt 3.2.2).

3.2.1 HTML-Dokument

Der View wird im Browser initial durch folgendes HTML-Dokument erzeugt. Im Verlaufe des Spiels wird der DOM-Tree dieses HTML-Dokuments durch die Klasse `SnakeView` manipuliert (siehe Abbildung 5), um den Spielzustand darzustellen und Nutzerinteraktionen zu ermöglichen. Die Klasse `SnakeView` wird dabei durch das Script `snakeclient.dart` als clientseitige Logik geladen.

```
1  <html>
2    <head>
3      [...]
4      <title>Snake Dart</title>
5      <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css">
6      <script defer src='snakeclient.dart.js'></script>
7    </head>
8
9    <body>
10
11     <div id="overlay"></div>
12
13     <div class="container">
14       <h1 id="title">Snake Dart</h1>
15       <div id='welcome'>
16         <span id="start">Start</span>
17       </div>
18       <div id='message'>
19         <div id='gameover'></div>
```

```
20          <div id='reasons'></div>
21        </div>
22
23        <table id='snakegame'></table>
24
25        <div id='controls'>
26          <span id='points'></span>
27        </div>
28
29      [...]
30
31    </div>
32   </body>
33 </html>
```

Listing 2: HTML Basisdokument des Spiels

Dieses HTML-Dokument wird genutzt, um darin das Spiel einzublenden. Abbildung 4 zeigt dabei zwei typische Screenshots.

3.2.2 `SnakeView` als Schnittstelle zum HTML-Dokument

Folgende Elemente haben dabei eine besondere Bedeutung und können dabei über entsprechende Attribute der Klasse `SnakeView` (siehe Abb. 5) angesprochen werden.

- Das Element mit dem Identifier `#overlay` bezeichnet eine Overlay Ebene. Diese wird mittels CSS absolut positioniert und dient insbesondere dazu, dass Highscore Speicherformular des Games einzublenden (vgl. Abb. 4, linker Screenshot).
- Das Table-Element mit dem Identifier `#snakegame` dient dazu das Spielfeld einzublenden. Es wird mittels CSS so gestaltet, dass die Schlange als Hintergrund des Spielfelds dient.

Alle CSS-Gestaltungen werden in der `style.css` vorgenommen. Die Applikationslogik wird über das `snakeclient.dart.js` Script geladen.

Objekte der Klasse `SnakeView` agieren nie eigenständig, sondern werden grundsätzlich von Objekten der Klasse `SnakeGameController` genutzt (vgl. Abb. 5), um View Aktualisierungen vorzunehmen (vgl. auch Sequenzdiagramm im Abschnitt 3.3.1). Der Controller kann sich hierzu folgender Methoden und Attribute bedienen, um den DOM-Tree nicht selber manipulieren zu müssen (Separation of Concerns):

- Die `update()` Methode aktualisiert den Spielzustand im Table-Element `#snakegame`. Sie wird durch den Controller im Verlaufe der `snakeTrigger` und `miceTrigger` Verarbeitung aufgerufen (vgl. auch Abb. 6).
- Die `generateField()` Methode erzeugt eine Tabelle zur Darstellung des quadratischen Spielfeldes. Dieses wird in den DOM-Tree in das TABLE-Element mit der Id `#snakegame` eingeblendet.

3.3 Controller

Der Controller ist für die Ablaufsteuerung des Spiels zuständig. Er verarbeitet dabei gem. Abb. 2 sowohl zeitgesteuerte Events, als auch Nutzerinteraktionen. Während des Spiels hat der Spieler die Möglichkeit die Schlange (`Snake`) mittels der Cursortasten zu bewegen. Diese Steuerung ist recht naheliegend und kann wird am einfachsten durch das Listing 3 erläutert.

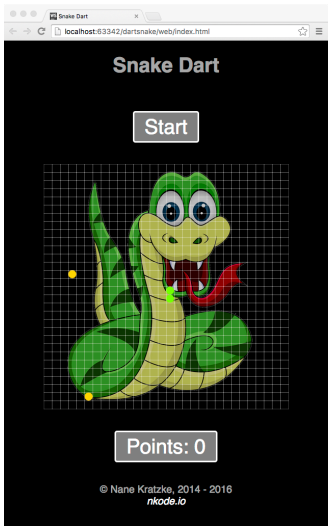


Abbildung 4: Screenshot des SnakeGames

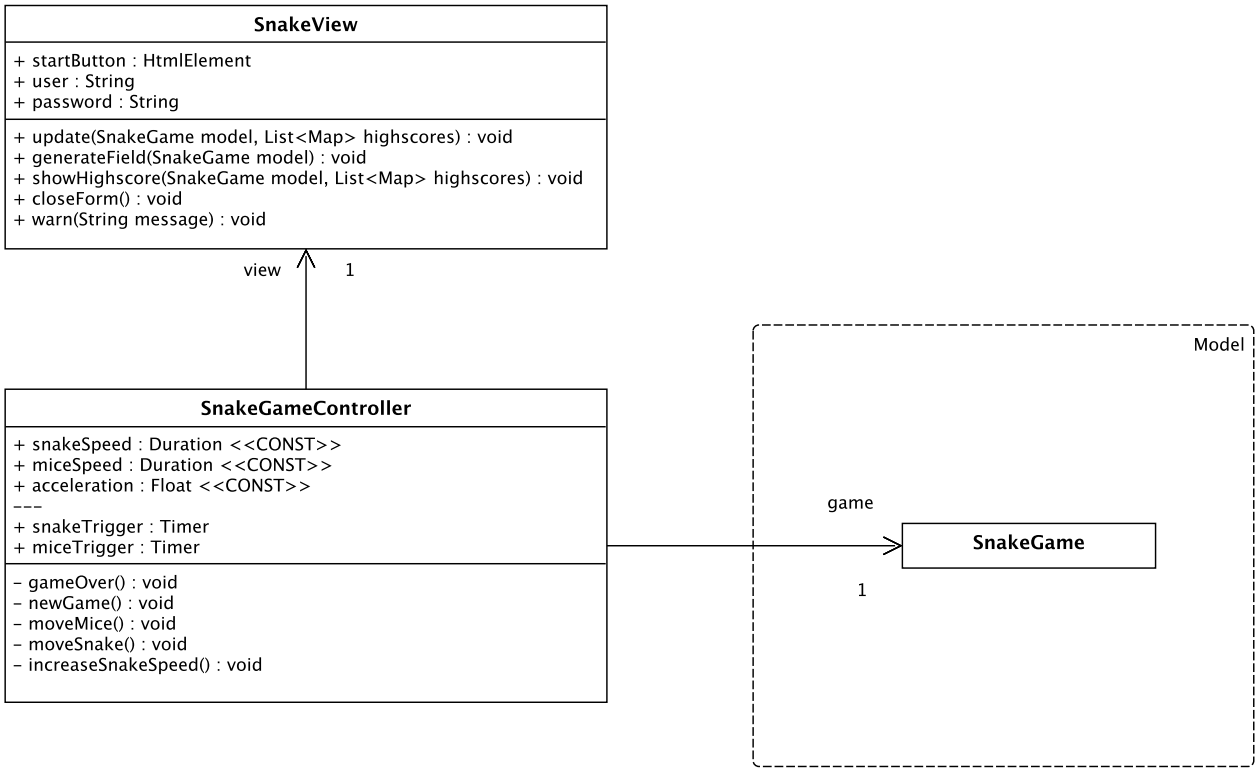


Abbildung 5: Klassendiagramm (View-Controller und Gamekey)

```
    final mice = game.miceCounter;
    game.moveSnake();
    if (game.miceCounter > mice) { _increaseSnakeSpeed(); }
    if (game.gameOver) return;
    view.update(game);
  }

  /**
   * Increases Snake speed for every eaten mouse.
```

Listing 3: Steuerung der Schlange

Dies dreht im wesentlichen nur den Kopf der Schlange in die Richtung, in die sie sich im nächsten Zug zu bewegen hat. Komplexer sind die zeitgesteuerten Abläufe, die die Dynamik des Spiels realisieren. Der grundsätzliche Prozess sich ändernder Spielzustände und deren Abbildung auf dem View, wird in Abschnitt 3.3.1 erläutert.

3.3.1 Laufendes Spiel

Durch den `snakeTrigger` und den `miceTrigger` werden periodisch die Abläufe in Abbildung 6 angestoßen. Beide Abläufe sind identisch, daher wird nur der Kontrollfluss der Schlange erläutert. Der Kontrollfluss der Mäuse (im aktuellen Zustand wird nur eine sich nicht bewegende Maus genutzt) ist (bis auf eine fehlende Beschleunigung der Mausgeschwindigkeit) analog.

Obwohl nur eine sich nicht bewegende Maus genutzt wird, wäre es ein leichtes, das bestehende Spiel, so zu erweitern, dass die Schlange mehrere Mäuse jagen könnte. Das Spiel ist grundsätzlich dafür vorbereitet. Man müsste nur den Konstruktor des `SnakeGame` wie folgt erweitern.

Hinweis: Es ist häufig nicht sonderlich schwer, ein Spiel flexibel zu gestalten, wenn man sich Anfangs ein paar Gedanken macht und nicht nur versucht ein spezifisches Problem zu lösen.

Obwohl klassisch im SnakeGame nur eine sich nicht bewegende Maus genutzt wird, wäre es ein leichtes, das bestehende Spiel so zu erweitern, dass die Schlange mehrere Mäuse jagen könnte. Das Spiel ist grundsätzlich dafür vorbereitet. Man müsste nur den Konstruktor der Klasse `SnakeGame` wie folgt erweitern.

```
SnakeGame(this._size) {
  start();
  _snake = new Snake.on(this);
  addMouse();
  // addMouse(); // Um mit zwei Maeusen zu spielen
  // addMouse(); // Um mit drei Maeusen zu spielen, ...
  stop();
}
```

Listing 4: Konstruktor der Klasse `SnakeGame`

Die SnakeGame Implementierung sieht sogar sich bewegende Mäuse vor. Das ist der Grund warum es einen `miceTrigger` gibt, der bei sich nicht bewegenden Mäusen eigentlich nicht erforderlich wäre. Sie können SnakeGame mit sich bewegenden Mäusen spielen, wenn sie die `addMouse()` Methode der Klasse `SnakeGame` wie folgt abändern.

```
void addMouse() {
  if (stopped) return;
  Random r = new Random();
```

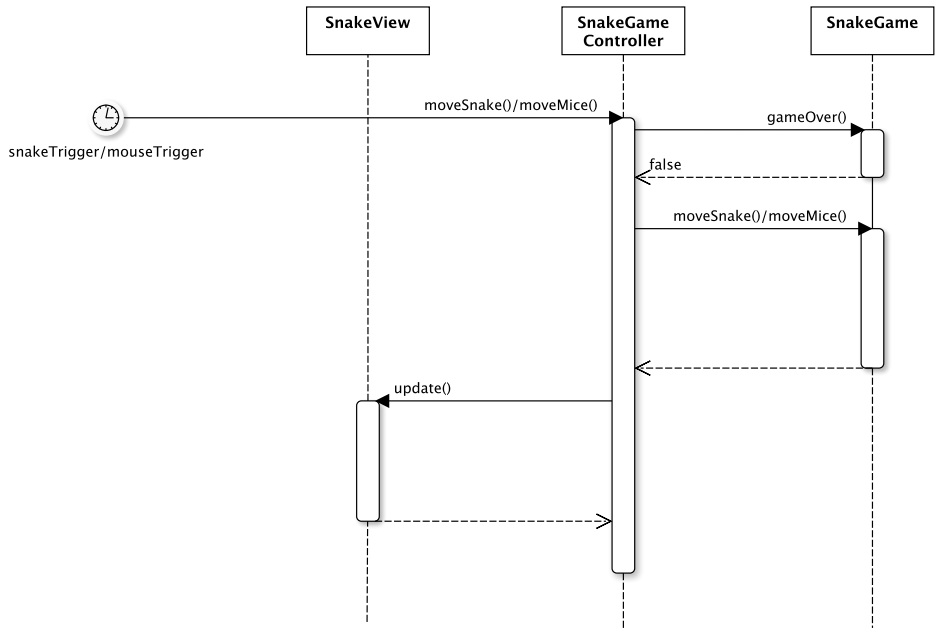


Abbildung 6: Sequenzdiagram (laufendes Spiel)

```
4     final row = r.nextInt(_size);
5     final col = r.nextInt(_size);
6     //_mice.add(new Mouse.staticOn(this, row, col));
7     _mice.add(new Mouse.movingOn(this, row, col));
8   }
```

Listing 5: Hinzufügen von Mäusen mittels der Methode `addMouse()` der Klasse `SnakeGame`

Auch wenn das SnakeGame in der vorliegenden Implementierung kein Level-System vorsieht, sollte ersichtlich sein, dass man auf Basis dieser beiden Variationsmöglichkeiten die Schwierigkeit des Spiels zusätzlich zur steigenden Geschwindigkeit der Schlange in unterschiedlichen Leveln variieren könnte.

Der `snakeTrigger` und `miceTrigger` feuern periodisch und der `SnakeGameController` ruft mit jedem Trigger Event die `moveSnake()` bzw. die `moveMice()` Methode auf, wie in Abb. 6 gezeigt. Als erstes wird geprüft, ob das Spiel einen Game Over Zustand erreicht hat. Solange das Spiel noch läuft, ruft der Controller je nach Trigger die `moveSnake()` oder die `moveMice()` Methode des Model (`SnakeGame`) auf (die es wiederum an die `move()` Methoden der Klassen `Snake` bzw. `Mouse` delegieren, nicht in Abb. 6 dargestellt).

Auf diese Weise wird das Model in seinen nächsten Zustand überführt. Anschließend benachrichtigt der Controller den `SnakeView` über das Eintreten eines neuen Model Zustands und veranlasst so die Aktualisierung der Oberfläche mittels der `update()` Methode des Views.

Im Verlaufe des zeitgesteuerten Modelltriggerings (`moveSnake()` bzw. `moveMice()`) wird irgendwann der Game Over Zustand des Models mittels der `gameOver()` Methode festgestellt. In diesem Fall wird die Game Over Behandlung durch den `SnakeGameController` vorgenommen.

Hierzu veranlasst der `SnakeGameController` das `SnakeGame` mittels der Methode `stop()` in den `stopped` Status zu wechseln. Anschließend wird der `SnakeView` für ein letztes `update()` benachrichtigt.

4 Level- und Parametrisierungskonzept

> **Hinweis:** SnakeDart sieht kein Levelkonzept (bis auf eine triviale Beschleunigung der Schlange) und nur ein rudimentäres Parameterisierungskonzept vor. Sie sollten für ihr Spiel jedoch beides in deutlich umfangreicherer Form vorsehen. Ihnen dient dieses Kapitel daher primär als Platzhalter beides zu beschreiben.

4.1 Levelkonzept

Da SnakeGame nur als Anschauungsgegenstand dient, wurde auf die Implementierung eines Levelkonzepts verzichtet.

> **Hinweis:** Sie sollten an dieser Stelle beschreiben, wie ihre Level definiert werden und nach welchen Kriterien sie steigende Schwierigkeitsgrade definieren. Gehen Sie dabei insbesondere auf die Art und Weise ein, mittels welcher Datenformate sie unterschiedliche Level konfigurieren. Vergessen Sie kein einprägsames Beispiel, um ihre Leveldefinition exemplarisch zu erläutern.

> **Hinweis:** Ihre Angaben müssen so detailliert sein, dass jemand, der nicht aus ihrem Team stammt, in der Lage ist, einen weiteren Level für das Spiel zu ergänzen und/oder bestehende Level abzuändern.

4.2 Parameterisierungskonzept

Da SnakeGame nur als Anschauungsgegenstand dient, wurde auf die Implementierung eines aufwändigen Parametrisierungskonzepts verzichtet. Werden Spiele aber komplexer, bietet es sich an Spieleparameter in externen Definitionsformaten (und nicht hardcodiert im Quelltext, auch nicht als Konstanten) zu definieren.

```
{
  "snakeSpeed": 750,
  "miceSpeed": 250,
  "acceleration": 0.05
}
```

Listing 6: Spielparameter des `SnakeGames` (`parameter.json`)

Sie können solche Dateien als normale Webresourcen nachladen.

```
  void _loadParameter() async {
    final client = new BrowserClient();
    var response = await client.get("parameter.json");
    var parameters = jsonDecode(response.body);
    snakeSpeed = Duration(milliseconds: parameters['snakeSpeed'] as int);
    miceSpeed = Duration(milliseconds: parameters['miceSpeed'] as int);
    acceleration = parameters['acceleration'] as double;
  }
```

Listing 7: Laden von Ressourcen

Hinweis: Es sollte ein Leichtes sein, diesen Ansatz für weitere spielrelevante Parameter zu erweitern. Sie ermöglichen sich damit nebenbei einfachere Anpassungsmöglichkeiten während der finalen Feintuningphase ihres Spiels.

Im `SnakeGameController` (`lib/src/control.dart`) werden diese Festlegungen eingelesen.

- `snakeSpeed` gibt die Zeitspanne in Millisekunden an, die zwischen zwei Schlangenbewegungen liegen soll (je größer, je langsamer ist die Schlange)
- `acceleration` gibt die Reduktion der snakeSpeed an, wenn die Schlange eine Maus gefressen hat. 0.01 bedeutet dass die Schlangenbewegung mit jeder gefressenen Maus 1% schneller wird. Je größer dieser Wert wird, desto spürbarer ist die Beschleunigung mit jeder gefressenen Maus (desto schwieriger wird das Spiel).
- `miceSpeed` gibt die Zeitspanne in Millisekunden an, die zwischen zwei Mausbewegungen liegen soll (je größer, je langsamer ist die Maus, desto einfacher sind Mäuse für die Schlange zu fressen).

5 Nachweis der Anforderungen

Nachfolgend wird erläutert wie die jeweilig im Semester defininierten funktionalen Anforderungen, die Dokumentationsanforderungen und die technischen Randbedingungen erfüllt bzw. eingehalten werden. Dies kann – wie nachfolgend geschehen – argumentativ erfolgen, und muss nicht durch eine Testfall-getriebene Nachweisführung erfolgen. Abschließend wird angegeben, wer im Team welche Verantwortlichkeiten hatte.

Hinweis: Aufgrund der Kürze der Zeit, sollen sie in diesem Projekt nur argumentativ und über ihr Spiel nachweisen, dass sie die einzelnen Anforderungen abgedeckt haben.

Hinweis: Verweisen Sie – falls möglich und sinnvoll – bitte bei ihrer Argumentation auf konkrete Assets (Klassen, Scripte, Kapitel der Dokumentation, Konfigurationsdateien, etc.) die ihre These der Erfüllung von Anforderungen stützen. **Behaupten Sie keine Erfüllung, die sie selber nicht sehen. Sie sind hier zu wahrheitsgemäßen und nachvollziehbaren Angaben verpflichtet! Ihre Argumente gehen in die Notenfindung ein.**

5.1 Nachweis der funktionalen Anforderungen

Hinweis: Nachfolgend erfolgt der Nachweis der Einhaltung funktionaler Anforderungen. Grundsätzlich gilt: Nur teilweise oder nicht Erfüllung von Anforderungen bringt **Notenabzüge** mit sich. Pro Anforderung sind Erläuterungen anzugeben, warum eine Anforderung als erfüllt, teilweise erfüllt oder nicht erfüllt betrachtet wird. **Nicht erläuterte Angaben, werden wie nicht erfüllt gewertet.**

Id	Kurztitel	Erfüllt	Teilw. erfüllt	Nicht erfüllt	Erläuterung
AF-1	Einplayer Game	x			SnakeGame ist ein Einpersonen Spiel, wie aus dem in Abschnitt **??** dargestellten Spielkonzepts hervorgeht.
AF-2	2D Game	x			SnakeGame wird auf einem 2D-Raster gespielt, wie aus dem in Abschnitt **??** dargestellten Spielkonzepts hervorgeht.
AF-3	Levelkonzept			x	Da SnakeGame nur als Anschauungsgegenstand dient, wurde auf die Implementierung eines Levelkonzepts verzichtet.
AF-4	Parametrisierungskonzept		x		Da SnakeGame nur als Anschauungsgegenstand dient, wurde auf die Implementierung eines ausgereiften Parametrisierungskonzept verzichtet. Die Gamekey Anbindung wurden jedoch mittels einer Parameterdatei realisiert (siehe Abschnitt 4.2). Weitere Werte zur Verhaltensbeeinflussung, wurden jedoch als Konstanten in der Klasse SnakeGameController realisiert, so dass diese an zentraler Stelle – jedoch nur mit Änderung des Quellcodes — geändert werden können.
AF-6	Desktop Browser	x			Das Spiel ist in Desktop Browsern spielbar. Es wurde in Chrome, Safari und Firefox erfolgreich zur Ausführung gebracht, gespielt und jeweils ein Highscore gespeichert.
AF-7	Mobile Browser			x	Da SnakeGame nur als Anschauungsgegenstand dient, wurde auf die SmartPhone Unterstützung von Mobilebrowsern verzichtet.

Tabelle 1: Nachweis der funktionalen Anforderungen

5.2 Nachweis der Dokumentationsanforderungen

Hinweis: Nachfolgend erfolgt der Nachweis der Einhaltung der Dokumentationsanforderungen. Grundsätzlich gilt: Nur teilweise oder nicht Erfüllung von Anforderungen bringt Punktabzüge mit sich. Pro Anforderung sind Erläuterungen anzugeben, warum eine Anforderung als erfüllt, teilweise erfüllt oder nicht erfüllt betrachtet wird. **Nicht erläuterte Angaben, werden wie nicht erfüllt gewertet.**

Id	Kurztitel	Erfüllt	Teilw. erfüllt	Nicht erfüllt	Erläuterung
D-1	Dokumentations-vorlage	x			Vorliegende Dokumentation dient als Vorlage für Spieldokumentationen.
D-2	Projektdokumentation	x			Vorliegende Dokumentation erläutert die übergeordneten Prinzipien und verweist an geeigneten Stellen auf die Quelltextdokumentation.
D-3	Quelltext-dokumentation	x			Es wurden alle Methoden und Datenfelder, Konstanten durch Inline-Kommentare erläutert.
D-4	Libraries	x			Alle genutzten Libraries werden in der `pubspec.yaml` der Implementierung aufgeführt. Da nur die zugelassenen Pakete genutzt wurden, sind darüber hinaus keine weiteren Erläuterungen, warum welche Pakete genutzt wurden, erforderlich.

Tabelle 2: Nachweis der Dokumentationsanforderungen

Hinweis: Achten sie bitte darauf, dass sie beim Nachweis der erlaubten/verbotenen Pakete ggf. zwei Projekte berücksichtigen. Einmal ihr Spiel und einmal die Referenzimplementierung des Gamekey Storage Service. Sie müssen den Nachweis also ggf. für beide Projekte erbringen.

5.3 Nachweis der Einhaltung technischer Randbedingungen

Hinweis: Nachfolgend erfolgt der Nachweis der Einhaltung der vorgegebenen technischen Randbedingungen. Grundsätzlich gilt: Nur teilweise oder nicht Erfüllung von Anforderungen bringt Punktabzüge mit sich. Pro Anforderung sind Erläuterungen anzugeben, warum eine Anforderung als erfüllt, teilweise erfüllt oder nicht erfüllt betrachtet wird. **Nicht erläuterte Angaben, werden wie nicht erfüllt gewertet.**

Hinweis: Achten sie bitte darauf, dass sie beim Nachweis der erlaubten/verbotenen Pakete ggf. zwei Projekte berücksichtigen. Einmal ihr Spiel und einmal die Referenzimplementierung des Storage Service. Sie müssen den Nachweis also ggf. für beide Projekte erbringen.

Hinweis: Achten sie bitte bei der Storage Lösung darauf, dass Sie objektive Nachweise erbringen müssen, dass ihre Lösung alle Referenztests bestanden hat und das ihr Spiel sowohl mit der Referenzlösung als auch ihrer Dart Implementierung des Gamekey Service funktionieren muss!

Id	Kurztitel	Erfüllt	Teilw. erfüllt	Nicht erfüllt	Erläuterung
TF-1	No Canvas	×			Die Darstellung des Spielfeldes sollte ausschließlich mittels DOM-Tree Techniken erfolgen. Die Nutzung von Canvas-basierten Darstellungstechniken ist **explizit** untersagt. Die Klasse **SnakeView** nutzt keinerlei Canvas basierten DOM-Elemente.
TF-2	Levelformat			×	Da SnakeGame nur als Anschauungsgegenstand dient, wurde auf die Implementierung eines Levelkonzepts verzichtet.
TF-3	Parameterformat		×		Da SnakeGame nur als Anschauungsgegenstand dient, wurde auf die Implementierung eines ausgereiften Parametrisierungskonzept verzichtet. Die Gamekey Anbindung wurden jedoch mittels einer Parameterdatei realisiert (siehe Abschnitt 4.2). Weitere Werte zur Verhaltensbeeinflussung, wurden jedoch als Konstanten in der Klasse SnakeGameController realisiert, so dass diese an zentraler Stelle – jedoch nur mit Änderung des Quellcodes — geändert werden können.
TF-4	HTML + CSS	×			Der View des Spiels beruht ausschließlich auf HTML und CSS (vgl. web/index.html).
TF-5	Gamelogic in Dart	×			Die Logik des Spiels ist mittels der Programmiersprache Dart realisiert worden.
TF-9	Browser Support	×			Das Spiel muss im Browser Chromium/Dartium (native Dart Engine) funktionieren. Das Spiel muss ferner in allen anderen Browserrn (JavaScript Engines) ebenfalls in der JavaScript kompilierten Form funktionieren (geprüft wird ggf. mit Safari, Chrome und Firefox).
TF-10	MVC Architektur	×			Das Spiel folgt durch Ableitung mehrerer Modell-Klassen (vgl. lib/src/model.dart), einer View Klasse (vgl. lib/src/view.dart) und dem zentralen Controller (vgl. lib/src/controller.dart) einer MVC-Architektur. Der GameKey Service (vgl. lib/src/gamekey.dart) wird ebenfalls diesem Prinzip unterworfen und wird nur vom Controller getriggert, genauso wie das Modell und der View. Der View greift zudem auf das Model nur lesend und nicht manipulierend zu.
TF-11	Erlaubte Pakete	×			Es sind nur dart:* packages, sowie das Webframework start genutzt worden. Siehe `pubspec.yaml` der Implementierung.
TF-12	Verbotene Pakete	×			Es sind keine Pakete, außer den erlaubten genutzt worden. Siehe `pubspec.yaml` der Implementierung.
TF-13	No Sound	×			Das Spiel hat keine Soundeffekte.

Tabelle 3: Nachweis der technischen Randbedingungen

5.4 Verantwortlichkeiten im Projekt

Hinweis: Sie müssen dokumentieren, welche Person für welche Projekt Ergebnisse verantwortlich war. Am besten machen Sie dies, indem sie relevante Assets identifizieren. Mittels einer Matrix lässt sich dann einfach dokumentieren, wer von Ihnen welche Assets verantwortlich und unterstützend erstellt hat. Dies kann bspw. wie nachfolgend gezeigt geschehen. **Diese Angaben werden im Rahmen der individuellen Notenfindung herangezogen.**

Komponente	Detail	Asset	Nane Kratzke	Heinzel Mann	Heinzel Frau	Anmerkungen
Model	Snake Game	`lib/src/model.dart`	V			beinhaltelt Inline Dokumentation
	Schlange	`lib/src/model.dart`	V		U	beinhaltelt Inline Dokumentation
	Maus	`lib/src/model.dart`	V	U		beinhaltelt Inline Dokumentation
View	HTML-Dokument	`index.html`	V			
	Gestaltung	`style.css`	V		U	
		`img/*`	V		U	
	Viewlogik	`lib/src/view.dart`	V	U		beinhaltelt Inline Dokumentation
Controller	Eventhandling	`lib/src/controller.dart`	V		U	beinhaltelt Inline Dokumentation
	Parametrisierung	`gamekey.json`	V		U	
	Level	-				nicht umgesetzt
Documentation	SnakeGame Report	`doc/*.*`	V			Lyx/Latex Report

V = verantwortlich (hauptdurchführend, kann nur einmal pro Zeile vergeben werden)
U = unterstützend (Übernahme von Teilaufgaben)

Tabelle 4: Projektverantwortlichkeiten

Hinweis: Bei der Dokumentation bietet es sich an, diese ggf. nochmals in Kapitel aufzuteilen, um sie besser Einzelpersonen zuordnen zu können.

Hinweis: Wenn Sie eine Aufgabenzuordnung wählen, die im wesentlichen besagt, dass alle alles gemacht haben, zeigt das eigentlich nur, dass recht planlos vorgegangen wurde. Achten Sie darauf, dass die Verantwortlichkeiten und Unterstützungen gleichmäßig und fair im Projekt verteilt werden. Grundsätzlich bekommen alle im Team dieselbe Note, wenn sich jedoch Verantwortlichkeiten bei einer Person häufen, ist klar, dass diese die Hauptlast im Projekt getragen hat. Wenn Personen nur unterstützend tätig waren, ist klar, dass diese durch das Team mit durchgezogen wurden. **Solche Fälle haben natürlich Auswirkungen auf die Note!** Im oben stehenden Fall ist recht deutlich, dass die Hauptlast wohl nicht Heinzel Mann und Heinzel Frau getragen haben.