

# Funktionale und objektorientierte Programmierkonzepte

## Übungsblatt 13



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Prof. Karsten Weihe

Wintersemester 22/23

Themen:

Relevante Foliensätze:

Abgabe der Hausübung:

v1.0-SNAPSHOT

JavaFX, MVC

<1>

01.01.2022 bis 23:50 Uhr

### Hausübung 13

#### *Space Invaders*

**Gesamt: 48 Punkte**

Beachten Sie die Seite *Verbindliche Anforderungen für alle Abgaben* in unserem Moodle-Kurs.

Verstöße gegen verbindliche Anforderungen führen zu Punktabzügen und können die korrekte Bewertung Ihrer Abgabe beeinflussen. Sofern vorhanden, müssen die in der Vorlage mit TODO markierten crash-Aufrufe entfernt werden. Andernfalls wird die jeweilige Aufgabe nicht bewertet.

Die für diese Hausübung in der Vorlage relevanten Verzeichnisse sind `src/main/java/h13` und `src/test/java/h13`.

#### Verbindliche Anforderungen für die gesamte Hausübung:

- In der Datei `src/main/java/h13/controller/GameConstants.java` sind alle Konstanten des Spiels gespeichert. Ihre Implementierung muss auch dann funktionieren, wenn die Werte der Konstanten verändert werden.

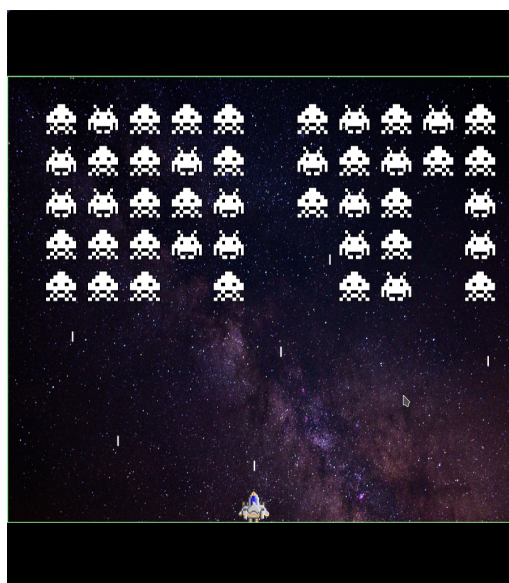


Abbildung 1: Beispielhafte Spielsituation von Space Invaders

---

## Einleitung

---

In dieser Hausübung werden Sie eine vereinfachte Version des Arcade-Klassikers *Space Invaders* entwickeln.

---

## Don't Panic

---

Da eine vollständige Implementierung des Spieles den Umfang einer Hausübung deutlich übersteigt (jedenfalls wenn man es *ordentlich* machen will!), werden schon große Teile der Implementierung vorgegeben und das Spielprinzip leicht vereinfacht.

Auch wenn diese Hausübung auf den ersten Blick sehr komplex erscheinen mag, weil es viele verschiedene Klassen gibt, die miteinander interagieren, ist es nicht nötig, sich in allen Details zu verlieren. Es reicht, wenn Sie die einzelnen Klassen und ihre Aufgaben grob verstehen und die vorgegebenen Methoden implementieren können.

---

## Spielprinzip (nicht 100% Originalgetreu)

---

Der Spieler steuert eine Kanone, die er am unteren Bildschirmrand nach links und rechts fahren kann.

Jede Runde beginnt mit mehreren Reihen regelmäßig angeordneter Aliens, die sich ständig horizontal und dabei nach und nach abwärts bewegen und den Spieler mit Geschossen angreifen.

Der Spieler selbst hat einen unbegrenzten Munitionsvorrat, kann aber erst dann ein neues Geschoss abfeuern, wenn das vorige vom Bildschirm verschwunden ist. (das gilt auch für die Geschosse der Aliens)

Wenn es einem der Aliens gelingt, den unteren Bildschirmrand zu erreichen und neben der Kanone zu landen, ist das Spiel vorbei. (im Original verliert der Spieler nur ein Leben pro Alien, dass den unteren Bildschirmrand erreicht)

---

## Struktur

---

Zunächst sollten sie sich etwas mit der Struktur der Vorlage vertraut machen. Das Prinzip MVC (Model View Controller) kennen Sie bereits aus den Folien.

Auf diese Hausübung bezogen haben Model, View und Controller die folgende Aufgaben:

- Model: Die Spielobjekte, die vom Controller verwaltet werden.
- View: Die grafische Darstellung der Spielobjekte.
- Controller: Die Spiellogik, die die Spielobjekte verwaltet.

**H1: Modellierung der Sprites (Model)****22 Punkte****Hinweis** (Für die gesamte H1):

Die Maße des GameBoards betragen **immer** genau `GameConstants.ORIGINAL_GAME_BOUNDS`. Sie müssen keinerlei „Zoomfaktor“ o.ä. beachten, darum kümmern sich die Klassen `GameBoard` und `GameScene` aus H2. Implementieren Sie also alle Methoden so, dass sie mit diesen Maßen funktionieren.

**H1.1: Klasse Sprite****6 Punkte**

Die Klasse `Sprite` bildet die Grundlage für alle Objekte im Spiel. Sie enthält die Position, die Größe und die Geschwindigkeit des Objekts. Außerdem enthält sie die Methoden zum Bewegen des Objekts. Die Klasse `Sprite` ist abstrakt, da sie nicht instanziiert werden soll. Sie wird nur von ihren Unterklassen verwendet. Implementieren sie die folgenden Methoden:

**Methode LoadTexture**

Die Methode `loadTexture` soll die Textur aus dem Pfad `path` laden und in der Variable `texture` speichern, falls der aktuelle Wert von `ApplicationSettings.loadTexturesProperty` `true` ist. Falls nicht wird die Methode `loadTexture` nichts tun. Falls ein Fehler beim Laden der Textur auftritt, soll dieser gefangen werden, aber sein Stacktrace soll in `System.err` ausgegeben werden, da es während dem Spielen ungünstig wäre, wenn das Spiel abstürzt, nur weil eine Textur nicht geladen werden konnte.

**Methode damage**

Die Methode `damage` verringert das Leben um die gegebene Menge.

**Methode die**

Die Methode `die` setzt das Leben der `Sprite` auf 0.

**Methode isDead**

liefert dann `true` zurück, wenn das `Sprite` keine Leben mehr besitzt, sonst `false`.

**Methode Clamp** Die Methode `clamp` der Klasse `Utils` soll die gegebene Position so begrenzen, dass die `Sprite` noch vollständig auf das `GameBoard` passt. Dazu wird für außerhalb liegende Positionen die am nächsten gelegene Position innerhalb des `GameBoards` zurückgegeben. Für eine innen liegende Position soll die gegebene Position unverändert zurückgegeben werden. Also würde z.B. der Punkt (4000, 4000) für eine `Sprite` mit Höhe 10 und Breite 10 auf (245, 213) abgebildet werden, wenn das `GameBoard` die Breite 256 und die Höhe 224 hat. Hier eine Skizze (mit anderen Werten):

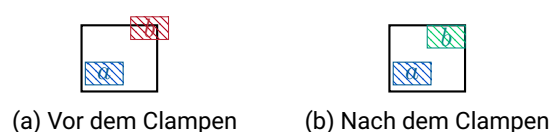


Abbildung 2: Beispiele für das Clampen

### Methode update

Implementieren sie die aus Interface `Updatable` geerbte Methode `update` so, dass die `Sprite` sich an die nächste Position bewegt. Dabei gilt für die neue Position  $p'$  wie folgt:

$$p' = p + \vec{dir} \cdot v \cdot \Delta t$$

Hierbei ist  $p$  die aktuelle Position,  $\vec{dir}$  der aktuelle Richtungsvektor,  $v$  die aktuelle Geschwindigkeit und  $\Delta t$  die Zeit seit dem letzten Aufruf von `update` in Sekunden.

#### Verbindliche Anforderung:

Die `Sprite` muss sich zu jedem Zeitpunkt vollständig innerhalb des `GameBoards` befinden. Benutzen Sie dafür die Methode `clamp`.

### H1.2: Klasse Bullet

3 Punkte

**Definition – Hitboxen** Eine `HitBox` ist der Bereich einer `Sprite`, bei dem eine Kollision festgestellt werden kann. In unserem Fall ist die `HitBox` ein Rechteck, basierend auf Position, Breite und Höhe der `Sprite`. (Theoretisch könnte man zwar dafür sorgen, dass die `HitBox` genau so groß ist, wie die nicht-transparenten Pixel, allerdings ist das deutlich aufwendiger...)

### Methode hit

Methode `hit` soll überprüfen, ob eine Kollision der `Bullet` mit einem gegebenen `BattleShip` stattfindet.

Dabei gelten die folgenden Regeln:

- `Bullets` können keine anderen `Bullets` treffen.
- `Bullets` können nur `BattleShips` treffen, die ihrem Besitzer feindlich gesinnt sind.
- Eine Kollision findet statt, wenn sich die `Hitboxen` der `Bullet` und des `BattleShips` überschneiden.

#### Hinweise:

- Ob zwei `BattleShips` feindlich gesinnt sind, können Sie mit der Methode `isEnemy` von `BattleShip` ermitteln.
- Um mehrfachkollisionen zu vermeiden, müssen Sie die bisherigen Treffer zwischenspeichern.
- Die `Hitbox` einer `Sprite` kann man mit der Methode `getBounds` von `Sprite` ermitteln.

**Methode update**

Überschreiben sie die geerbte `update`-Methode so, dass sie zusätzlich zur Bewegung des Super-Aufrufs überprüft, ob sich die `Bullet` gerade aus dem `GameBoard` heraus bewegen würde (ohne clamping). Falls ja, soll die Methode die aufgerufen werden.

**Hinweis:**

Je nach Implementierung müssen Sie möglicherweise die `update`-Methode in `Sprite` anpassen.

**H1.3: Klasse BattleShip****3 Punkte****Methode shoot**

Methode `shoot` soll eine neue `Bullet` zentriert auf dem `BattleShip` erzeugen. Die erzeugte `Bullet` soll in die übergebene Richtung fliegen. Außerdem wird die `Bullet` per `setBullet` dem `BattleShip` zugewiesen und in die `toAdd`-Liste des `GameState` eingefügt. Wenn das `BattleShip` bereits eine `Bullet` besitzt, soll die Methode nichts tun.

**Anmerkung:**

Wenn die `Bullet` nicht in die `toAdd`-Liste, sondern direkt dem `GameState` hinzugefügt werden würde, könnte es zu einer `ConcurrentModificationException` kommen. (Race Condition)

**Methode isFriend**

Methode `isFriend` soll überprüfen, ob ein `BattleShip` einem anderen `BattleShip` freundlich gesinnt ist. Dabei gelten die folgenden Regeln:

- `BattleShips` sind gegenüber sich selbst freundlich gesinnt.
- Ein `BattleShip`  $b_1$  ist gegenüber einem anderen `BattleShip`  $b_2$  freundlich gesinnt, wenn  $b_2$  eine Instanz von  $b_1$  ist.

**H1.4: Klasse Enemy****2 Punkte****Methode update**

Überschreiben sie die geerbte `update`-Methode so, dass sie zusätzlich zur Bewegung des Super-Aufrufs zufällig die Methode `shoot` aufruft. Dabei gelten die folgenden Regeln:

- Der erste Schuss darf erst nach 2 Sekunden erfolgen.
- Zwischen zwei Schüssen muss eine Pause von 2 Sekunden liegen.
- Wenn ein Schuss möglich ist, beträgt die Wahrscheinlichkeit bei jedem Aufruf der Methode `update` genau `ENEMY_SHOOTING_PROBABILITY` (siehe `GameConstants`).

---

H1.5: Klasse Player

---

1 Punkt

**Methode update**

Überschreiben sie die geerbte update-Methode so, dass sie zusätzlich zur Bewegung des Super-Aufrufs die Methode shoot aufruft, falls isKeep `true` ist.

---

H1.6: Klasse EnemyMovement

---

7 Punkte

Die Klasse EnemyMovement modelliert die Bewegung der Gegner. Die Gegner bewegen sich immer gemeinsam als eine Gruppe. Dabei bewegen sich die Gegner Schlangenlinienförmig, erst nach rechts, dann nach unten, dann nach links und dann nach unten und dann wieder nach rechts usw. Hier ist ein Beispiel für eine solche Bewegung:

Bild  
ein-  
fü-  
gen**Methode getEnemyBounds**

Methode getEnemyBounds soll eine BoundingBox zurückgeben, die die Grenzen aller Enemys auf dem Spielfeld beschreibt. Dabei soll die BoundingBox so klein wie möglich sein, ohne Enemys zu verdecken.

**Methode bottomWasReached**

Methode bottomWasReached soll überprüfen, ob ein Enemy den unteren Rand des Spielfeldes erreicht hat.

**Methode nextMovement**

Die Methode nextMovement soll die Bewegungsrichtung des Enemys aktualisieren und die Bewegungsgeschwindigkeit um 0.3 erhöhen. Außerdem soll sie bei einer vertikalen Bewegung das yTarget um VERTICAL\_ENEMY\_MOVE\_DISTANCE erhöht werden.

**Methode targetReached**

Methode targetReached soll überprüfen, ob das Ziel einer Bewegung erreicht wurde.

**Methode updatePositions**

Methode updatePositions soll die Positionen aller Enemys auf dem Spielfeld aktualisieren. Dabei soll die Position um die gegebene Verschiebung verändert werden.

**Methode update**

Methode update soll (sofern der untere Bildschirmrand noch nicht erreicht wurde) den nächsten Bewegungsschritt durchführen. Dafür wird zunächst geprüft, ob die aktuelle Bewegung ihr Ziel erreicht hat. Falls ja soll die Bewegungsrichtung mit der Methode nextMovement geändert werden. Falls nicht soll die Position aller Gegner mit der Methode nextMovement aktualisiert werden. Dabei gilt für die neue Position  $p'$  jedes Gegners:

$$p' = p + \vec{dir} \cdot v \cdot \Delta t$$

Hierbei ist  $p$  die aktuelle Position,  $\vec{dir}$  der aktuelle Richtungsvektor,  $v$  die aktuelle Geschwindigkeit und  $\Delta t$  die Zeit seit dem letzten Aufruf von `update` in Sekunden.

## H2: Game Scene und Rendering (View)

11 Punkte

In dieser Aufgabe werden Sie alle Vorbereitungen treffen, um das Spiel in der `GameScene` darstellen zu können. Das wird Ihnen in den darauffolgenden Aufgaben ermöglichen, Änderungen an der Spiellogik direkt im Spiel zu testen.

### Verbindliche Anforderungen (Für die gesamte H1):

- Jede Zeichenmethode, die die Einstellungen des übergebenen `GraphicsContext` verändert (Linienstärke, Zeichenfarbe, Schriftart, Transformation, ...) stellt die Originaleinstellungen von vor dem Methodenaufruf nach Abschluss ihrer eigentlichen Funktionalität wieder her.

### H2.1: GameScene

4 Punkte

Implementieren Sie die Methode `initGameboard` in `GameScene` so, dass stets die Folgenden Bedingungen eingehalten werden (auch wenn sich die Fenstergröße ändert):

- das `gameBoard` füllt die ganze `GameScene` maximal, wobei das Seitenverhältnis beibehalten wird und kein Pixel außerhalb der `GameScene` liegt.
- das `gameBoard` ist horizontal und vertikal zentriert in der `GameScene`

Korrekte (a-c) und fehlerhafte (d) Beispiele:

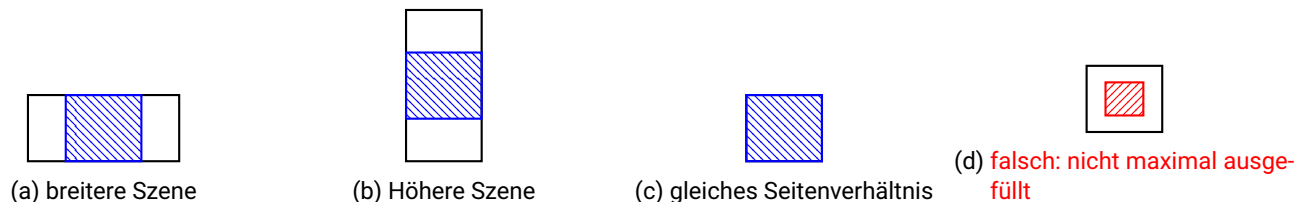


Abbildung 3: Skalierung+Zentrierung mit festem Seitenverhältnis. Das äußere Rechteck stellt die Größe der Szene dar, das gestrichelte Rechteck die berechnete Größe des Boards.

### Hinweise:

- Sie können die in der Vorlesung vorgestellten Bindings verwenden.
- die Klassen `GameScene` und `GameBoard` haben die Methoden `widthProperty()` und `heightProperty()`

**H2.2: Sprite Renderer****2 Punkte**

Implementieren sie die statische Methode `renderSprite` der Klasse `SpriteRenderer`. Die Methode soll eine gegebene `Sprite` in dem gegebenen `GraphicsContext` zeichnen. Dabei müssen die Position und Größe der gegebenen `Sprite` beachtet werden. Zum Zeichnen betrachten Sie die folgenden Fälle:

- Falls die gegebene `Sprite` eine Textur besitzt, soll diese mittels der Methode `drawImage` des gegebenen `GraphicsContext` gezeichnet werden.
- Falls nicht, soll ein Rechteck in der entsprechenden Farbe und Fläche der `Sprite` mittels der Methode `setFill` des gegebenen `GraphicsContext` gefüllt werden.

**H2.3: GameBoard****5 Punkte**

In der Klasse `GameBoard` ist bereits die Methode `update` implementiert, welche einen `GraphicsContext` erzeugt, der entsprechend der Größe des `GameBoard` skaliert ist und die einzelnen `draw`-Methoden in der korrekten Reihenfolge aufruft. Sie können also davon ausgehen, dass der übergebene `GraphicsContext` immer die Größe des Originalspielfeldes hat (also `GameConstants.ORIGINAL_GAME_BOUNDS`) und das komplette `GameBoard` repräsentiert.

Hier eine Skizze dessen, was das `Gameboard` alles Zeichnen muss:

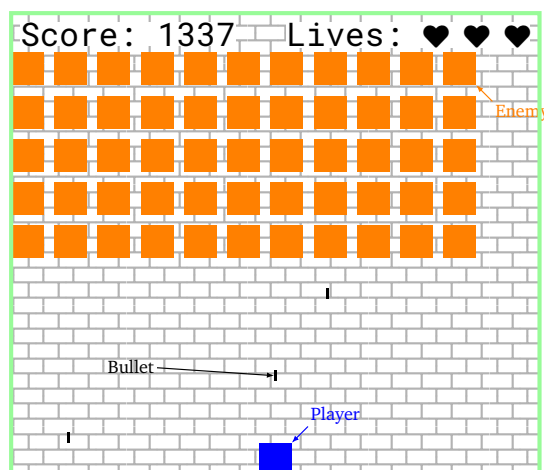


Abbildung 4: Skizze des `GameBoard`

Implementieren Sie nun die folgenden `draw`-Methoden:

**drawBackground** (1 Punkt)

Zeichnet den Hintergrund des `GameBoard` in der entsprechenden Farbe. Falls das `backgroundImage` gesetzt ist, soll dieses mittels der Methode `drawImage` des gegebenen `GraphicsContext` gezeichnet werden. Falls nicht, soll das komplette `GameBoard` mit der Methode `clearRect` des gegebenen `GraphicsContext` zurückgesetzt werden.



**drawSprites** (1 Punkt)

Zeichnet alle Sprites des GameController in der folgenden Reihenfolge (also von hinten nach vorne) mittels der Methode `renderSprite` der Klasse `SpriteRenderer`:

1. Bullets
2. Enemys
3. den Player
4. Alle anderen Sprites, die nicht Bullets, Enemys oder der Player sind.

**Hinweis:**

Mit der Methode `getSprites` kriegen Sie eine Liste aller Sprites des GameController.

**drawHUD** (2 Punkte)

**Definition – Heads Up Display (HUD)** Ein Heads Up Display (HUD) ist ein grafisches Element, das Informationen über den Spielverlauf anzeigt. In unserem Fall soll das HUD die Anzahl der Leben des Spielers und die erreichte Punktzahl anzeigen.

Zeichnen Sie die folgenden Texte auf den `GraphicsContext` mit der Methode `fillText`:

- Die Punktzahl in der oberen linken Ecke in dem Format: **"Score: <punktzahl>"**
- Die Leben sollen oben rechts in der Ecke angezeigt werden, in dem Format: **"Lives: <lebensanzahl>"**

Hierbei soll nach dem Doppelpunkt also genau **ein** Leerzeichen stehen, und der mit `<>` markierte Text durch seinen Wert ersetzt werden (ohne `<>`). Also z.B. **"Lives: 3"** oder **"Score: 1337"**. Außerdem verwenden Sie die Schriftart `GameConstants.HUD_FONT` und halten jeweils `GameConstants.HUD_PADDING` Abstand von der entsprechenden Ecke des `GameBoards`.

**Hinweis:**

Sie können die Klasse `Text` nutzen, um die Maße des Textes festzustellen.

**drawBorder** (1 Punkt)

Die Methode `drawBorder` soll einen Rahmen um das komplette `GameBoard` mittels der Methode `strokeRect` in der in den `GameConstants` vorgegebenen Breite und Farbe.

---

**H3: Spiellogik (Controller)****9 Punkte**

---

**H3.1: GameController****5 Punkte**

---

**Methode doCollisions**

Methode `doCollisions` soll die Kollisionen zwischen den `Bullets` und den `BattleShips` behandeln. Dazu muss die Liste `sprites` aus `GameState` durchlaufen werden. Für jede `Bullet` soll durch die Methode `CanHit` aus `Bullet` mit jedem `BattleShip` geprüft werden, ob eine Kollision stattgefunden hat. Falls ja, soll sowohl die `Bullet` als auch der `BattleShip` 1 Schaden erleiden. Sie dürfen davon ausgehen, dass sich niemals zwei Gegner überlappen werden.

**Methode updatePoints**

Methode `updatePoints` soll die Punktezahl des `Players` aktualisieren. Dabei sollen alle getroffenen Gegner der übergebenen Liste `damaged` durchlaufen werden. Für jeden besiegten Gegner soll die Punktezahl des `Players` um den Wert des Attributs `pointsWorth` dieses Gegners erhöht werden.

**Methode handleKeyboardInputs**

Methode `handleKeyboardInputs` soll die Tastenkombinationen für die Steuerung der `GameScene` verarbeiten. Dabei soll die Klasse `GameInputHandler` verwendet werden.

Wenn die Taste `ESCAPE` gedrückt wird, soll das Spiel pausiert werden, und der Spieler gefragt werden, ob er aufgeben möchte. Falls er aufgeben möchte, soll die Methode `lose` aufgerufen werden. Ansonsten soll das Spiel fortgesetzt werden.

Wenn die Taste `F11` gedrückt wird, soll der Vollbildmodus umgeschaltet werden.

**Methode lose**

Methode `lose` soll dem Spieler anzeigen, dass er verloren hat, und eine Möglichkeit geben, unter Eingabe eines Spielernamens die Punkte in die Highscoreliste `highscores` aus `ApplicationSettings` einzutragen. Falls der Spieler keinen Namen eingibt, soll der Name `Anonymous` verwendet werden.

Anschließend wird dem Spieler angeboten, das Spiel neu zu starten. Falls er dies möchte, soll die Methode `reset` aufgerufen werden. Ansonsten soll das Spiel beendet werden und der Spieler zum Hauptmenü zurückkehren.

---

**H3.2: PlayerController****2 Punkte**

---

**Methode playerKeyAction**

Methode `playerKeyAction` soll die Tastenkombinationen für die Steuerung des `Players` verarbeiten. Dabei soll die Klasse `GameInputHandler` verwendet werden.

Ein Spieler kann sich nur horizontal bewegen und Schießen. Dafür muss er die folgenden Tasten drücken:

- `A` oder `LEFT`: Der Spieler bewegt sich nach links.

- D oder RIGHT: Der Spieler bewegt sich nach rechts.
- Keine der beiden Tasten, oder sowohl A als auch D oder LEFT und RIGHT: Der Spieler bewegt sich nicht.
- SPACE: Das Attribut keepShooting des Players wird auf `true` gesetzt, solange die Taste gedrückt wird.

---

**H3.3: EnemyController****2 Punkte****Methode isDefeated**

Methode `isDefeated` soll genau dann `true` zurückgeben, wenn keine Lebenden Gegner mehr vorhanden sind.

---

**H4: Einstellungsmenü****6 Punkte**

Implementieren Sie die folgende Methode in `SettingsScene`:

**Methode init**

Methode `init` soll die `SettingsScene` initialisieren und alle benötigten Elemente dem `TabPane contentRoot` hinzufügen. Überlegen Sie sich, welche Elemente Sie benötigen und wie Sie diese hinzufügen können. Sorgen Sie außerdem im `SettingsController` dafür, dass alle Änderungen in der `SettingsScene` auch in `ApplicationSettings` übernommen werden, und umgekehrt (hierfür können Sie `bindBidirectional` verwenden). Pro korrekt einstellbarem Wert gibt es einen Punkt. Die folgenden Werte sollen einstellbar sein:

- `ApplicationSettings.instantShootingProperty()`: Sofortiges Schießen des Players (Checkbox)
- `ApplicationSettings.enemyShootingDelayProperty()`: Minimales Schussintervall der Gegner (Slider)
- `ApplicationSettings.enemyShootingProbabilityProperty()`: Schusswahrscheinlichkeit der Gegner (Slider)
- `ApplicationSettings.fullscreenProperty()`: Spiel im Vollbildmodus starten (Checkbox)
- `ApplicationSettings.loadTexturesProperty()`: Texturen der Sprites laden (Checkbox)
- `ApplicationSettings.loadBackgroundProperty()`: Hintergrund laden (Checkbox)

Sie sind hierbei in der Gestaltung der `SettingsScene` bis auf diese Anforderungen frei.