



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

Fakultät für Mathematik und Informatik  
Institut für Informatik

**Studienarbeit**

# **OpenGL Game: Achtung, die Kurve!**

**Simon Al Nomer**  
**Hernán Felipe Valdés González**

Bachelor Angewandte Informatik

Matrikel: 64 082  
63 952

19. Oktober 2020

Betreuer/1. Korrektor:  
M.Sc. Jonas Treumer

2. Korrektor:  
M.Sc. Ben Lorenz

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht. Diese Versicherung bezieht sich auch auf die bildlichen Darstellungen.

19. Oktober 2020

Simon Al Nomer  
Hernán Felipe Valdés González

## Zusammenfassung

Implementierung des Spieles "Achtung, die Kurve" in C++ mit OpenGL für die Lehrveranstaltung "Multimedia".

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>1. Einführung</b>	<b>5</b>
1.1. Spielmechanik . . . . .	5
<b>2. Softwaredokumentation</b>	<b>6</b>
2.1. user_data_t . . . . .	6
2.2. player_info . . . . .	6
2.3. Game . . . . .	6
2.4. GameState . . . . .	7
2.5. Model und Mesh . . . . .	8
2.6. Display . . . . .	8
<b>3. Zeichnungen</b>	<b>9</b>
3.1. Player . . . . .	9
3.2. Linien . . . . .	10
<b>4. Bewegung</b>	<b>13</b>
<b>5. Kollisionen</b>	<b>13</b>
<b>6. Benutzerhandbuch</b>	<b>14</b>
6.1. Installation . . . . .	14
6.2. Spielanweisungen . . . . .	14
<b>A. Screenshots</b>	<b>15</b>

## Abbildungsverzeichnis

1. 2 Versionen, die als Basis für das Spiel genommen wurden. . . . .	5
2. UML Diagramm von der Klasse Game . . . . .	7
3. Darstellung unseren Zustandsautomat . . . . .	7
4. Anpassungen bei der Änderung in der Größe des Fensters . . . . .	9
5. Screenshots von dem Beispiel beim Resizing . . . . .	9
6. Darstellung der Erstellung eines Kreises . . . . .	10
7. Flow-Diagramm von der Linien-Erzeugung Algorithmus . . . . .	11
8. Erzeugung eines Linien-Segmenten . . . . .	12
9. Fälle für die Kollisionen . . . . .	13
10. Der Player überprüft seinen Abstand mit allen Punkten in den Linien . . . .	14

11.	Menü Szene. . . . .	15
12.	Bestätigung der Anwesenheit von Spieler. . . . .	16
13.	Ein Spiel pausiert. . . . .	16

**Tabellenverzeichnis**

1.	Steuerungstasten von dem Spieler . . . . .	15
----	--	----

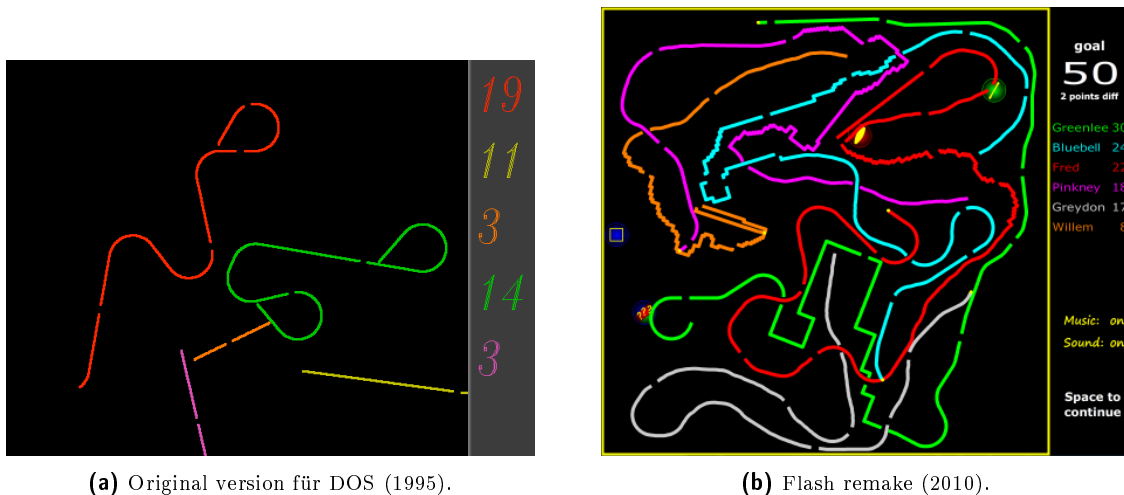
## 1. Einführung

Achtung, Die Kurve ist ein Multiplayer-Spiel, welches im Jahr 1995 von Filip Oščádal und Kamil Doležal in DOS entwickelt wurde. Im Jahr 2010 wurde eine neue Version des Spiels unter dem Namen “Achtung, die Kurve! Flash Remake” veröffentlicht. Diese Version ist mit Adobe Flash von Geert van den Burg entwickelt worden und kann online gespielt werden.

Nachdem das Spiel großen Zuspruch fand, beschloss van den Burg, sich mit Robin Brouns zusammenzuschließen und eine Fortsetzung zu entwickeln, welche 2011 unter den Namen Curve Fever (Originaltitel “Achtung, die Kurve! 2”) veröffentlicht wurde und online gespielt werden kann.

In den folgenden Jahren wurden dem Spiel immer weiter neue Features hinzugefügt wie zum Beispiel verschiedene Boni, die Möglichkeit, in einem Team zu spielen, oder das Bestehen einer Rangliste.

2015 sammelte van den Burg ein Team um sich, um eine neue Version des Spiels in HTML5 zu implementieren, welche im September 2016 auf dem Markt kam.



**Abb. 1:** 2 Versionen, die als Basis für das Spiel genommen wurden.

Die Implementierung unseres Spiels basiert auf die Version von 1995 in Kombination mit dem Stil der Flash Version.

### 1.1. Spielmechanik

Das Spiel können bis zu 6 Spieler zusammen an einem Bildschirm und mit einer Tastatur spielen. Jeder Spieler besitzt zwei vorbestimmten Tasten, die rechts und links symbolisieren. Um das Spiel zu starten, müssen mindestens 2 Spieler spielen. Das Ziel des Spiels ist es, dass ein Spieler solange wie möglich am Leben bleibt.

Jeder Spieler wird durch einen Kreis dargestellt, der mit jeder Bewegung einen Pfad mit der Farbe des Spielers hinterlässt. Der Spieler kann sich nur nach rechts oder links drehen und damit die Richtung seiner Bewegung ändern. Wenn der Spieler nicht reagiert, bewegt er sich weiter in die alte Richtung.

Ein Spieler verliert, wenn er gegen seine eigene Linie, die Linie anderen Spieler oder den Rand stößt. Das Spiel ist zu Ende, wenn nur noch ein Spieler am Leben ist.

## 2. Softwaredokumentation

Unseres Projekt hat den Code als Basis, der zusammen während der Vorlesung erstellt wurde. Dieser Code wurde in C++ migriert. Die Entscheidung, das Spiel in C++ statt C zu programmieren, lag insbesondere wegen der Standardbibliothek von C++ und deren implementierten Daten Strukturen sowie die Eigenschaft mit Klassen zu programmieren.

Für die Softwarearchitektur wurde das State Pattern implementiert, um einen endlichen Automaten zu simulieren und die Änderungen der Zuständen sind in der Klasse *Game* durchgeführt.

Das Spiel wurde im Sinne von Szenen programmiert. Die Klasse *Game* verhältet sich als eine Szene sowie als eine Szene-Manager. Die anderen 2 Szenen sind *Menu* und *GameOver*.

In dem Spiel wird zwischen User und Player differenziert. Das Spiel besitzt nur ein User, der die kontrolle über den Computer besitzt und mehrere Players, welche die Kreise kontrollieren.

### 2.1. user\_data\_t

Die Daten von dem laufenden Spiel, sowie die Anzahl an Spieler und ihren Punkten werden in einem Struct gespeichert, der dann in GLFW zur Verfügung gestellt wird. Dieser Struct heißt *user\_data\_t*.

```
1 typedef struct {
2     int window_width;
3     int window_height;
4     GameState game_state;
5     std::vector<player_info_t>* player_info;
6 } user_data_t;
```

### 2.2. player\_info

Alle die Players werden am Anfang des Programmes in main.cpp addiert und dann im Menü werden als aktiv gesetzt.

```
1 typedef struct {
2     bool is_active;
3     int id;
4     std::string name;
5     std::string menu_text;
6     Control control;
7     std::array<GLubyte, 3> color;
8     glm::vec3 menu_color;
9     int score;
10 } player_info_t;
```

### 2.3. Game

Die zentrale Klasse unseres Projektes ist *Game*. In dieser Klasse werden die Zustände von unseren Automat geändert und unterschiedliche Klassen initialisiert und geteilt. In der Abb. 2 steht die Klassen, die dann im *Game* initialisiert werden. Ein Beispiel ist die Klasse *Font*, die von der Erzeugung und Zeichnung von Text verantwortlich ist, wird nur einmal in *Game* initialisiert.

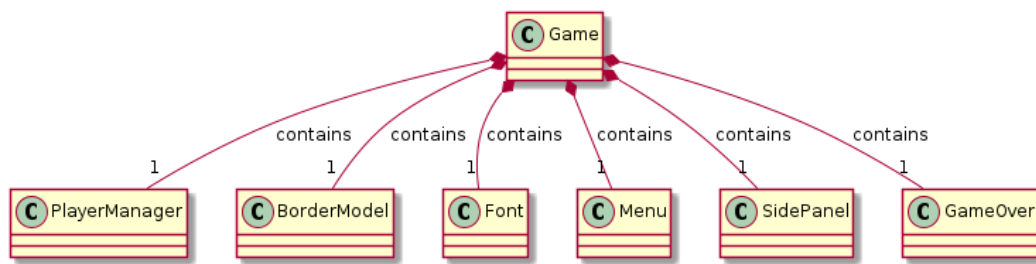


Abb. 2: UML Diagramm von der Klasse Game

## 2.4. GameState

In der Abb. 3 wird der Automat des Spieles dargestellt. Der Startzustand unseres Automaten ist **GAME\_MENU**.

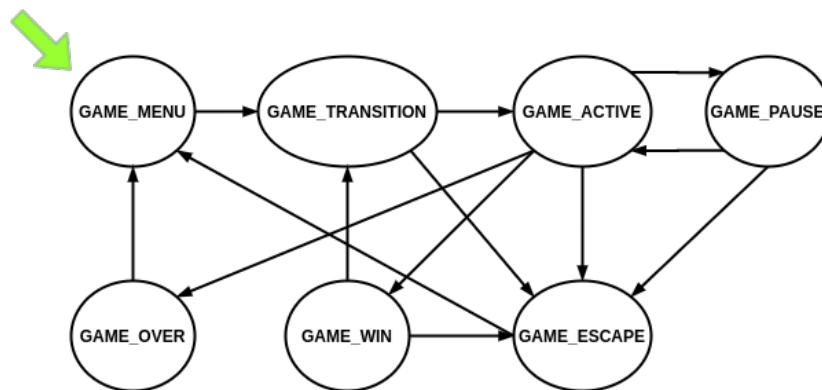


Abb. 3: Darstellung unseren Zustandsautomat

**GAME\_MENU** Es wird das Menü für den Auswahl von Spieler gezeigt. Man kann nur zu den nächsten Zustand gehen, **GAME\_TRANSITION**, in dem man mindestens 2 Spieler ihre Anwesenheit bestätigen und dann die SPACE-Taste gedrückt wird.

**GAME\_TRANSITION** Das Spiel ist bereit zu starten. Alle Spieler sind in ihren Plätze und ihren Position wird mit einem gefarbtten Kreis gezeichnet. Um das Spiel zu starten muss die Leertaste gedrückt werden und der neuer Zustand wird **GAME\_ACTIVE** sein. Um zurück ins Menü zu gehen, muss die ESCAPE-Taste gedrückt werden und der neuer Zustand wird **GAME\_ESCAPE**.

**GAME\_ACTIVE** Das Spiel läuft und die Spieler dürfen anderen schließen und in die Irre führen. Man kann in jedem Moment die SPACE-Taste drücken, um das Spiel zu pausieren, und der neuer Zustand wird **GAME\_PAUSE**. Man kann auch mit der ESCAPE-Taste das Spiel abbrechen und zurück ins Menü gehen, dann der neuer Zustand wird **GAME\_ESCAPE**. Wenn nur ein Spieler übrig auf dem Feld ist, der Zustand wird automatisch zu **GAME\_WIN** oder **GAME\_OVER** gehen, abhängig ob die maximale Punktzahl erreicht wurde oder nicht.

**GAME\_PAUSE** Das Spiel ist pausiert. Man kann zurück zu **GAME\_ACTIVE** mit der SPACE-Taste gehen oder zu **GAME\_ESCAPE** mit der ESCAPE-Taste.

**GAME\_ESCAPE** Zwischenzustand um die Daten wieder ins Default bringen. Es wird direkt zu `GAME_MENU` gehen.

**GAME\_WIN** Zwischenzustand um den Gewinner der Runde zu zeigen (mit einem blinken Namen). Nach ein paar Frames wird direkt zu `GAME_TRANSITION` gehen und eine neue Runde zu starten.

**GAME\_OVER** Es wird eine Liste mit der gesamten Punktzahl gezeigt. Wenn man den SPACE-Taste druck, geht man zu `GAME_MENU` und startet alles von vorne.

## 2.5. Model und Mesh

Die Klassen *Model* und *Mesh* sind zwei abstrakte Klassen, welche als Basis Klasse angewandt werden.

**Mesh** Ein *Mesh* enthält die Punkte, die gezeichnet werden, das Vertex Array Object (VAO) und das Vertex Buffer Object (VBO). Die Klassen *BorderMesh*, *PlayerMesh* und *LineMesh* erben von *Mesh*, welche die Funktion "draw" deklarieren müssen, um die Punkte zu zeichnen.

**Model** Ein *Model* enthält ein *Mesh* und die ID von dem *Shader*, das angewandt wird. Ein *Model* interagiert mit *Game* und in dieser Klasse werden die Positionen und Transformation informiert werden, durch die Funktion "update".

## 2.6. Display

Die Klasse *Display* initialisiert und besitzt ein Instanz von `GLFWwindow`. Ein Pointer von dem Fenster wird dann mit der Klasse *Game* mitgeteilt. *Display* wird dann am Ende des Programms auch das Fenster schließen (beenden).

Das Fenster hat ein ursprünglichen Ratio von 1:1 mit der Größe 700x700 pixels. Das Fenster wird sein Aspect Ratio behalten, in dem immer die kleinste Wert zwischen Höhe und Breite nimmt und dann positioniert sich in der Mitte von der gegende Position. z.B: Wenn die Höhe größer als die Breite ist, zentriert das Fenster sich in der Mitte von der Höhe mit der Größe von der Breite, der Rest wird ein mit einem schwarzen Padding gefüllt.



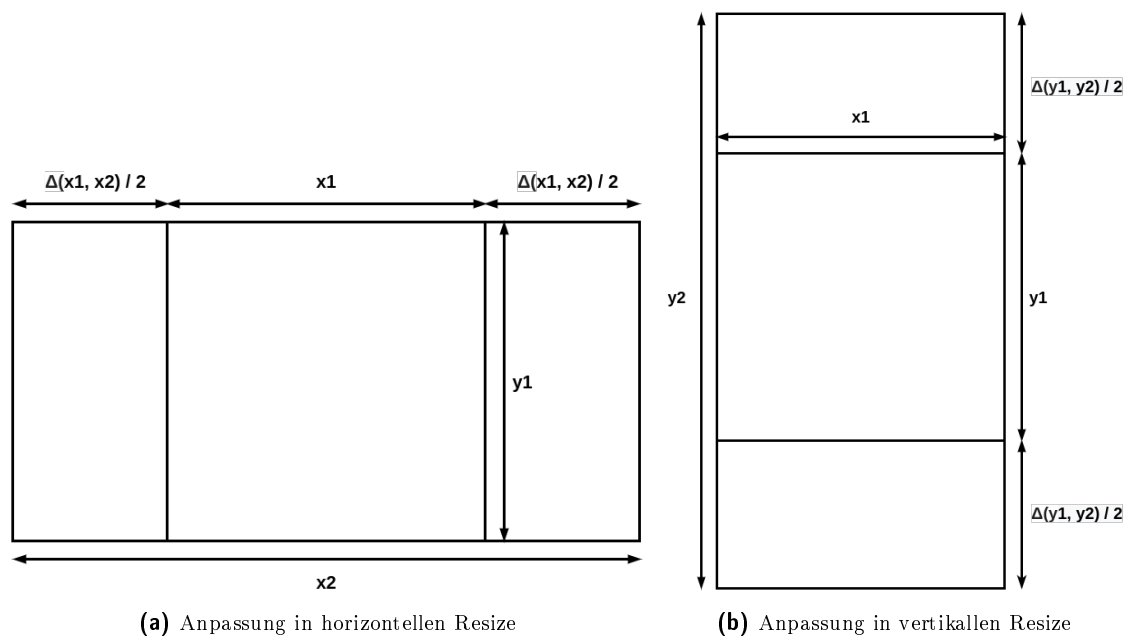


Abb. 4: Anpassungen bei der Änderung in der Größe des Fensters

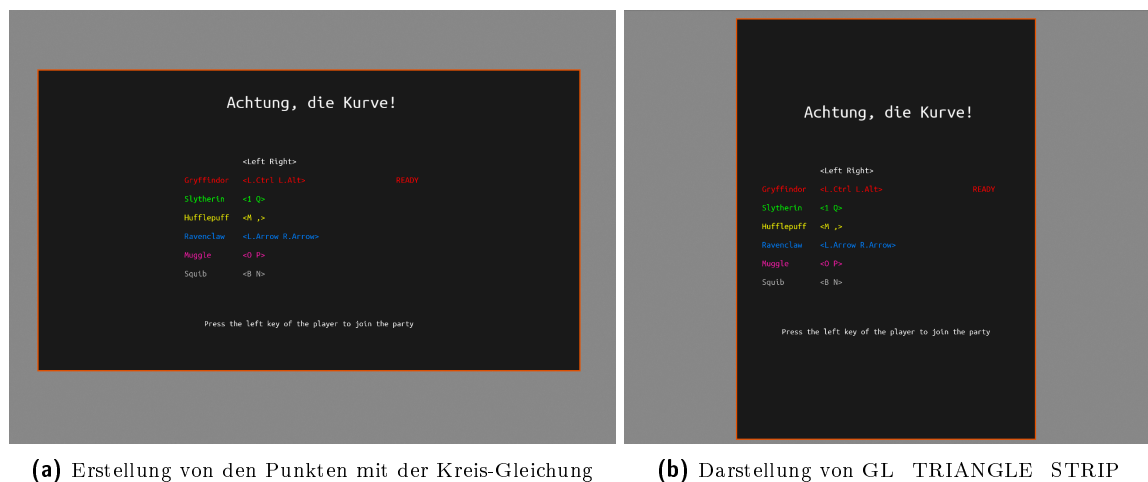


Abb. 5: Screenshots von dem Beispiel beim Resizing

## 3. Zeichnungen

### 3.1. Player

Jeder Spieler wird mit einem Kreis dargestellt. Die Kreise werden erstellt, in dem ausgewählte Punkte aus dem Kreis gesammelt werden und sie mit dem OpenGL Flag GL\_TRIANGLE\_STRIP zeichnet. Eine Darstellung von dem Prozess wird in der Abb. 6 gezeigt.

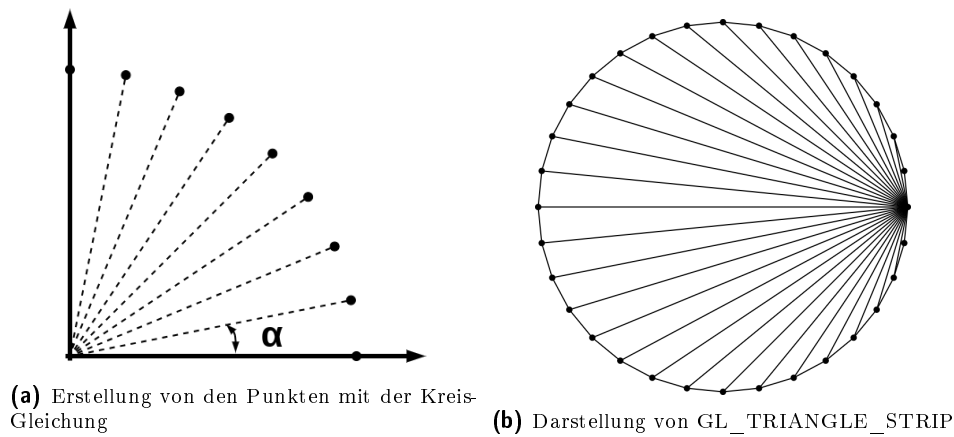


Abb. 6: Darstellung der Erstellung eines Kreises

### 3.2. Linien

Für die Zeichnung von dicken Linien wurde ein Algorithmus entwickelt, der in der Abb. 7 dargestellt wird.

Um den Winkel zwischen zwei Vektoren zu rechnen wurde die folgende trigonometrische Eigenschaft angewandt:

$$\cos(\theta) = \frac{\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2}{\|\vec{v}_1\| \|\vec{v}_2\|} \quad (1)$$

Für die Richtung der Drehung in der Linie wurde die z-Komponente der Kreuzprodukt zwischen  $\vec{v}_1$  und  $\vec{v}_2$  analysiert.

$$\vec{v}_3 = \vec{v}_1 \times \vec{v}_2 \quad (2)$$

Es gibt 3 Fälle:

1.  $\vec{v}_{3z} > 0$ : Die Linie dreht sich nach Links
2.  $\vec{v}_{3z} < 0$ : Die Linie dreht sich nach Rechts
3.  $\vec{v}_{3z} = 0$ : Die Linie geht gerade

Wenn die neue Punkte  $L$  und  $R$  gerechnet wurden, können in den LineMesh hinzugefügt werden. In der Abb. 8 wird eine graphische Darstellung des Algorithmus.

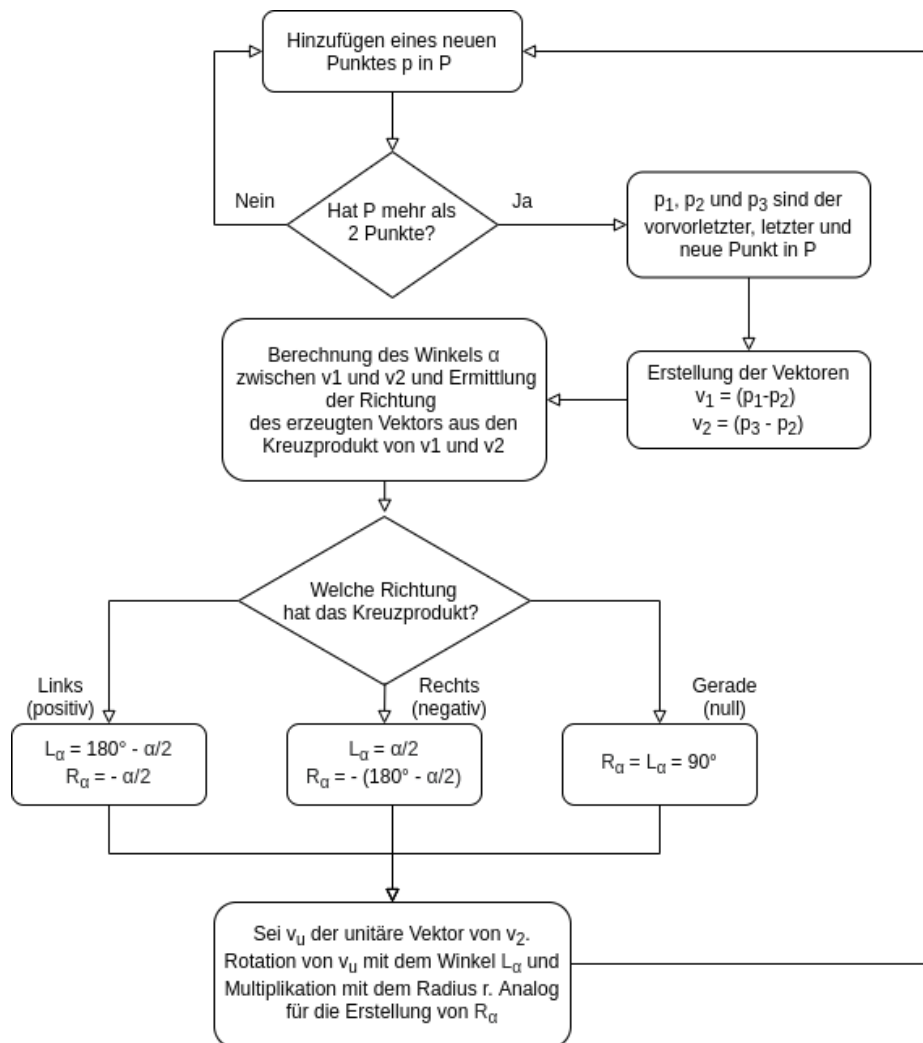


Abb. 7: Flow-Diagramm von der Linien-Erzeugung Algorithmus

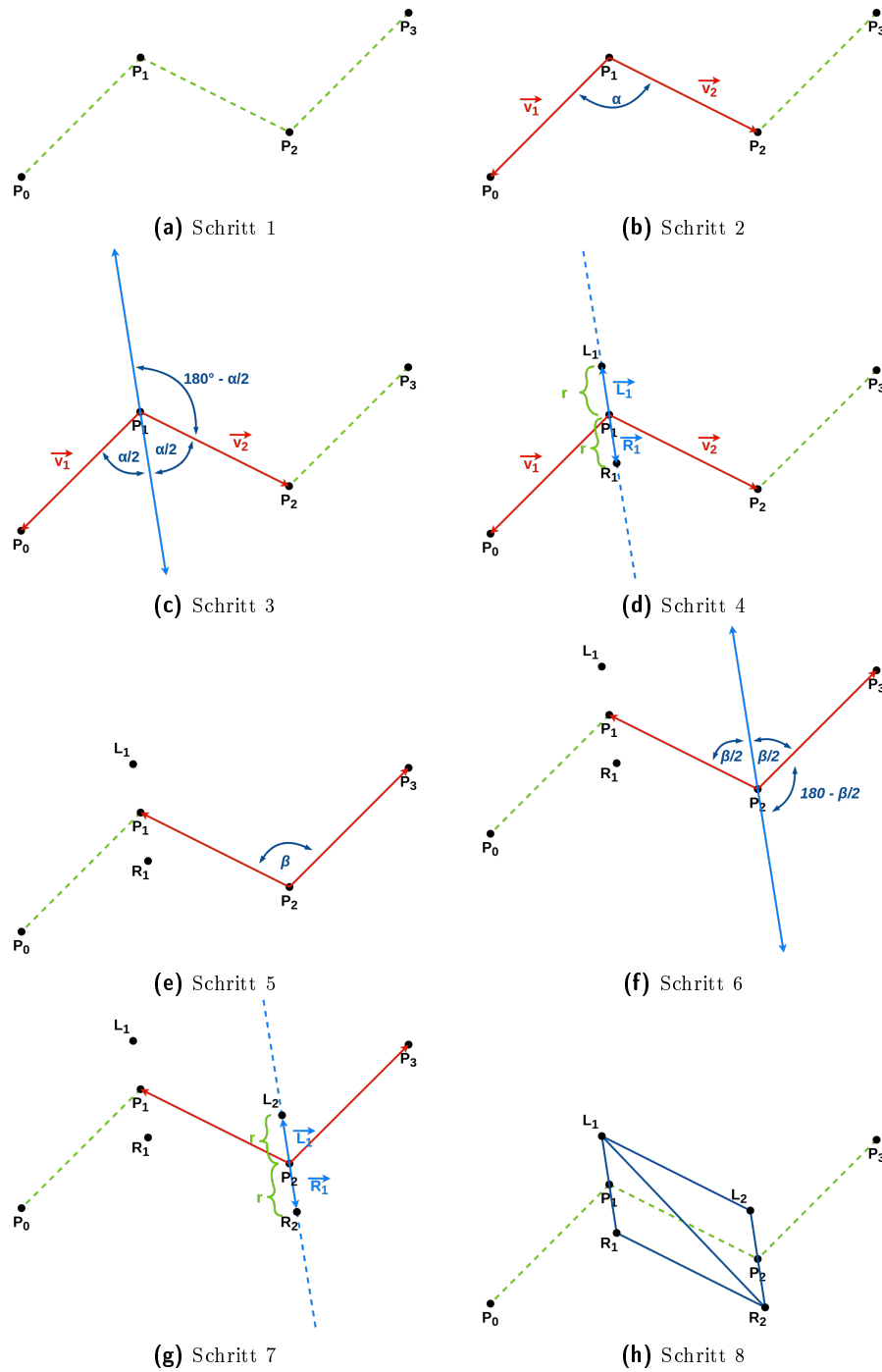


Abb. 8: Erzeugung eines Linien-Segmenten

## 4. Bewegung

Alle die *PlayerModels* starten mit einem gleichen Geschwindigkeitsvektor  $v$ .

$$v = \begin{bmatrix} 0.09 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Wenn ein Player initialisiert ist, wird einen randomisierten Winkel  $\theta$  erzeugt. Dann wird der Vektor  $v$  in  $z$  rotiert, um einen neuen Vektor zu erzeugen.

$$\begin{bmatrix} v'_x \\ v'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix} \quad (4)$$

In jedem Frame gibt es 3 Fälle für alle die aktive Players:

**Der Player drückt keine Steuerungstaste** Der Geschwindigkeitsvektor  $v$  bleibt gleich und der Player bewegt sich in die gleiche Richtung.

**Der Player drückt die linke/rechte Taste** Der Geschwindigkeitsvektor  $v$  wird wie in der Gleichung 4 rotiert.

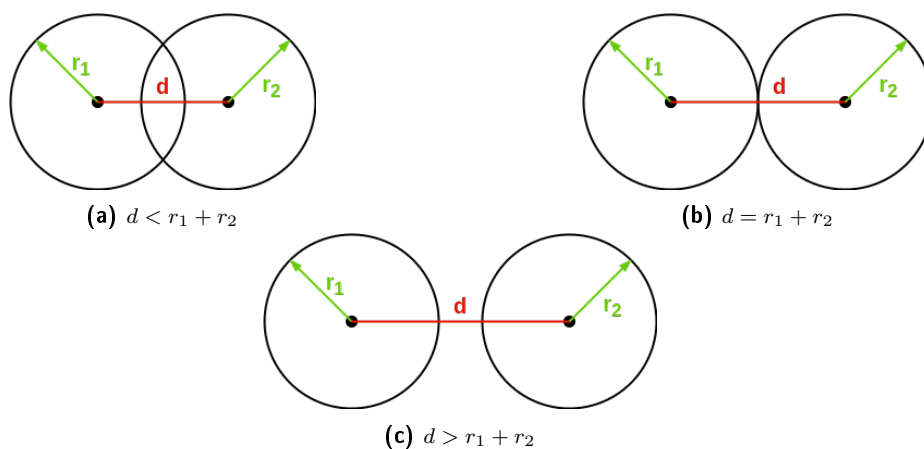
**Der Player ist tot** Der Player wird nicht mehr geupdated, der Geschwindigkeitsvektor bleibt gleich aber er wird sich nicht bewegen.

## 5. Kollisionen

Als eine Vereinfachung werden alle Punkte in den Linien als Kreisen betrachtet. Da alle Elementen im Spiel als Kreisen betrachtet werden, kann man eine Kollision detektieren, in dem der Abstand zwischen beiden Kreisen kleiner als die Summe von ihren Radius ist.

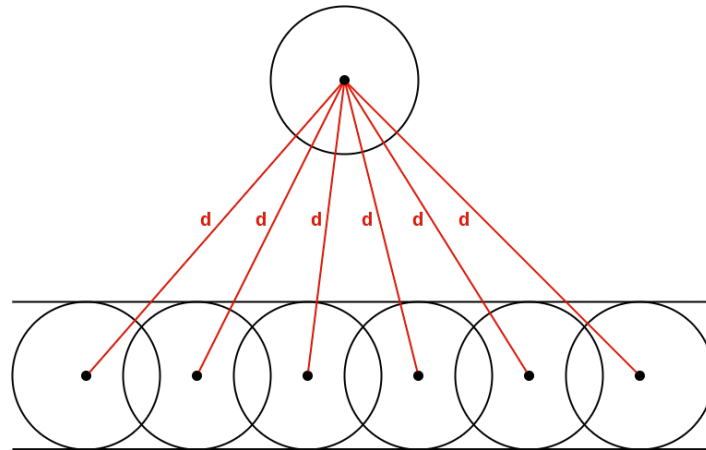
Sei  $C_1$  und  $C_2$  die Zentren von zwei Kreisen. Der Abstand zwischen den Zentren wird mit der folgenden Gleichung gerechnet:

$$d = \sqrt{(C_{1x} - C_{2x})^2 + (C_{1y} - C_{2y})^2} \quad (5)$$



**Abb. 9:** Fälle für die Kollisionen

In jedem Frame der Abstand zwischen jedem Player und jedem Punkt, sowie der Abstand zwischen jedem Player und der Abstand mit dem Border. Der Prozess ist in der Abb. 10 dargestellt.



**Abb. 10:** Der Player überprüft seinen Abstand mit allen Punkten in den Linien

## 6. Benutzerhandbuch

### 6.1. Installation

Das Projekt befindet sich in GitHub auf dem Repository <https://github.com/h-valdes/kurve>.

Installiere die Dependencies:

1. GLFW
2. FreeType2

Clone das Repository:

```
$ git clone https://github.com/h-valdes/kurve.git
```

Erstelle einen neuen Build Ordner auf dem Ordner des Repository und kompiliere das Projekt:

```
$ mkdir build  
$ cd build  
$ cmake ..  
$ make
```

Um das Projekt zu starten:

```
$ ./kurve
```

### 6.2. Spielanweisungen

Es gibt 6 mögliche Spieler. Jeder Spieler hat 2 vordefinierten Steuerungstasten:

Name	Links	Rechts
Gryffindor	L.Ctrl	L.Alt
Slythering	1	Q
Hufflepuff	M	,
Ravenclaw	L.Arrow	R.Arrow
Muggle	O	P
Squib	B	N

**Tab. 1:** Steuerungstasten von dem Spieler

Um das Spiel zu starten, müssen mindestens 2 Spieler seine Anwesenheit bestätigen. Die Bestätigung wird mit dem Drück seine respektive linken Steuerungstaste und zum abbrechen, soll man die rechte Steuerungstaste drücken.

## A. Screenshots

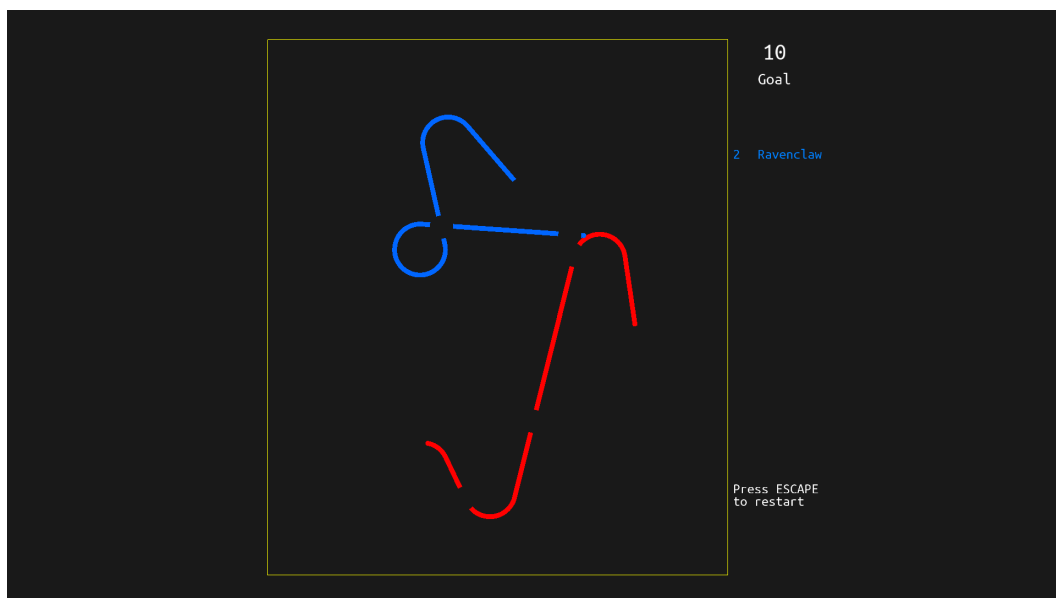


Abb. 11: Menü Szene.



Abb. 12: Bestätigung der Anwesenheit von Spieler.





**Abb. 13:** Ein Spiel pausiert.