

# Lamb.da - Das Spiel

Farid El-Haddad, Florian Fervers, Kai Fieger,  
Robert Hochweiß, Kay Schmitteckert

1. Dezember 2014



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Spielaufbau</b>	<b>5</b>
2.1	Spielelemente . . . . .	5
2.2	Spielregeln . . . . .	5
2.3	Spielmodi . . . . .	6
2.4	Leveltypen . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Zielbestimmung</b>	<b>8</b>
3.1	Musskriterien . . . . .	8
3.2	Wunschkriterien . . . . .	8
3.3	Abgrenzungskriterien . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Produkteinsatz</b>	<b>10</b>
4.1	Anwendungsbereiche . . . . .	10
4.2	Zielgruppen . . . . .	10
4.3	Betriebsbedingungen . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Produktumgebung</b>	<b>11</b>
5.1	Software . . . . .	11
5.2	Hardware . . . . .	11
<b>6</b>	<b>Funktionale Anforderungen</b>	<b>12</b>
6.1	Profile . . . . .	12
6.2	Spielmodi . . . . .	12
6.3	Level . . . . .	13
6.4	Gamification . . . . .	14
6.5	Eltern und Lehrer . . . . .	15
6.6	Benutzerinteraktion . . . . .	15
<b>7</b>	<b>Produktdaten</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Nichtfunktionale Anforderungen</b>	<b>19</b>
8.1	Leistung und Stabilität . . . . .	19
8.2	Benutzerinteraktion . . . . .	19
8.3	Rechtliches . . . . .	20
<b>9</b>	<b>Anwendungsfälle und Szenarien</b>	<b>21</b>
9.1	Szenarien . . . . .	21
9.1.1	Erstausführung . . . . .	21
9.1.2	Level spielen . . . . .	22
9.1.3	Profil anlegen . . . . .	25

9.1.4	Profilverwaltung . . . . .	26
9.1.5	Profil wechseln . . . . .	27
9.1.6	Profil löschen . . . . .	27
9.1.7	Einstellungen ändern . . . . .	28
9.1.8	Münzen gegen Belohnungen eintauschen . . . . .	29
9.1.9	Erfolgsansicht . . . . .	30
9.1.10	Sandbox starten . . . . .	31
9.1.11	Betriebssysteminteraktion . . . . .	32
9.2	Anwendungsfälle . . . . .	32
<b>10</b>	<b>Testfälle</b>	<b>35</b>
10.1	Globale Testfälle . . . . .	35
10.2	Datenkonsistenzen . . . . .	40
<b>11</b>	<b>Systemmodelle</b>	<b>41</b>
11.1	Objektmodelle . . . . .	41
11.2	Dynamische Modelle . . . . .	42
11.3	Benutzerschnittstelle . . . . .	45
<b>12</b>	<b>Glossar</b>	<b>55</b>

# 1 Einleitung

In unserer heutigen Welt ist das Programmieren und das Entwickeln von Software im Allgemeinen eine immer wichtiger werdende Fähigkeit, da Computer in immer mehr Aspekte unseres Alltags Einzug erhalten. Ein Leben ohne Computer ist dabei schon in vielen Bereichen undenkbar.

Die funktionale Programmierung ist dabei ein in den letzten Jahren immer wichtiger werdendes Paradigma, was sich anhand der Vorteile bei der Parallelisierung sowie den hohen Abstraktionsgrad erklären lässt. Die Grundlage der funktionalen Programmierung bildet der (untypisierte) Lambda-Kalkül ( $\lambda$ -Kalkül, der trotz seiner Mächtigkeit nur wenige Regeln besitzt und im Wesentlichen einfach zu verstehen und anzuwenden ist).

Aus diesen Gründen gibt es immer mehr Ansätze, Kinder schon im Grundschulalter mit einigen grundlegenden Programmierkonzepten wie dem  $\lambda$ -Kalkül vertraut zu machen. So ist ein oft geforderter Ansatz, ein zusätzliches Unterrichtsfach in der Grundschule einzuführen. Dafür hilfreich sind beispielsweise Lernspiele, die Kindern einen spielerischen Einstieg in die Programmierkonzepte vermitteln und den Eltern und Lehrern ermöglichen, dabei den Lernfortschritt ihrer Kinder zu verfolgen.

Eine solche Spielidee <sup>1</sup> zur Erklärung des  $\lambda$ -Kalküls wurde von Bret Victor veröffentlicht. In dem Spiel werden die  $\lambda$ -Terme von verschiedenfarbigen Alligatoren und Eiern dargestellt und die Regeln des Kalküls darauf übertragen. Dies vermeidet die formale Notation des Kalküls, welche Kinder von dem Konzept abschrecken könnte und erklärt ihnen das Konzept auf eine einfache und verständliche Weise. Angelehnt an die Spielidee von Bret Victor soll nun eine Applikation für Android entwickelt werden, die von unserem Team „Lamb.da“ genannt wird.

Bei dieser Applikation benutzen wir jedoch eine andere Analogie als Bret Victor, so werden die  $\lambda$ -Terme durch verschiedenfarbige, zaubernde Lämmer und durch verschiedenfarbige Edelsteine dargestellt. Diese Analogie wurde von uns gewählt, da sie eine motivierende und ansprechende Thematik für Kinder darstellt und da durch sie der Name der Applikation zum Wortspiel wird. So ist das „Lamb“ im Namen „Lamb.da“ die englische Bezeichnung für Lamm und das „da“ sind die ersten zwei Buchstaben des Edelsteintyps Danburit, während das ganze Wort „Lambda“ der Name des zu vermittelnden Kalküls ist.

---

<sup>1</sup><http://worrydream.com/AlligatorEggs/>

## 2 Spielaufbau

### 2.1 Spielelemente

Das Spiel ist in mehrere Level eingeteilt, welche jeweils ein zu lösendes Problem darstellen. Dabei muss der Spieler die zur Verfügung stehenden Spielelemente so anordnen, dass sie die Zielkriterien erfüllen. Es gibt folgende Spielelemente:

**Lamm mit Zauberstab** repräsentiert die Abstraktion im  $\lambda$ -Kalkül. Die Farbe des Lamms (nicht weiß) beschreibt dabei den durch die Abstraktion gebundenen Variablennamen. Jedes Lamm besitzt eine Anzahl Edelsteine in derselben Farbe, außerdem hat es befreundete Lämmer in anderen Farben. Alle Edelsteine und Freunde eines Lamms werden vertikal unter diesem dargestellt. Ein Lamm kann sowohl eigene Edelsteine besitzen als auch solche anderer Lämmer aufbewahren.

**Lamm ohne Zauberstab** repräsentiert eine Klammerung im  $\lambda$ -Kalkül. Die Farbe dieses Lamms ist immer weiß. Lämmer ohne Zauberstab können keine Edelsteine besitzen, aber solche anderer Lämmer aufbewahren. Befreundete Lämmer und aufbewahrte Edelsteine werden auch vertikal unter dem weißen Lamm dargestellt. Weiße Lämmer, die nicht mehr gebraucht werden, verabschieden sich vom Spiel und verschwinden (1./2. Regel für Lämmer ohne Zauberstab).

**Edelstein** repräsentiert eine Variable im  $\lambda$ -Kalkül. Die Farbe des Edelsteins (nicht weiß) beschreibt dabei den Variablennamen. Edelsteine können entweder keinem oder genau einem Lamm gehören und von anderen Lämmern als dem Besitzer aufbewahrt werden.

**Freundeskreis** ist eine Gruppe von Spielelementen. Der Freundeskreis eines Lamms setzt sich aus allen von diesem Lamm aufbewahrten Edelsteinen sowie befreundeten Lämmern und deren Freundeskreisen zusammen.

### 2.2 Spielregeln

Die Spielregeln beschreiben die Art und Weise, wie eine Anordnung von Spielelementen umgewandelt werden kann.

**Verzauberungsregel** repräsentiert die  $\beta$ -Reduktion. Ein Lamm mit Zauberstab verzaubert den Freundeskreis, der sich vor ihm befindet. Dabei verwandelt er alle seine Edelsteine in den genannten Freundeskreis. Der ursprüngliche Freundeskreis ver-

schwindet und das zaubernde Lamm verliert sowohl seinen Zauberstab als auch seine Farbe, erhält deshalb die Farbe weiß.

**Umfärbungsregel** repräsentiert die  $\alpha$ -Konversion. Wenn ein Lamm einen Freundeskreis verzaubert und es dabei im eigenen sowie im verzauberten Freundeskreis zwei Elemente mit derselben Farbe gibt, wird vor Anwenden der Verzauberungsregel diese Farbe im zweiten Freundeskreis in eine andere noch nicht benutzte Farbe umgewandelt. Dabei müssen alle umgewandelten Spielelemente die gleiche neue Farbe erhalten.

**1. Regel für Lämmer ohne Zauberstab** repräsentiert die Klammerung um eine einzige Abstraktion oder Variable. Wenn ein Lamm ohne Zauberstab nur noch genau einen direkten Freund hat und keine Edelsteine aufbewahrt oder keinen Freund hat und genau einen Edelstein aufbewahrt, verabschiedet sich das Lamm vom Spiel und verschwindet. Dabei wird es durch den aufbewahrten Edelstein oder durch den einzigen direkten Freund inklusive dessen Freundeskreis ersetzt.

**2. Regel für Lämmer ohne Zauberstab** repräsentiert die Linksassoziativität von  $\lambda$ -Applikationen. Wenn ein Lamm ohne Zauberstab der erste Freund vor allen aufbewahrten Edelsteinen eines anderen Lammes ist, verabschiedet sich das Lamm vom Spiel und verschwindet. Dabei wird es durch seinen Freundeskreis ersetzt.

### Reihenfolge der Regelausführung

1. Führe 1. und 2. Regel für Lämmer ohne Zauberstab solange aus, bis sie nicht mehr angewandt werden können.
2. Führe Verzauberungsregel (inklusive Umfärbungsregel falls nötig) aus, wenn diese angewandt werden kann. Falls die Regel ausgeführt wurde, gehe zu Schritt 1.
3. Die Umwandlung ist abgeschlossen.

## 2.3 Spielmodi

### Editormodus

Hier hat der Spieler die Möglichkeit Lämmer und Edelsteine in eine bestimmte Anordnung zu bringen. Durch das Level können dabei bestimmte Einschränkungen vorgegeben sein, z.B. bereits platzierte Spielelemente, begrenzte Anzahl von Spielelementen sowie benutzbaren Farben.

### Reduktionsmodus

Hier wird eine bestimmte, gegebene Anordnung von Spielelementen gemäß den Spielregeln umgewandelt. Der Spieler hat die Möglichkeit die Reduktions-Schritte einzeln oder automatisch per Abspielmodus auszuführen zu lassen. Außerdem kann er einzelne Schritte rückgängig machen.

## **2.4 Leveltypen**

### **Eingabe-Bestimmung**

Das Ziel des Spielers ist es einen Eingabe-Term im Editormodus zu finden, welcher durch Ausführen der Spielregeln im Reduktionsmodus in den im Level gegebenen Ausgabe-Term umgewandelt werden kann. Falls die Reduktion nach einer begrenzten Anzahl von Schritten nicht terminiert, gilt das Level als nicht bestanden.

### **Ausgabe-Bestimmung**

Das Ziel des Spielers ist es einen Ausgabe-Term im Editormodus zu finden, welcher durch Ausführen der Spielregeln im Reduktionsmodus aus einem im Level gegebenen Eingabe-Term hervorgeht. Um im Reduktionsmodus nicht die Lösung des Levels zu verraten, kann hier nur eine Level-spezifische Anzahl von Reduktions-Schritten ausgeführt werden.

### 3 Zielbestimmung

Das Produkt vermittelt Grundschulern auf spielerische Art und Weise das Konzept des untypisierten  $\lambda$ -Kalküls und dadurch die Grundlage funktionaler Programmierung

#### 3.1 Musskriterien

- Bedienen über ein Smartphone per Toucheingabe
- Auflösen von Lamm-Konstellationen (Analogie zu  $\lambda$ -Termen)
  - Bestimmen eines Endresultats bei einer bereits gegebenen, vollständigen Anordnung von Lämmern
  - Vervollständigen einer Anordnung von Lämmern, um ein gegebenes Endresultat zu erreichen
- Erstellen, Konfigurieren und Löschen von mehreren Spielerprofilen
- Verfolgen des Lernfortschritts durch Eltern oder Lehrer durch eine Statistik
- Aufrechterhaltung der Langzeitmotivation des Spielers
- Interaktive und intuitive Einführung zur Erklärung des Spiels und seiner Modi

#### 3.2 Wunschkriterien

- Für Tablets angepasste Version
- Spiel als Desktop-Anwendung
  - Windows-Anwendung (für Windows 7 und Windows 8)
  - Mac OS X-Anwendung (ab Mac OS X 10.9)
- Anzeigen von Hinweisen zur Lösung des Level-Ziels
- Freier Modus, in dem eigene Level erstellt und simuliert werden können



- Verfolgen des Lernfortschritts durch Eltern oder Lehrer durch ein Achievementliste
- Belohnungen für das erstmalige Lösen der Level
- Eintauschen von Belohnungen gegen höherwertige Belohnungen in einem In-Game-Shop
- Option für Farbenblinde, durch die Farbenblinde Hilfestellungen beim Spiel bekommen
- Lehreroption, durch die die richtigen  $\lambda$ -Terme beim Abspielen der Level angezeigt werden
- Vermittlung einer kindergerechten Hintergrundgeschichte mittels Animationen
- Englisch als unterstützte Sprache
- Französisch als unterstützte Sprache
- Optionale Ausführung von unterschiedlichen Reduktionsstrategien bei der  $\beta$ -Reduktion von Lamm-Konstellationen (Normalreihenfolge ist die Standard-Reduktionsstrategie)
  - Applicative-Order
  - Call-By-Name
  - Call-By-Value

### 3.3 Abgrenzungskriterien

- Keine direkte Bezugnahme zur funktionalen Programmierung oder dem  $\lambda$ -Kalkül (außer bei aktivierter Lehreroption)
- Keine Unterstützung von Online-Funktionen
- Kein Mehrspielermodus
- Spieler über 12 Jahren gehören nicht zur Hauptzielgruppe (außer als Aufsichtsperson)

## 4 Produkteinsatz

Das Produkt dient als Android-Lernapp für Grundschüler.

### 4.1 Anwendungsbereiche

- In der Primarstufe des Erziehungs- und Ausbildungsbereichs (Grundschule)
- Im Unterhaltungsbereich für Kinder im Alter von 8 bis 12 Jahren

### 4.2 Zielgruppen

Die Hauptzielgruppe sind Grundschüler, die durch das Spiel die Grundkonzepte des  $\lambda$ -Kalküls kennenlernen. Eltern und Lehrer können durch das Spiel den Lernfortschritt verfolgen.

### 4.3 Betriebsbedingungen

Das Produkt wird hauptsächlich in Gruppen oder individuell während des Unterrichts an Grundschulen benutzt, es kann jedoch auch unter den gleichen Bedingungen in der Freizeit genutzt werden.

## **5 Produktumgebung**

### **5.1 Software**

- Das Produkt wird für Android entwickelt und sollte auf allen Versionen ab 4.2 (4.2 oder höher) laufen.

### **5.2 Hardware**

- Das Programm ist für Smartphones und Tablets konzipiert.

## 6 Funktionale Anforderungen

In den folgenden Kapiteln werden Anforderungen, die den Wunschkriterien zugeordnet sind, mit einem „+“ hinter der Identifikationsnummer markiert.

### 6.1 Profile

Profile ermöglichen das Nutzen des Programms durch mehrere Anwender auf demselben Gerät.

- /FA110/ Jeder Nutzer soll ein eigenes Profil anlegen können, welches eindeutig durch den Profil-Namen gekennzeichnet ist.
- /FA120/ Bei Programmstart wird das zu benutzende Profil ausgewählt oder ein neues Profil erstellt.
- /FA130/ Die zu einem Profil gespeicherten Daten können nach Erstellen des Profils geändert werden.
- /FA140/ Ein Profil kann nach dem Erstellen gelöscht werden.
- /FA150/ Zu jedem Profil werden Spieleinstellungen, Spielfortschritt und Spielstatistik gespeichert.
- /FA160/ Beim Auswählen eines Profils werden die dazu gespeicherten Daten automatisch geladen.
- /FA170/ Nach dem Auswählen eines Profils wird der Nutzer durch eine profilspezifische Nachricht begrüßt.

### 6.2 Spielmodi

Im Editormodus werden Terme erstellt, angezeigt und bearbeitet.

- /FA210/ Durch Ziehen können Objekte sowohl von der Werkzeugleiste als auch vom Term ausgewählt werden.
- /FA220/ Während ein Objekt ausgewählt ist, wird die aktuelle Stelle im Term, an der das Objekt platziert werden kann, farblich markiert.

- /FA230/ Während ein Objekt ausgewählt ist, kann durch Loslassen des Zeigers das Objekt an der aktuellen Stelle im Term platziert werden.
- /FA240/ Während ein Objekt ausgewählt ist, kann durch Loslassen des Zeigers über der Werkzeugleiste das Objekt gelöscht werden.
- /FA250/ Neu hinzugefügte Objekte erhalten die Farbe weiß.
- /FA260/ Durch Drücken eines Objektes wird ein Dialog-Fenster geöffnet, in dem eine neue Farbe für das Objekt ausgewählt werden kann.
- /FA270/ Das Ändern der Position oder Farbe von durch ein Level vorgegebenen Objekten kann optional unterdrückt werden.
- /FA280/ Ein Term wird gültig sobald er den Spielregeln entspricht, worauf man in den Reduktionsmodus wechseln kann.

Im Reduktionsmodus werden Terme schrittweise durch Beta-Konversionen reduziert.

- /FA310/ Konversionen können einzeln schrittweise ausgeführt werden.
- /FA320/ Konversionen können einzeln schrittweise zurückgesetzt werden.
- /FA330/ Konversionen können automatisch abgespielt werden bis ein minimaler Term erreicht ist oder der Nutzer das Abspielen beendet.

### 6.3 Level

Das Spiel ist in Level eingeteilt, welche vom Spieler nacheinander freigeschaltet und gelöst werden.

- /FA410/ Das Ziel des Leveltyps „Eingabe-Bestimmung“ ist es, im Editormodus einen gültigen Term zu erstellen, welcher durch Konversionen im Reduktionsmodus in einen minimalen im Level vorgegebenen Term umgewandelt wird.
- /FA420/ Das Ziel des Leveltyps „Ausgabe-Bestimmung“ ist es, im Editormodus einen gültigen Term zu erstellen, welcher aus der Reduktion eines im Level vorgegebenen Terms hervorgeht.
- /FA430/ Nur das erste Level ist nach Erstellung eines Profils freigeschaltet, durch Abschließen eines Levels wird das darauf folgende Level freigeschaltet.

- /FA440/ Nach erfolgreichen Abschließen eines Levels hat der Spieler die Möglichkeit ins nächste Level oder ins Hauptmenü zu wechseln.
- /FA450/ Nach erfolgreichen Abschließen eines Levels wird der Spieler durch ein Nachrichtenfenster über den Erfolg informiert.
- /FA460/ Nach erstmaligem erfolgreichen Abschließen des letzten Levels wird dem Spieler durch ein Nachrichtenfenster zu seiner Leistung gratuliert.
- /FA470/ Über das Levelauswahlmenü kann der Spieler seinen Level-Fortschritt beobachten und bereits freigeschaltete Level erneut spielen.
- /FA480/ Die Level sind in verschiedene Schwierigkeitsstufen eingeteilt, welche durch Farbe und Hintergrundbild voneinander unterscheidbar sind.
- /FA490+/ Der Spieler kann sich Tipps und Lösungsansätze zum aktuellen Level anzeigen lassen.

## 6.4 Gamification

Durch ein Belohnungssystem wird die Spiel- und Lernfreude der Nutzer gesteigert.

- /FA510+/ Das erstmalige Abschließen eines Levels wird mit einer Level-spezifischen Anzahl von Münzen belohnt.
- /FA520+/ Im Shop kann der Nutzer gegen Eintausch von Münzen neue Sounds, Hintergrundbilder und Avatare freischalten.
- /FA530+/ Vor dem Freischalten eines Elements im Shop wird der Spieler um eine Bestätigung gebeten.
- /FA540+/ Im Shop freigeschaltete Elemente können dort durch ein Kontrollkästchen aktiviert werden. Standardmäßig werden gerade gekaufte Sounds oder Hintergrundbilder sofort aktiviert.
- /FA550+/ Für bestimmte Leistungen werden Erfolgsnachrichten in einem Erfolgsmenü angezeigt. Folgende Erfolge sind mindestens möglich:
  - Erstes Level geschafft.
  - Alle Level eines Schwierigkeitsgrades abgeschlossen.

- Alle Level des Spiels beendet.
- /FA560+/ Im Ladebildschirm werden zur Unterhaltung des Nutzers Comic-artige Sprechblasen mit lustigen und interessanten Texten angezeigt.

## 6.5 Eltern und Lehrer

Statistiken und Optionen für Eltern und Lehrer geben diesen einen Einblick in den Lernfortschritt des Kindes.

- /FA610/ In einem Statistikmenü werden verschiedene Daten angezeigt. Folgende Daten sind mindestens möglich:
  - Spielzeit
  - Anzahl Versuche gesamt
  - Erfolgsquote für das Bestehen der Level
  - Häufigkeit der Nutzung von Hinweisen
- /FA620+/ Über den Lehrermodus wird im Editor- sowie im Reduktionsmodus der aktuelle Lambda-Term in mathematischer Darstellung angezeigt.
- /FA630+/ Im Farbenblindenmodus, werden Objekte im Spiel mit verschiedenen Muster und Graustufen dargestellt, um das Spielen für Farbenblinde zu ermöglichen.

## 6.6 Benutzerinteraktion

- /FA710/ Über den Touchscreen des Gerätes kann der Nutzer mit dem Programm interagieren.
- /FA720/ Über den Lautstärkeregler des Gerätes oder im Optionsmenü kann die Lautstärke des Programms verändert werden.
- /FA730/ Mit dem „Zurück-Knopf“ des Gerätes kann von einem Menü in das vorherige Menü gewechselt werden.

- /FA740/ Mit der Drag&Drop-Geste kann im Editormodus der Term auf dem Bildschirm verschoben werden.
- /FA750+/ Mit die Pinch-Geste kann im Editormodus die Zoomstufe verändert werden.
- /FA760/ Über ein Kontrollkästchen im Hauptmenü kann die Hintergrundmusik an- und ausgeschaltet werden.
- /FA770+/ Das Programm unterstützt das Auswählen der Sprachen Englisch, Deutsch und Französisch.



## 7 Produktdaten

Alle Daten werden Profil-spezifisch gespeichert.

- /D10/ Profil
  - /LD11/ Profilname
  - /LD12/ Avatar
  - /LD13/ Sprache
  - /LD14+/ Münzen (Anzahl)
  - /LD15+/ Momentan aktivierte Gegenstände (siehe LD33)
- /D20/ Spieloptionen
  - /LD21+/ Lehrermodus aktiviert
  - /LD22+/ Farbenblindenmodus aktiviert
  - /LD23/ Hintergrundmusik an/aus
  - /LD24/ Lautstärke Spielgeräusche
  - /LD25/ Lautstärke Hintergrundmusik
- /D30/ Spielfortschritt
  - /LD31/ Letztes freigeschaltetes Level
  - /LD32+/ Abgeschlossene Achievements
  - /LD33+/ Freigeschaltene Shop-Gegenstände
- /D40/ Statistik
  - /LD41/ Gesamtanzahl der Versuche
  - /LD42/ Erfolgreiche Versuche

- /LD43/ Zeit im Editormodus verbracht
- /LD44/ Zeit im Reduktionsmodus verbracht
- /LD45/ Gesamtzeit im Programm verbracht
- /LD46+/ Anzahl der genutzten Hinweise

## 8 Nichtfunktionale Anforderungen

### 8.1 Leistung und Stabilität

- /NF110/ Die Ladezeit des Programms vom Start bis zur Profilauswahl darf maximal 15 Sekunden betragen.
- /NF120/ Der Übergang zwischen zwei Leveln dauert höchstens 3 Sekunden.
- /NF130/ Ein unerwarteter Programmabbruch tritt höchstens einmal pro 10 Stunden Nutzung auf.
- /NF140/ Ein unerwarteter Programmabbruch führt nicht zum Verlust der zum Profil gespeicherten Daten.
- /NF150/ Das Programm kann einfach gewartet und skaliert werden, durch
  - Benutzen des Test-Frameworks `jUnit` in der Entwicklung
  - ausreichendes Dokumentieren
  - Einhalten eines konsistenten Codestils
  - Anwendung von bewährten Entwurfsmustern
- /NF160/ Es werden die Dateiformate *mp3* für Audiodateien und *png* für Bilddateien verwendet.
- /NF170/ Es können mindestens 20 Spielelemente übereinander gestapelt werden.
- /NF180/ Ein Term kann mindestens 50 Spielelemente gleichzeitig enthalten.

### 8.2 Benutzerinteraktion

- /NF210/ Das Spiel soll von Kindern zwischen 8 und 12 Jahren verständlich und intuitiv bedienbar sein, durch
  - Gebrauch von Bildern und Symbolen statt Text so oft wie möglich
  - einfache und intuitive Gesten zur Bedienung

- Vermeiden von mathematischen und technischen Ausdrucksweisen

### 8.3 Rechtliches

- /NF310/ Das Spiel hat keinen Zugriff auf die Daten des Benutzers, die im Gerät gespeichert sind.
- /NF320/ Das Spiel nimmt keine Verbindung zum Internet auf, alle im Programm gesammelten Daten werden nicht verbreitet.
- /NF330/ Das Spiel wird nicht kommerziell verbreitet.
- /NF340/ Alle im Spiel verwendeten Grafiken und Sounds sind frei verfügbar. Lizenzen und Verweise auf Urheber werden im Programm angegeben.

## 9 Anwendungsfälle und Szenarien

Im Folgenden werden Elemente der Benutzerschnittstelle durch einen Bezeichner (z.B. B2) referenziert. Die entsprechenden Objekte befinden sich im Kapitel *11.3 Benutzerschnittstelle*.

### 9.1 Szenarien

#### 9.1.1 Erstausführung

##### Erstmaliges Starten der Applikation

- Der Benutzer startet erstmalig die Applikation.
- Es wird ein Ladebildschirm angezeigt.
- Der Benutzer wird automatisch in die Sequenz zur Erstellung eines Profils weitergeleitet (Siehe Szenario „Profil anlegen“).
- Das soeben angelegte, erste Profil wird automatisch aktiviert und der Benutzer wird ins Hauptmenü (Abb. ??) des Spiels weitergeleitet.
- Durch Drücken des Start-Buttons (H1) wird ein erstes Spiel gestartet.
- Alternativ stehen dem Benutzer auch alle anderen Funktionen des Hauptmenüs zur Verfügung.

##### Erstes Spiel starten

- Das Spiel startet gleich mit dem ersten Level (Tutoriallevel).
- Die erste Hintergrundgeschichte des Spiels wird dem Benutzer innerhalb einer Sequenz erklärt.
- Das Spiel startet im Editormodus.
- Die wichtigsten Bedienflächen werden schrittweise und nacheinander erklärt (Tutorial).

- Das Ziel des Levels wird als Popup angezeigt.
- Der Benutzer muss nun zur Erfüllung des Levelziels die im Tutorial erwähnten Buttons und Dialoge benutzen.
- Ist dies geschehen, so ist das Tutoriallevel beendet und der Levelabschluss-Dialog (Abb. ??) erscheint.
- Der Benutzer erhält eine Belohnung und kann nun wahlweise entweder das soeben gespielte Level erneut spielen, zum nächsten Level fortschreiten oder zurück ins Hauptmenü des Spiels gehen.

### 9.1.2 Level spielen

#### Voraussetzungen

- Der Benutzer hat bereits ein Spielerprofil angelegt.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü (Abb. 17).

#### Levelauswahl und -start

- Im Hauptmenü kann der Benutzer sein aktuelles Level (das höchste, noch nicht erfolgreich bestandene Level) durch das Drücken des Start-Buttons (H1) direkt starten.
- Alternativ wird der Benutzer durch das Drücken des Level-Buttons (H2) in das Levelauswahlmenü (Abb. 26) weitergeleitet.
- Das Levelauswahlmenü ist als Raster von nummerierten Buttons angeordnet, wobei ein nummerierter Button einem Level entspricht.
- Die Höhe der Nummerierung sowie die Farbe des Buttons kennzeichnen den Schwierigkeitsgrad des Levels.
- Die Level werden durch Drücken des jeweiligen Buttons gestartet.
- Ein Level lässt sich erst starten, wenn alle vorherigen Level erfolgreich abgeschlossen wurden.

- Am Anfang eines Levels kann es in Folge eines Tutorials zu einer Sequenz kommen, die gegebenenfalls übersprungen werden kann.
- Das Levelziel wird als Popup eingeblendet und kann über den Levelziel-Button (G6) im Spiel jederzeit erneut eingesehen werden.
- Ein Level startet im Editormodus.

## **Editormodus**

- Der Benutzer befindet sich nun im Editormodus (Abb. 20).
- Nach Anzeigen des Levelziels wird auf dem Bildschirm der aktuelle Zustand des Spielfelds angezeigt.
- Zur Ergänzung des Spielfelds und zum Erreichen des Levelziels lassen sich einzelne Spielelemente aus einer Werkzeugleiste per Drag&Drop auf dem Spielfeld platzieren (bei höheren Level).
- Beim Platzieren per Drag&Drop werden Platzierungsflächen als Hilfe zur geeigneten Absetzung der Elemente hervorgehoben.
- Beim Drücken auf ein Spielelement (Lamm oder Edelstein) öffnet sich ein Farbauswahldialog mit acht Farben.
- Nachdem der Benutzer eine Farbe ausgewählt hat, färbt sich das entsprechende Spielelement in dieser Farbe und der Farbauswahl-Dialog schließt sich.
- Zum Entfernen von Spielelementen aus dem Spielfeld können die jeweiligen Spielelemente ebenfalls per Drag&Drop in die Werkzeugleiste zurückgelegt werden.
- Durch das Drücken des Hinweis-Buttons (G2) wird dem Benutzer ein Lösungsansatz zum Erreichen des Levelziels als Popup angezeigt.
- Durch das Drücken des Pause-Buttons (G1) wird das Pausenmenü (Abb. ??) aufgerufen.
- Im Pausenmenü lässt sich das Level durch das Drücken des jeweiligen Buttons wahlweise entweder fortsetzen oder in seinen Anfangszustand zurücksetzen oder es kann zum Hauptmenü zurückgekehrt werden.
- Durch das Drücken des Reduktionsstrategie-Buttons (G8) lässt sich die Redukti-

onsstrategie wechseln, anhand derer das Spielfeld im Reduktionsmodus reduziert wird.

- Der Reduktionsmodus ist über den Reduktions-Button (G5) erreichbar.
- Es lässt sich erst zum Reduktionsmodus wechseln, wenn alle Spielelemente auf dem Spielfeld eingefärbt sind.

## Reduktionsmodus

- Der Benutzer befindet sich nun im Reduktionsmodus (Abb. 23).
- Das Spielfeld befindet sich in dem Zustand, der im Editormodus erstellt wurde.
- Durch das Drücken des Zurück-Buttons (R4) kann der Benutzer wieder in den Editormodus wechseln.
- Gemäß den Spielregeln wird die Anordnung von Spielelementen auf dem Spielfeld reduziert.
- Alle Reduktionsschritte werden auf dem Spielfeld dargestellt.
- Es ist wahlweise eine vollständige, automatische Reduktion oder eine schrittweise Reduktion möglich.
- Die automatische Reduktion wird vom Benutzer durch das Drücken des Abspiel-Buttons (R2), der auch zur Pausierung der Reduktion genutzt wird, gesteuert.
- Die schrittweise Reduktion wird vom Benutzer durch das Drücken des Schritt-Vorwärts-Buttons (R1) und des Schritt-Rückwärts-Buttons (R3) gesteuert.
- Der Vorgang läuft solange bis gemäß der gewählten Reduktionsstrategie die Anordnung nicht mehr weiter reduziert werden kann.
- Dann wird überprüft, ob das Levelziel erreicht wurde.
- Anschließend erscheint der Levelabschluss-Dialog (Abb. ??), der den Benutzer darüber informiert, ob dieser das Level erfolgreich abgeschlossen hat oder nicht.
- Beim erstmaligen erfolgreichen Bestehen des Levels erhält der Benutzer eine Belohnung, die im Levelabschluss-Dialog ebenfalls angezeigt wird.



- Nun kann der Benutzer noch wahlweise durch das Drücken des jeweiligen Buttons das soeben gespielte Level erneut spielen, zum nächsten Level fortschreiten (nur bei einem erfolgreichen Abschluss des Levels) oder zurück ins Hauptmenü des Spiels gehen.

### 9.1.3 Profil anlegen

#### Voraussetzungen

- Der Benutzer befindet sich im Szenario „Erstausführung“ oder er drückt auf den Hinzufügen-Button (P3) des Profilauswahlmenüs (Abb. 15) oder er drückt auf den Konfigurations-Button (P2) neben einem vorhanden Profil im Profilauswahlmenü.

#### Profilanlegung

- Der Benutzer wählt zunächst im Sprachauswahlmenü (Abb. 12) seine Sprache.
- Die voreingestellte Sprache lässt sich über die Pfeil-Buttons (S2) ändern.
- Über den Weiter-Button (B1) gelangt der Benutzer zum nächsten Dialogfenster, dem Namenswahlmenü (Abb. 13).
- Durch das Drücken auf die Namenseingabe-Textbox (N1) öffnet sich die Eingabemethode.
- Der Benutzer gibt seinen Namen ein.
- Falls die Textbox noch leer ist oder falls der Name bereits für ein anderes Profil vorhanden ist, so bleibt der Weiter-Button deaktiviert.
- Bei gültiger Eingabe eines Namens kann der Benutzer zum Avataorauswahlmenü (Abb. 14) wechseln.
- In diesem Dialogfenster kann der Benutzer aus einer vorgegebenen Auswahl von Avatarbildern mittels Pfeil-Buttons (A2) wählen.
- Mittels der einzelnen Zurück- und Weiter-Button können nochmals die Einstellungen des Profils bearbeitet werden oder das Profil kann durch das Drücken des Bestätigungs-Buttons (B3) fertig gestellt werden.

- Dem Benutzer erscheint nun automatisch ein Popup zur Begrüßung, auf dem sein Profilname und sein gewähltes Avatarbild angezeigt wird.

#### **9.1.4 Profilverwaltung**

##### **Voraussetzungen**

- Der Benutzer besitzt ein Spielerprofil.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü (Abb. 17).

##### **Neues Profil anlegen**

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü auf den Logout-Button (H7), wodurch er sich mit seinem aktuellen Profil automatisch abmeldet und in das Profilauswahlmenü (Abb. 15) weitergeleitet wird.
- Im Profilauswahlmenü werden alle bereits erstellte Profile mit Namen und Avatar angezeigt.
- Der Benutzer drückt im Profilauswahlmenü auf den Hinzufügen-Button (P3), um ein neues Profil zu erstellen.
- Der Benutzer wird nun zur Profilanlegungs-Sequenz des Szenarios „Profil anlegen“ weitergeleitet.
- Anschließend befindet sich der Benutzer mit seinem neuen Profil wieder im Hauptmenü.

##### **Profil bearbeiten**

- Der Benutzer drückt im Profilauswahlmenü den Konfigurations-Button (P2) neben dem entsprechenden Profil, das er bearbeiten will, wodurch ein Dialog zur Entscheidung zwischen Profilbearbeitung und dem Löschen des Profils geöffnet wird.
- Falls nur ein Spielerprofil existiert, fehlt die Option zum Löschen des Profils im Dialogfenster.

- Der Benutzer drückt nun im Dialogfenster auf die Option zur Bearbeitung des Profils.
- Der Benutzer wird nun zur Profilanlegungs-Sequenz des Szenarios „Profil anlegen“ weitergeleitet (die bisherigen Einstellungen des Profils sind als Voreinstellungen gesetzt).
- Anschließend befindet sich der Benutzer wieder im Profilauswahlmenü.

#### **9.1.5 Profil wechseln**

##### **Voraussetzungen**

- Es sind bereits mindestens zwei Profile angelegt worden.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Profilauswahlmenü (Abb. 15).

##### **Profil wechseln**

- Der Benutzer drückt im Profilauswahlmenü auf das Profil, auf das er wechseln will, also auf dessen Name-Button (P1).
- Der Benutzer wird automatisch mit seinem neuen Profil, welches nun aktiviert ist, zum Hauptmenü weitergeleitet.

#### **9.1.6 Profil löschen**

##### **Voraussetzungen**

- Es sind bereits mindestens zwei Profile angelegt worden.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Profilauswahlmenü (Abb. 15).

##### **Profil löschen**

- Der Benutzer drückt im Profilauswahlmenü den Konfigurations-Button (P2) neben dem entsprechenden Profil, das er bearbeiten will, wodurch ein Dialog zur Entscheidung zwischen Profilbearbeitung und dem Löschen des Profils geöffnet wird.

- Der Benutzer drückt auf die Option zum Löschen des Profils.
- Es erscheint ein Dialogfenster, in dem der Benutzer gefragt wird, ob er sich sicher ist, dass er dieses Profil löschen will.
- Verneint der Benutzer die Frage, dann bricht der Löschvorgang ab und der Benutzer befindet sich wieder im normalen Profilauswahlmenü.
- Falls der Benutzer den Vorgang bestätigt, erscheint ein Popup, das die Bestätigung des Löschvorgangs und das gelöschte Profil anzeigt.
- Der Benutzer wird nun automatisch zum aktualisierten Profilauswahlmenü weitergeleitet, in dessen Profilliste das soeben gelöschte Profil entfernt wurde.

### 9.1.7 Einstellungen ändern

#### Voraussetzungen

- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü (Abb. 17).

#### Einstellungen ändern

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü auf den Optionen-Button (H4), was ihn zum Optionenmenü (Abb. ??) weiterleitet.
- Im Optionenmenü befinden sich
  - Die Lehrermodus-Checkbox (O1)
  - Die Farbenblindenmodus-Checkbox (O2)
  - Der Statistik-Button (O3) zum Anzeigen der Statistik.
  - Ein Geräusche-Slider (O4)
  - Ein Musik-Slider (O5)
- Der Benutzer kann alle Einstellungen ändern bis er zufrieden mit ihnen ist.
- Der Geräusche-Slider gibt beim Loslassen des Sliders ein Testgeräusch von sich.

- Die Geräusche- und Musikeinstellungen sind relativ zur eigentlichen Medienlautstärke.
- Alle Änderungen an den Einstellungen werden sofort übernommen und für das aktuelle, aktivierte Profil gespeichert.
- Durch das Drücken des Hilfe-Buttons (O6) erhält der Benutzer mehr Informationen zu den Einstellungsoptionen.
- Durch das Drücken des Zurück-Buttons (B2) gelangt der Benutzer zurück in das Hauptmenü.

### **9.1.8 Münzen gegen Belohnungen eintauschen**

#### **Voraussetzungen**

- Es existiert mindestens ein Spielerprofil.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü (Abb. 17).

#### **Belohnungen eintauschen**

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü auf den Einkaufs-Button (H6), auf dem sein aktueller Münzenstand angezeigt wird, wodurch das Einkaufsmenü (Abb. 27) geöffnet wird.
- Die Belohnungen sind im Einkaufsmenü in die Kategorien Musik, Hintergründe (für Level) und Texturen eingeteilt.
- Die Belohnungen werden durch das Bezahlen mit Münzen (die übliche Belohnung für das erstmalige Bestehen eines Levels) gekauft und danach nach Belieben aktiviert.
- Es gibt pro Kategorie ein Dropdownmenü.
- Beim Drücken des Dropdownmenüs wird eine Liste mit den einzelnen Belohnungen der Kategorie aufgeklappt.
- Beim erneuten Drücken des selben Dropdownmenüs wird die Kategorieliste wieder zugeklappt.

- Pro Belohnung in der Kategorieliste sind der Belohnungsname, die Kosten in Münzen sowie eine Checkbox für die mögliche Aktivierung nach einem Kauf aufgelistet.
- Falls der Benutzer nun eine Belohnung aus der Musik-Kategorie will, muss er zunächst auf das Musik-Dropdownmenü drücken.
- Im nun aufklappenden Musik-Dropdownmenü wählt er eine Belohnung aus, für die er genügend Münzen besitzt.
- Nun öffnet sich ein Dialogfenster zur Bestätigung des Kaufs.
- Falls der Benutzer den Kaufvorgang bestätigt, wird die Bestätigung des Vorgangs in einem Popup angezeigt, falls nicht so wird der Kaufvorgang abgebrochen.
- Der neue Münzenstand wird nun im Einkaufsmenü angezeigt.
- Bereits gekaufte Belohnungen werden im Einkaufsmenü hervorgehoben.
- Belohnungen, die aufgrund des aktuellen Münzstandes nicht erworben werden können, werden nicht in einer Kategorieliste aufgelistet.
- Manche erworbene Belohnungen können nicht zur selben Zeit in einem Profil aktiviert sein, wie beispielsweise die Belohnungen der Musik-Kategorie.
- Durch das Drücken des Zurück-Buttons (B2) des Einkaufsmenüs kehrt der Benutzer wieder ins Hauptmenü zurück.

### 9.1.9 Erfolgsansicht

#### Voraussetzungen

- Es existiert mindestens ein Spielerprofil.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü (Abb. 17).

#### Erfolge ansehen

- Der Benutzer drückt den Erfolge-Button (H3) im Hauptmenü, wodurch das Erfolgsmenü (Abb. 25) geöffnet wird.
- Die Erfolge sind im Erfolgsmenü in Kategorien eingeordnet.

- Jeder Erfolg wird als ein Label dargestellt.
- Bereits vom Spielerprofil freigeschaltete Erfolge sind hervorgehoben und aktiviert, noch nicht freigeschaltete Erfolge sind deaktiviert.
- Durch das Drücken des Zurück-Buttons (B2) kehrt der Benutzer ins Hauptmenü zurück.

#### 9.1.10 Sandbox starten

##### Voraussetzungen

- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü (Abb. 17).

##### Sandbox

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü den Level-Button (H2) , wodurch das Levelauswahlmenü (Abb. 26) geöffnet wird.
- Im Levelauswahlmenü drückt der Benutzer den Sandbox-Button (L6) um die Sandbox zu starten.
- Die Sandbox läuft genauso ab wie ein normales Level, außer dass kein Levelziel vorliegt.
- Der Benutzer kann also eine beliebige Konstellation von Spielelementen im Editormodus (siehe Abschnitt „Editormodus“ im Szenario „Level spielen“) zusammenstellen und diese dann im Reduktionsmodus (siehe Abschnitt „Reduktionsmodus“ im Szenario „Level spielen“) reduzieren lassen.
- Im Reduktionsmodus erscheint nach Abschluss aller Reduktionen statt dem Levelabschluss-Dialog ein Popup mit der Meldung, dass alle Reduktionen abgeschlossen sind.
- Durch das Drücken des Zurück-Buttons (R4) im Reduktionsmodus kann der Benutzer wieder in den Editormodus wechseln und dort eine neue Konstellation von Spielelementen zusammenstellen.

### 9.1.11 Betriebssysteminteraktion

- Der Benutzer befindet sich während des Spielens eines Levels in einem Spielmodus (Editormodus oder Reduktionsmodus)
- Es kann nötig werden, das Spiel direkt ohne Umwege über Menüs zu verlassen.
- Dies kann bspw. bei der Betätigung des „Home“-Buttons oder auch bei Betriebssystemereignissen geschehen.
- Die Applikation soll in diesem Fall den aktuellen Zustand, also die Anordnung der Spielelemente auf dem Spielfeld, abspeichern.
- Beim Neustart der Applikation soll es so möglich sein, die vorherige Konstellation der Spielelemente wiederherzustellen.

## 9.2 Anwendungsfälle

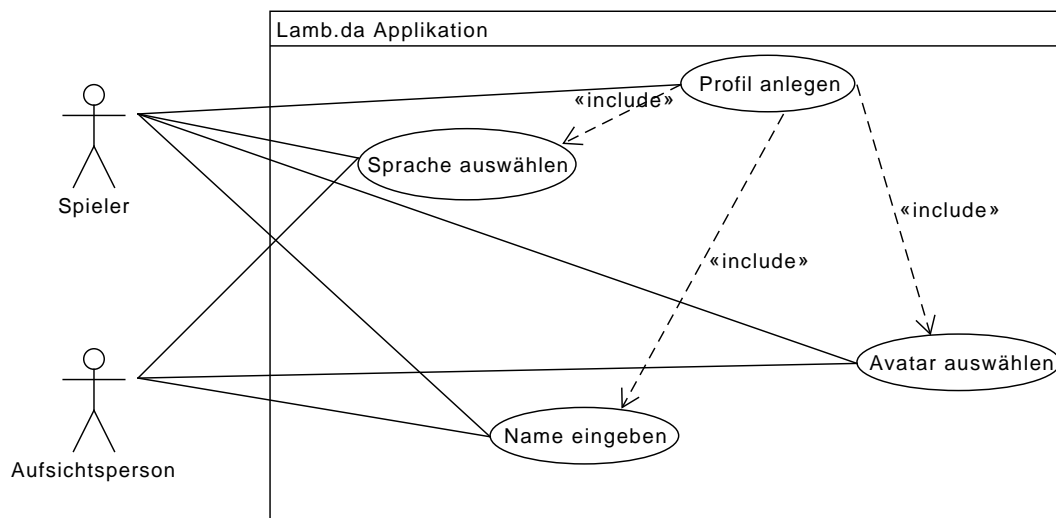


Abbildung 1: Anwendungsfalldiagramm Profil anlegen



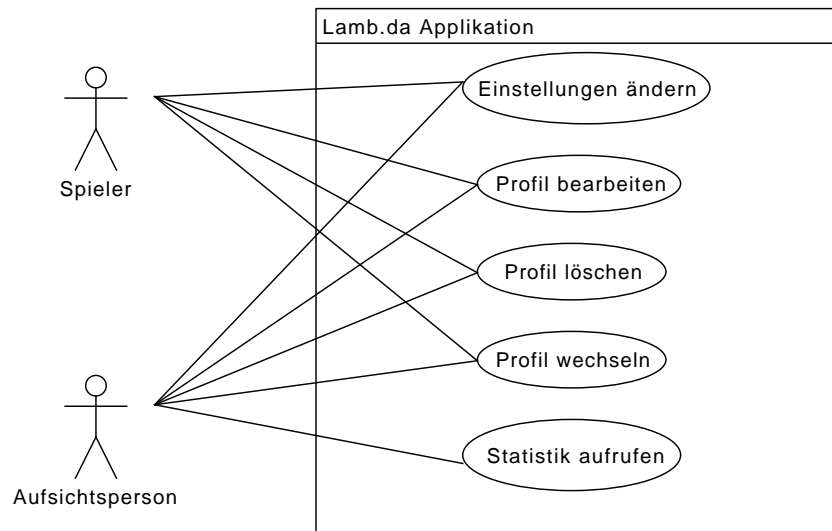


Abbildung 2: Anwendungsfalldiagramm Spieleinstellungen

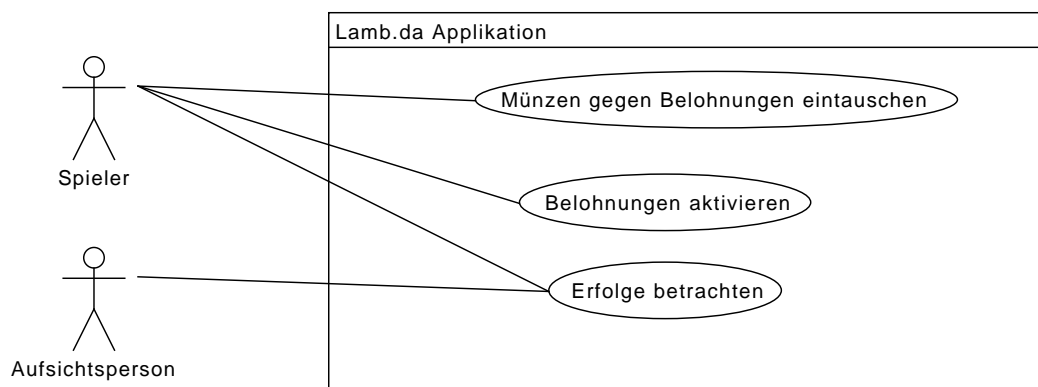


Abbildung 3: Anwendungsfalldiagramm Gamification

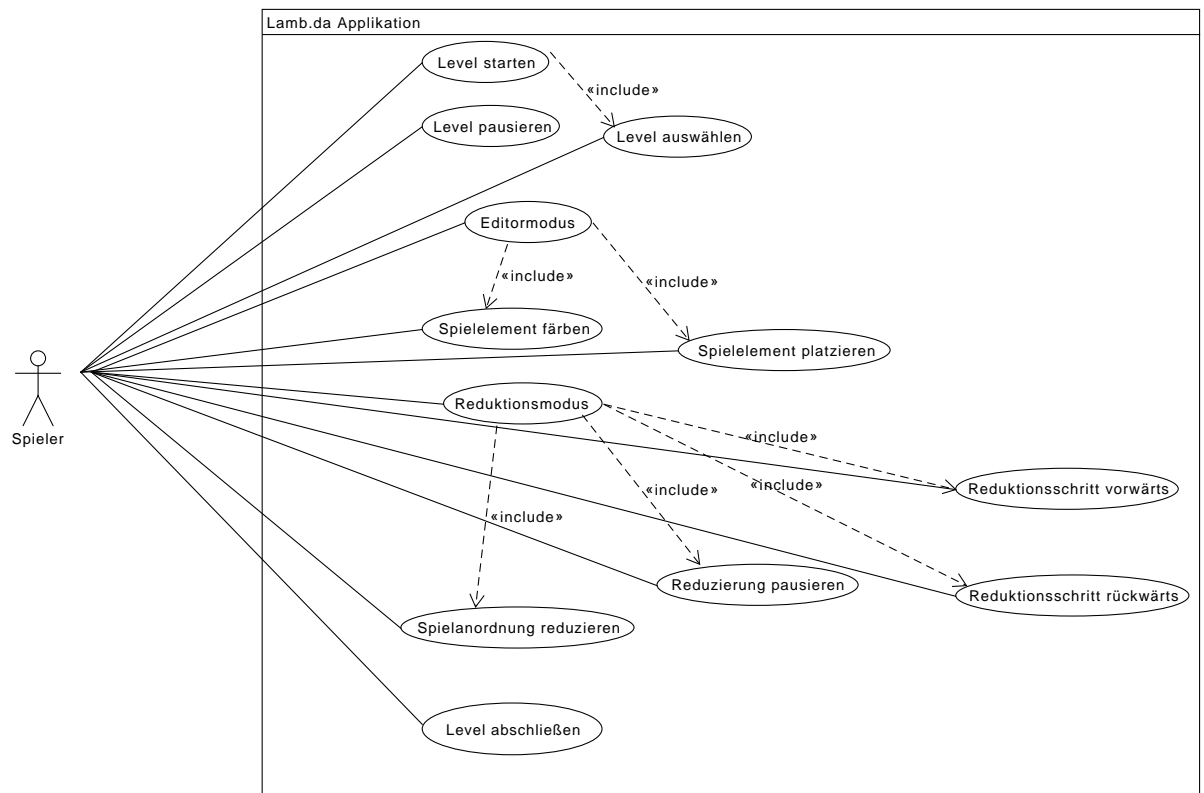


Abbildung 4: Anwendungsfalldiagramm Level spielen

## 10 Testfälle

### 10.1 Globale Testfälle

Folgende Funktionssequenzen sind zu überprüfen:

- /T110/ Erstmaliges Starten des Programms
  - Während das Programm sich im Ladebildschirm befindet, werden dem Spieler Comic-artige Sprechblasen mit lustigen und interessanten Texten angezeigt.
  - Der Nutzer startet das Programm und befindet sich im Sprachauswahlmenü (Abb. 12). Mit den Sprachauswahl-Buttons (S2) wählt er die Sprache Deutsch aus.
  - Durch Drücken des Weiter-Buttons (B1) wechselt das Programm zum Namenswahlmenü (Abb. 13). Hier wird der Spieler nach seinem Namen gefragt, den er in der Namenseingabe-Textbox eingibt.
  - Durch Drücken des Weiter-Buttons (B1) wechselt das Programm zum Avatar-auswahlmenü (Abb. 14). Mit den Knöpfen A1 und A2 wählt er den gewünschten Avatar aus.
  - Durch Drücken des Weiter-Buttons (B1) erscheint der Begrüßungsbildschirm (Abb. 16) mit Name und Avatar des Spielers.
  - Nach 3 Sekunden wechselt das Programm automatisch zum Hauptmenü (Abb. 17).
- /T120/ Starten des Programms, nachdem mindestens ein Profil bereits erstellt wurde
  - Der Nutzer startet das Programm und befindet sich im Profilauswahlmenü (Abb. 15). Hier wählt er durch Drücken des Name-Button (P1), welcher mit seinem Namen beschriftet ist, sein Profil aus.
  - Es erscheint der Begrüßungsbildschirm (Abb. 16) mit Name und Avatar des Spielers.
  - Nach 3 Sekunden wechselt das Programm automatisch zum Hauptmenü (Abb. 17).

- /T130/ Profildaten ändern
  - Der Nutzer befindet sich im Profilauswahlmenü (Abb. 15).
  - Durch Drücken des Konfigurations-Buttons (P2) öffnet sich ein Dialog-Fenster, in dem der Nutzer die Option „Profil editieren“ wählt. Das Programm wechselt zum Sprachauswahlmenü (Abb. 12).
  - Wie in /T110/ beschrieben gibt der Nutzer nacheinander Sprache, Namen und Avatar ein.
  - Nach Drücken des Bestätigungs-Buttons (B3) im Menü Avataorauswahlmenü (Abb. 14) wechselt das Programm zurück in das Profilauswahlmenü (Abb. 15).
- /T140/ Profil löschen
  - Der Nutzer befindet sich im Profilauswahlmenü (Abb. 15).
  - Durch Drücken des Konfigurations-Buttons (P2) öffnet sich ein Dialog-Fenster, in dem der Nutzer die Option „Profil löschen“ wählt.
  - In einem weiteren Dialog-Fenster bestätigt der Spieler seine Aktion.
  - Das Programm wechselt zurück in das Profilauswahlmenü (Abb. 15). Da das Profil jetzt gelöscht ist, erscheint es hier nicht mehr zur Auswahl.
- /T150/ Beispiellevel zur Eingabe-Bestimmung
  - Der Nutzer startet das Beispiellevel in Abbildung 5.
  - Das Programm wechselt zum Editormodus (Abb. 20) und es wird sofort ein Popup-Fenster angezeigt, in dem das Levelziel wie in Abbildung 5b angezeigt wird.
  - Nach dem Schließen des Popups durch Berühren des Fensters sieht der Spieler den Editormodus (Abb. 20) mit dem Term wie in Abbildung 5a.
  - Durch Drücken des Hinweis-Buttons (G2) öffnet sich ein Popup-Fenster, in dem die Hilfestellung zum aktuellen Level wie in Abbildung 5c angezeigt wird. Der Spieler schließt das Popup durch Berühren des Fensters.
  - Über die Drag&Drop Geste wählt der Spieler einen weißen Edelstein von der

Werkzeugleiste aus und zieht diesen an die Position G9 (Abb. 5a). Bevor er den Zeiger loslässt, erscheint ein weißer Edelstein wie in Abbildung 5c, aber jetzt transparent. Durch Loslassen des Zeigers wird der Edelstein an dieser Stelle im Term platziert, er ist jetzt also nicht mehr transparent.

- Durch Drücken des neu hinzugefügten weißen Edelsteins öffnet sich ein Kontextmenü, in dem dem Spieler mehrere Farben zur Verfügung stehen. Er wählt die Farbe rot durch Drücken des entsprechenden Feldes aus, sodass der zuvor weiße Edelstein jetzt rot wird.
- Der Spieler versucht das durch das Level bereits vorgegebene blaue Lamm durch die Drag&Drop Geste auszuwählen und zu verschieben, das Programm unterdrückt dies aber.
- Durch Drücken des Reduktions-Buttons (G5) wechselt das Programm mit dem gerade erstellten Term in den Reduktionsmodus (Abb. 23).
- Der Spieler drückt den Schritt-Vorwärts-Button (R3) und das Programm führt den ersten Reduktionsschritt (Abb. 6) aus. Der Spieler kann eine Animation sehen, in der das rote Lamm den vor sich liegenden grünen Edelstein verzaubert. Dabei verschwindet der grüne Edelstein, es verwandeln sich beide rote Edelsteine in grüne Edelsteine, das rote Lamm verliert sowohl seinen Zauberstab als auch seine Farbe - erhält also die Farbe weiß - und verschwindet darauf auch vom Bildschirm. Der übriggebliebene Term rückt jetzt an die Stelle des roten Lamms.
- Der Spieler drückt den Abspiel-Button (R2). Der automatische Abspielmodus startet und der Abspiel-Button erhält ein Pausesymbol. Das blaue Lamm verzaubert wie oben beschrieben den ersten vor sich liegenden, grünen Edelstein. Nach der Animation bleiben genau zwei nebeneinander stehende, grüne Edelsteine übrig. Es sind keine weiteren Reduktionsschritte möglich, der Abspiel-Button erhält wieder ein Abspielsymbol.
- Die Reduktion ist fertig und der reduzierte Term gleicht dem Levelziel, das Level ist also bestanden. Es öffnet sich der Levelabschluss-Dialog (Abb. 24).

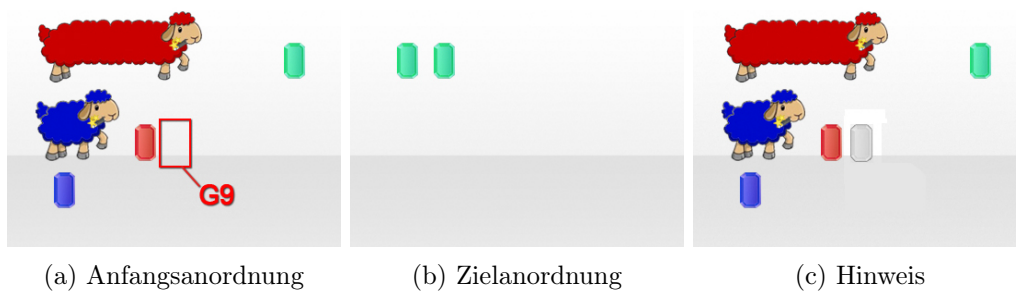


Abbildung 5: Beispiellevel

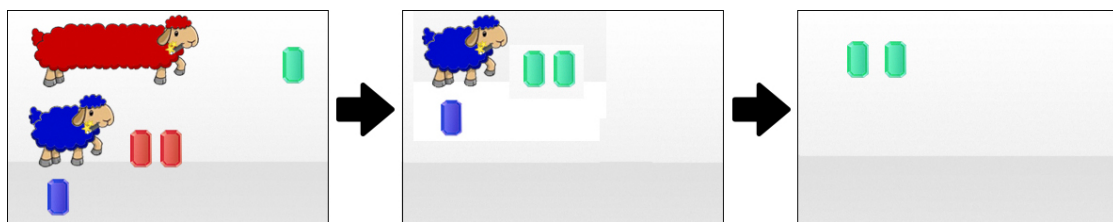


Abbildung 6: Beispiellevel Reduktion

- /T160/ Level auswählen
  - Der Nutzer befindet sich im Hauptmenü (Abb. 17) und drückt den Level-Button (H2). Das Programm wechselt zum Levelauswahlmenü (Abb. 26).
  - Einige Level sind bereits abgeschlossen und durch einen Haken markiert, ein Level ist freigeschaltet und die restlichen Level nicht freigeschaltet und deshalb durch ein Schloss markiert. Level mit demselben Schwierigkeitsgrad sind hier farblich gleich gekennzeichnet.
  - Der Spieler wählt das erste Level durch Drücken des Levelstart-Buttons (L1) aus und das Programm wechselt in den Editormodus zur Bearbeitung dieses Levels.
- /T170/ Das Einkaufsmenü benutzen
  - Der Spieler besitzt durch Abschluss mehrerer Level eine Anzahl an Münzen. Bisher hat er noch keine Elemente im Shop gekauft.
  - Das Programm befindet sich im Hauptmenü (Abb. 17). Durch Drücken des Einkaufs-Button (H6) wechselt es zum Einkaufsmenü (Abb. 27).

- Hier wählt der Spieler das Musik-Dropdownmenü (E1) aus. Es erscheinen mehrere zum Kauf verfügbare Objekte (Abb. 28).
  - Der Spieler wählt den ersten Sound aus und wird darauf durch ein Dialog-Fenster zur Bestätigung des Kaufs gebeten.
  - Nach der Bestätigung wird der Sound freigeschaltet und automatisch aktiviert.
  - Durch Wiederholen dieser Schritte kauft er auch den zweiten verfügbaren Sound. Dieser wird automatisch aktiviert.
  - Der Spieler aktiviert nun wieder den ersten Sound, indem er auf das zweite Element drückt. Das aktivierte erste Element wird durch einen Haken gekennzeichnet, der Haken beim deaktivierten zweiten Element wird entfernt.
- /T180/ Optionen auswählen
    - Das Programm befindet sich im Hauptmenü (Abb. 17). Durch Drücken der Stumm-Checkbox (H5) wird die Hintergrundmusik deaktiviert.
    - Durch Drücken des Optionen-Buttons (H4) wechselt das Programm in das Optionsmenü (Abb. 18). Hier aktiviert der Spieler durch Drücken der Lehrermodus-Checkbox (O1) den Lehrermodus und durch Drücken der Farbenblindenmodus-Checkbox (O2) den Farbenblindenmodus.
    - Durch Verschieben des Geräusche-Sliders (O4) passt der Spieler die Geräusche-lautstärke und durch Verschieben des Musik-Sliders (O5) die Musikkautstärke an.
    - Durch Drücken des Zurück-Buttons (B2) wechselt das Programm zurück in das Hauptmenü (Abb. 17).
  - /T190/ Benutzerstatistik ansehen
    - Das Programm befindet sich im Hauptmenü (Abb. 17). Durch Drücken des Erfolge-Buttons (H3) wechselt das Programm in das Erfolgsmenü (Abb. 25). Hier kann der Spieler seine abgeschlossenen Erfolge einsehen.
    - Durch Drücken des Zurück-Buttons (B2) wechselt das Programm zurück in das Hauptmenü (Abb. 17).
    - Durch Drücken des Optionen-Buttons (H4) wechselt das Programm in das Optionsmenü (Abb. 18).

- Durch Drücken des Statistik-Buttons (O3) wechselt das Programm in das Statistikmenü (Abb. 19). Hier kann der Spieler Statistiken zu seinem Spielverhalten einsehen.
- Durch Drücken des Zurück-Buttons (B2) wechselt das Programm zurück in das Optionsmenü (Abb. 18).
- Durch Drücken des Zurück-Buttons (B2) wechselt das Programm zurück in das Hauptmenü (Abb. 17).

## 10.2 Datenkonsistenzen

Folgende Datenkonsistenzen sind zu überprüfen:

- /T210/ Ein Profil ist eindeutig durch den Namen gekennzeichnet. Es kann nicht mehrere Profile mit demselben Namen geben.



# 11 Systemmodelle

## 11.1 Objektmodelle

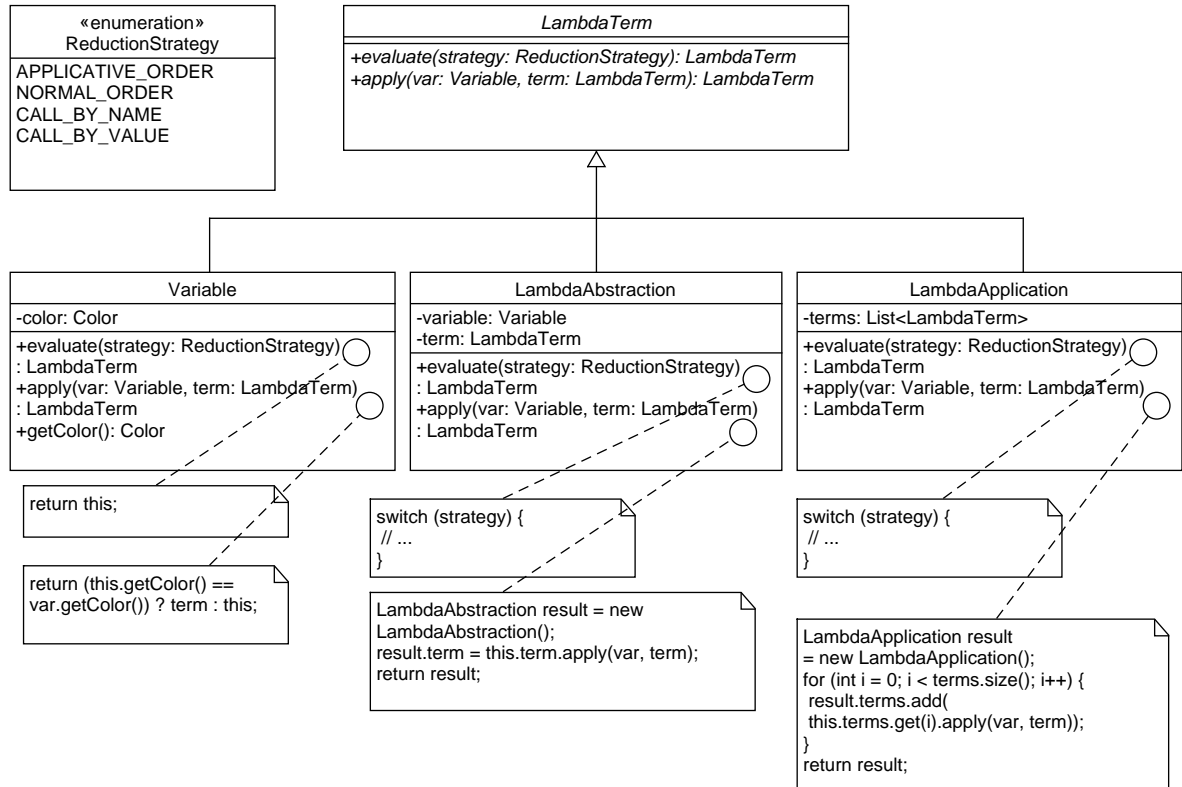


Abbildung 7: UML Klassendiagramm zum Lambda-Kalkül

## 11.2 Dynamische Modelle

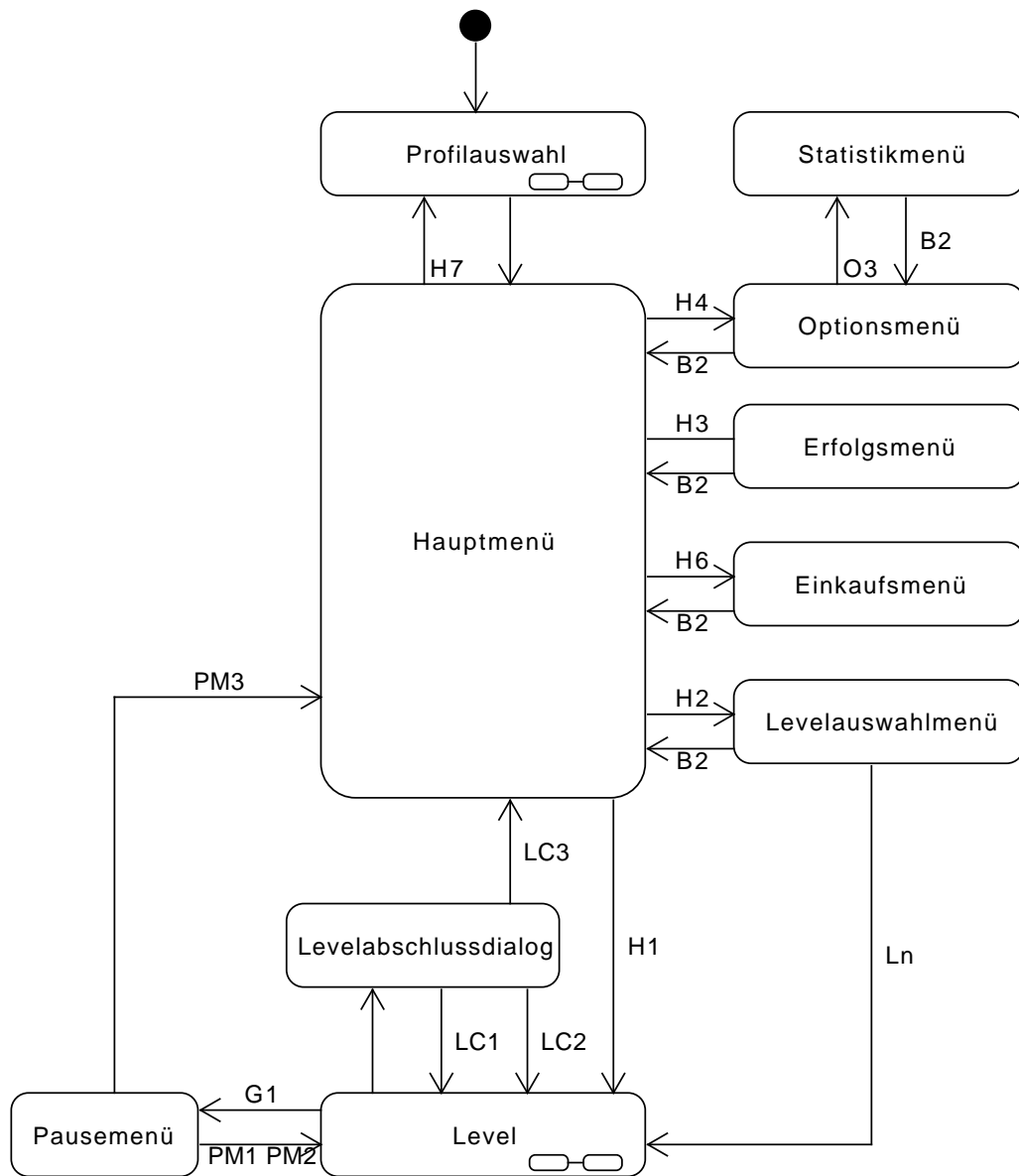


Abbildung 8: Zustandsautomat zur Menübedienung

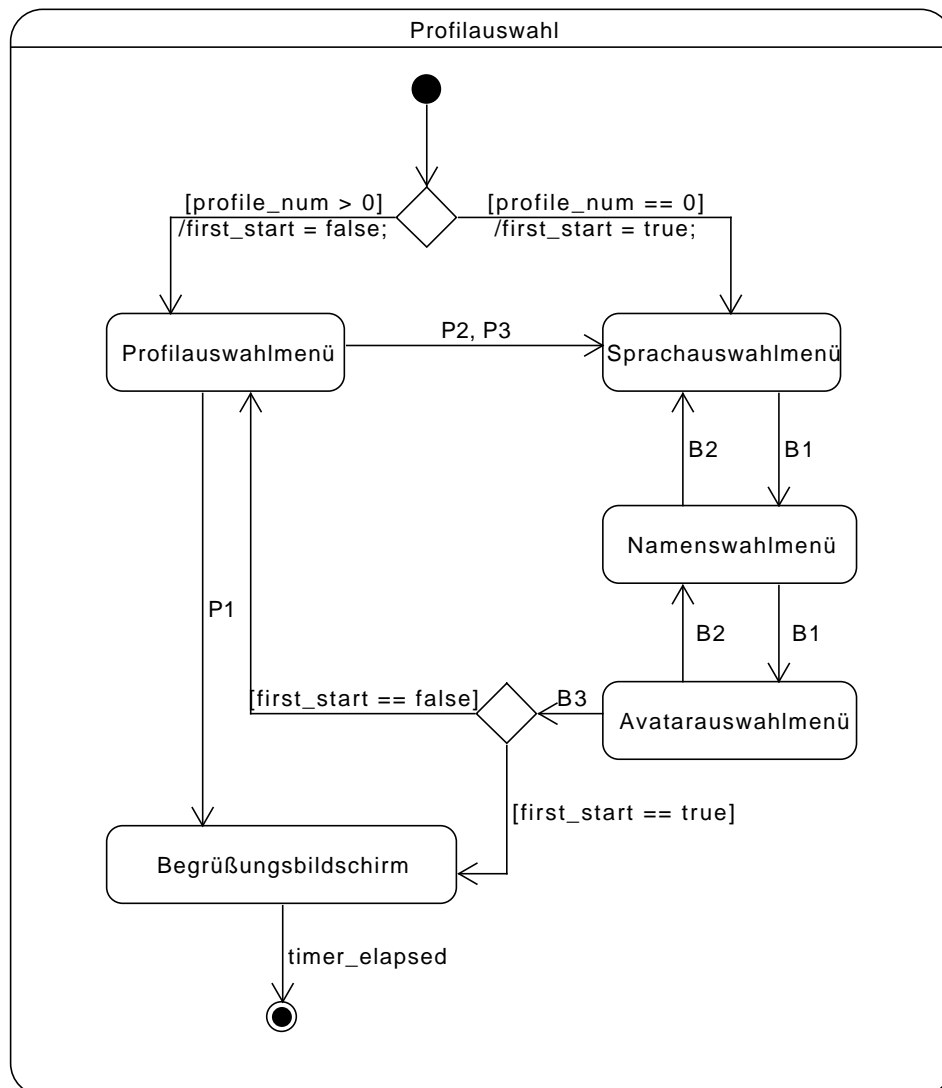


Abbildung 9: Zustandsautomat zur Profilerstellung/-editierung/-auswahl

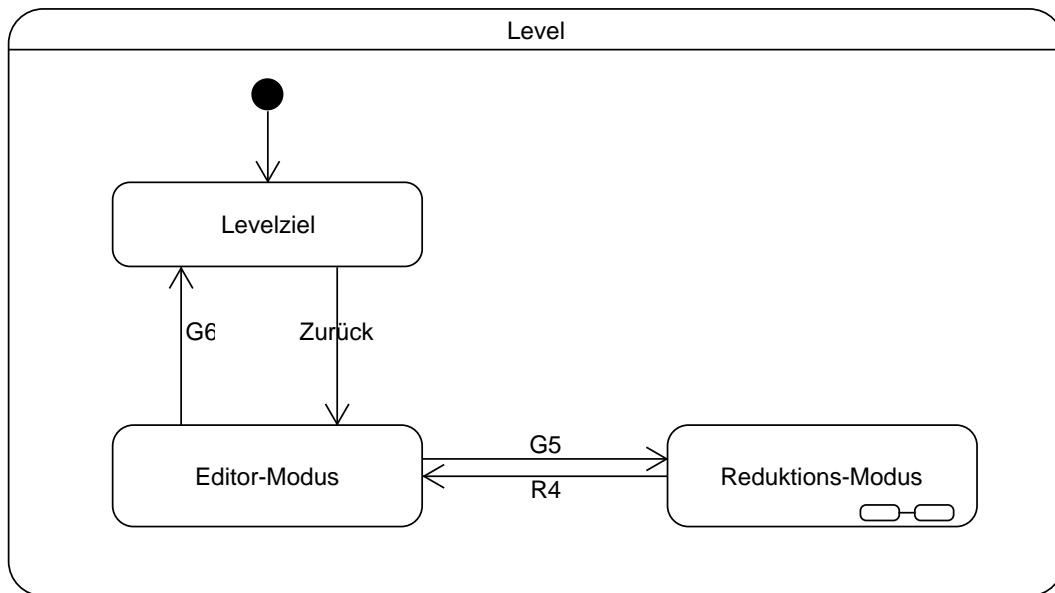


Abbildung 10: Zustandsautomat zum Ablauf eines Levels

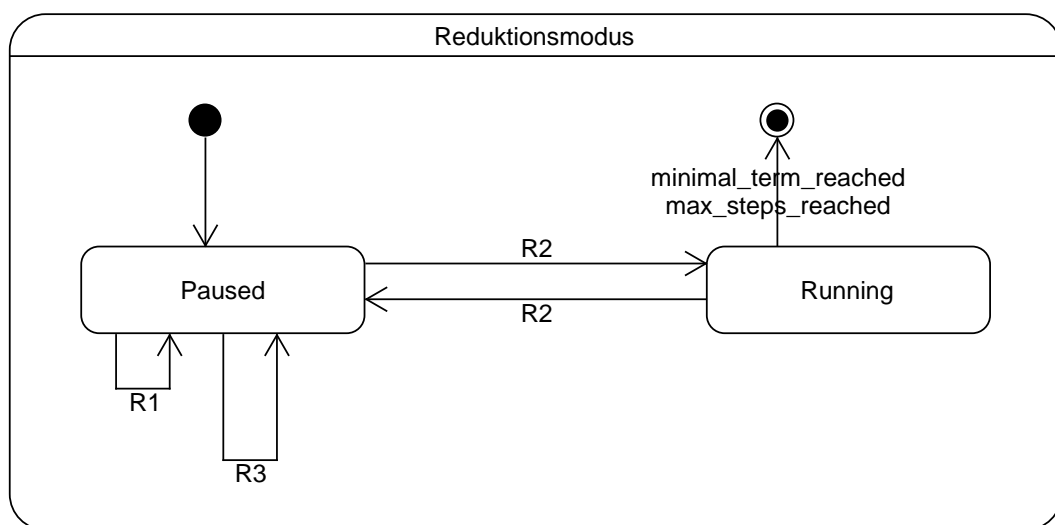


Abbildung 11: Zustandsautomat zur Funktion des Reduktionsmodus

### 11.3 Benutzerschnittstelle



Abbildung 12: Sprachauswahlmenü

- S1** Sprachen-Label: Zeigt aktuell ausgewählte Sprache an
- S2+** Sprachenauswahl-Buttons: Zum Wechseln der Sprache
- S3** Flaggen-Image: Zeigt aktuell ausgewählte Sprache an
- B1** Weiter-Button: Zum Wechsel in das Namenswahlmenü (Abb. 13)

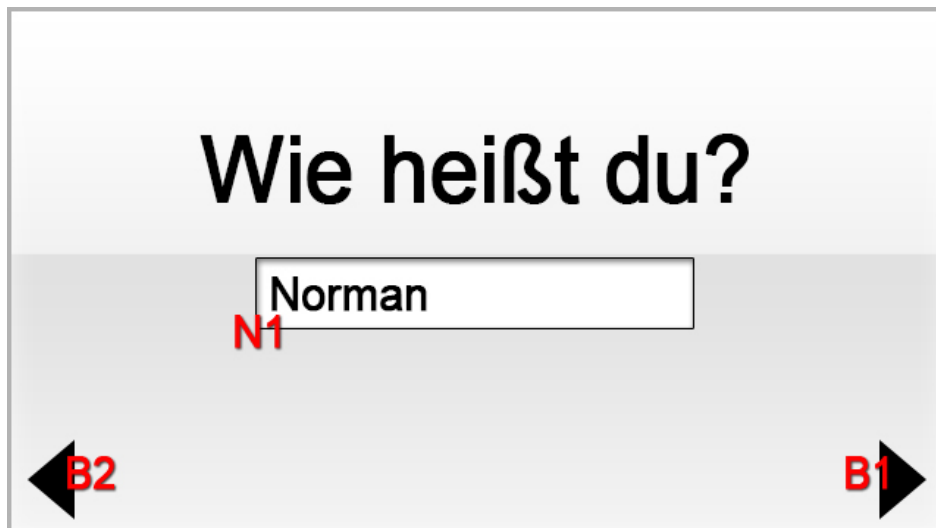


Abbildung 13: Namenswahlmenü

- N1** Namenseingabe-Textbox: Zur Eingabe des Namens

- B2** Zurück-Button: Zum Wechsel in das Sprachauswahlmenü (Abb. 12)  
**B1** Weiter-Button: Zum Wechsel in das Avatauswahlmenü (Abb. 14)



Abbildung 14: Avatauswahlmenü

- A1** Avatar-Image: Zeigt aktuell ausgewählten Avatar an  
**A2** Avatauswahl-Buttons: Zum Wechseln des Avatars  
**B2** Zurück-Button: Zum Wechsel in das Namenswahlmenü (Abb. 13)  
**B3** Bestätigungs-Button: Zum Beenden der Profileditierung

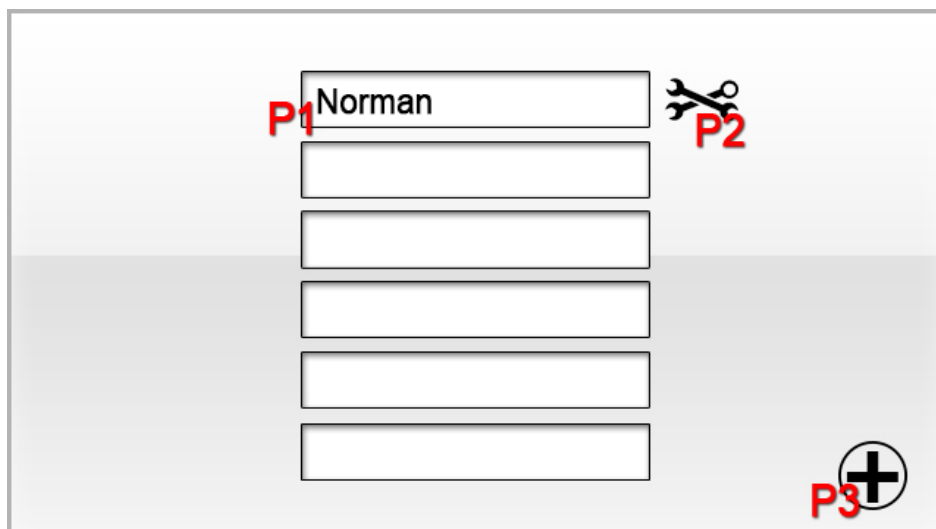


Abbildung 15: Profilauswahlmenü

- P1 Name-Button: Zum Einloggen eines Profils
- P2 Konfigurations-Button: Zum Editieren und Löschen eines Profils
- P3 Hinzufügen-Button: Zum Hinzufügen eines Profils



Abbildung 16: Begrüßungsbildschirm

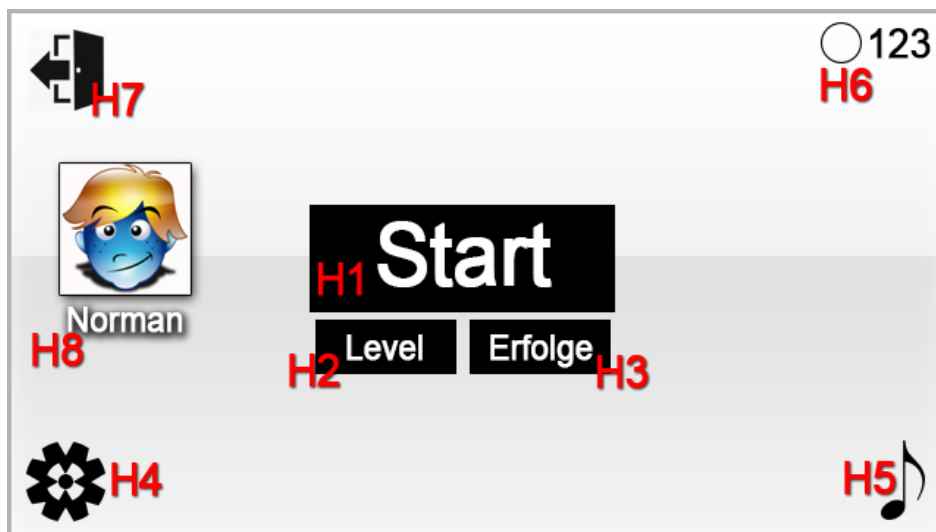


Abbildung 17: Hauptmenü

- H1 Start-Button: Zum Starten des zuletzt freigeschalteten Levels
- H2 Level-Button: Zum Wechsel in das Levelauswahlmenü (Abb. 26)
- H3+ Erfolge-Button: Zum Wechsel in das Erfolgsmenü (Abb. 25)
- H4 Optionen-Button: Zum Wechsel in das Optionsmenü (Abb. 18)

- H5** Stumm-Checkbox: Zum An-/Ausschalten der Hintergrundmusik
- H6+** Einkaufs-Button: Zum Wechsel in das Einkaufsmenü (Abb. 27)
- H7** Logout-Button: Zum Wechsel in das Profilauswahlmenü (Abb. 15)
- H8** Namens-Label und Avatar: Zeigt aktuell angemeldetes Profil an

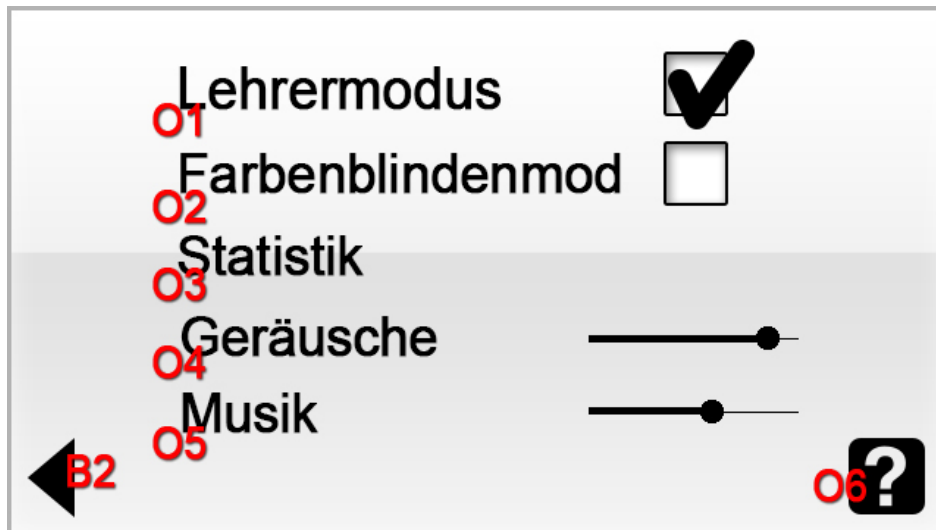


Abbildung 18: Optionsmenü

- O1+** Lehrermodus-Checkbox: Zum Ein-/Ausschalten des Lehrermodus
- O2+** Farbenblindenmodus-Checkbox: Zum Ein-/Ausschalten des Farbenblindenmodus
- O3** Statistik-Button: Zum Wechsel in das Statistikmenü (Abb. 19)
- O4** Geräusche-Slider: Zum Einstellen der Geräuschlautstärke
- O5** Musik-Slider: Zum Einstellen der Hintergrundmusiklautstärke
- O6** Hilfe-Button: Gibt Hilfe zum Optionsmenü
- B2** Zurück-Button: Zum Wechsel in das Hauptmenü (Abb. 17)



<b>S1</b>	Zeit	2:42h
<b>S2</b>	erfolg. Versuche	42/73
<b>S3</b>	abgeschl. Level	19
<b>S4</b>	Anzahl gesam. Coins	0 258

**B2**

Abbildung 19: Statistikmenü

**Sn** Statistik-Label: Zeigt ein Statistik-Datum an

**B2** Zurück-Button: Zum Wechsel in das Optionsmenü (Abb. 18)

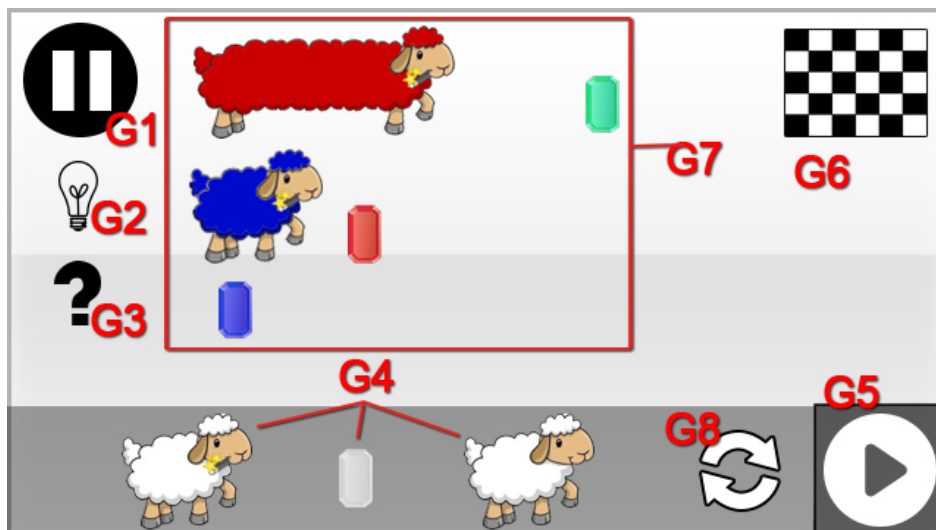


Abbildung 20: Editormodus

**G1** Pause-Button: Zum Anzeigen des Pause-Dialogs (Abb. 21)

**G2+** Hinweis-Button: Zum Anzeigen von Tipps zum Level

**G3** Hilfe-Button: Gibt Hilfe zum Editormodus

**G4** Drag&Drop-Elemente: Zum Erstellen eines Terms

**G5** Reduktions-Button: Zum Wechsel in den Reduktionsmodus (Abb. 23) mit aktuellem

Term und Reduktionsstrategie

**G6** Levelziel-Button: Zum Anzeigen des Levelziels

**G7+** Term-View: Zeigt aktuellen Term an

**G8+** Reduktionsstrategie-Button: Zur Auswahl der Reduktionsstrategie

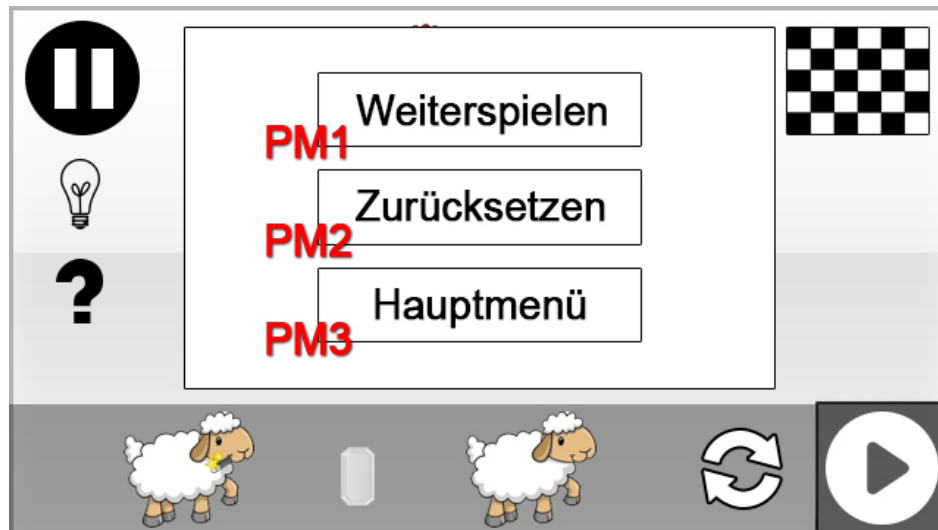


Abbildung 21: Pause-Dialog

**PM1** Weterspielen-Button: Schließt den Pause-Dialog

**PM2** Zurücksetzen-Button: Setzt den Term auf auf die Levelvorgabe zurück

**PM3** Hauptmenü-Button: Beendet das Level und wechselt zum Hauptmenü

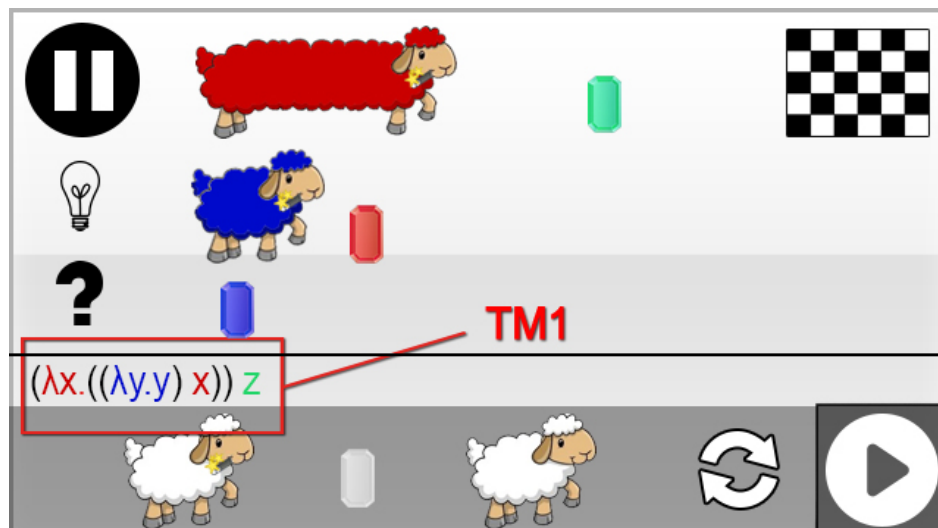


Abbildung 22: Editormodus mit aktiviertem Lehrmodus

**TM1+** Lambdaterm-Label: Zeigt aktuellen Term in Lambdakalkül-Schreibweise an

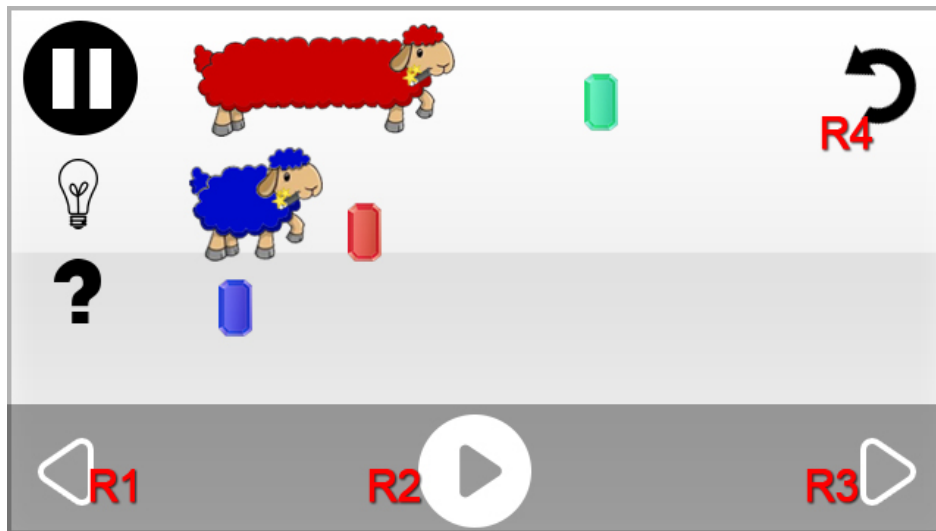


Abbildung 23: Reduktionsmodus

- R1** Schritt-Rückwärts-Button: Macht den letzten Reduktionsschritt rückgängig
- R2** Abspiel-Button: Startet das automatische Reduzieren
- R3** Schritt-Vorwärts-Button: Führt einen Reduktionsschritt aus
- R4** Zurück-Button: Wechselt zurück in den Editormodus (Abb. 20)

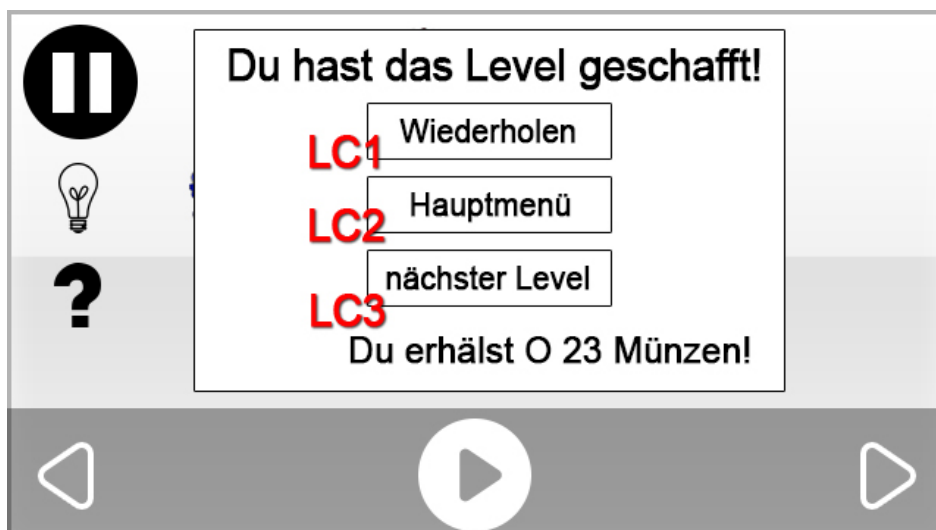


Abbildung 24: Levelabschluss-Dialog

- LC1** Wiederholen-Button: Startet dasselbe Level erneut

**LC2** Hauptmenü-Button: Wechselt in das Hauptmenü (Abb. 17)

**LC3** Nächster-Level-Button: Startet das nächste Level



Abbildung 25: Erfolgsmenü

**K1+** Kategorie-Label: Überschrift für eine Menge von Erfolgen

**K2+** Achievement-Label: Beschreibung eines einzelnen Erfolges

**B2+** Zurück-Button: Wechselt in das Hauptmenü (Abb. 17)



Abbildung 26: Levelauswahlmenü

**Ln** Levelstart-Button: Startet das gewählte Level

- L1** Levelstart-Button mit Haken: Freigeschaltetes Level, welches abgeschlossen wurde
- L2** Levelstart-Button ohne Haken: Freigeschaltetes Level, welches nicht abgeschlossen wurde
- L3** Levelstart-Button mit Schloss: Nicht freigeschaltetes Level
- L4** Seitenauswahl-Button: Wechselt zwischen Seiten mit Leveln
- L5** Hilfe-Button: Gibt Hilfe zum Levelauswahlmenü
- L6+** Sandbox-Button: Startet die Sandbox
- B2** Zurück-Button: Wechselt in das Hauptmenü (Abb. 17)

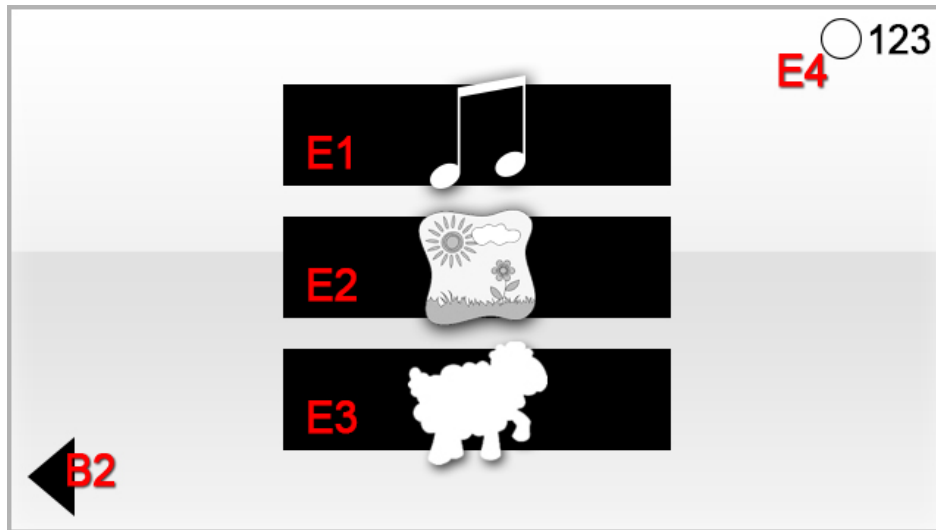


Abbildung 27: Einkaufsmenü

- E1+** Musik-Dropdownmenü: Zeigt kaufbare Hintergrundmusikstücke an
- E2+** Hintergrund-Dropdownmenü: Zeigt kaufbare Hintergrundbilder an
- E3+** Texturen-Dropdownmenü: Zeigt kaufbare Texturbilder an
- E4+** Münzen-Label: Zeigt aktuelle Anzahl von Münzen an
- B2+** Zurück-Button: Wechselt in das Hauptmenü (Abb. 17)

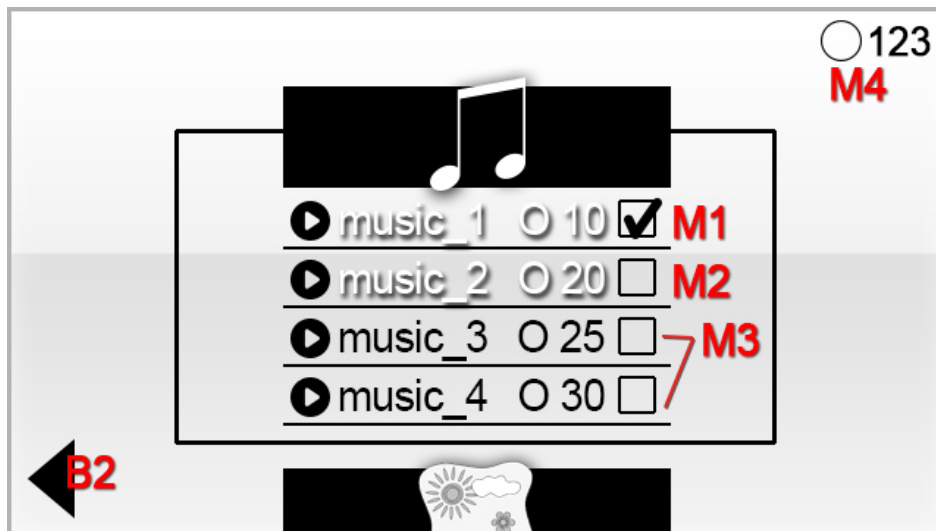


Abbildung 28: Einkaufsmenü mit geöffnetem Musik-Dropdownmenü

- Mn+** Shopelement-Button: Gibt Informationen zum kaufbaren Objekt, dient zum Kauf und zur Aktivierung
- M1+** Weißer Shopelement-Button mit Haken: Zeigt an, dass dieses Element erworben und aktiviert ist
- M2+** Weißer Shopelement-Button ohne Haken: Zeigt an, dass dieses Element erworben, aber nicht aktiviert ist
- M3+** Schwarzer Shopelement-Button: Zeigt an, dass dieses Element erworben werden kann

## 12 Glossar

### **Achievement**

Errungenschaft/Erfolg. Bezeichnet eine Auszeichnung für eine bestimmte Leistung. Kann im Spiel gewonnen werden.

Beispiel: Lambda für Anfänger Du hast das Tutorial erfolgreich abgeschlossen

### **Android**

Betriebssystem und Softwareplattform hauptsächlich für mobile Geräte. Das Spiel/Produkt wird in erster Linie für Android entwickelt.

### **App**

Kurz für Application oder Applikation und bezeichnet Anwendungssoftware. Im Deutschen meistens jene von mobilen Geräten.

### **Avatar**

Im Profil des Benutzers ist der Avatar, ein Bild, aus einer vorgefertigten Sammlung wählbar. Der Avatar soll, mit dem Profilnamen, den Nutzer repräsentiert und ist rein kosmetisch. Ziel ist dem Spieler die Möglichkeit zu geben sein Profil persönlicher gestalten.

### **Beta-Konversion**

Stellt im Lambda-Kalkül das Konzept der Funktionsanwendung dar.

### **Button**

Ein Steuerungselement, das ein Knopf oder eine Taste repräsentiert. Durch einen Klick darauf wird eine Aktion, wie zum Beispiel das Schließen des aktuellen Fensters, ausgeführt.

### **Checkbox**

Ein Element grafischer Benutzeroberflächen. Wird meist als Kästchen dargestellt, das mit einem Klick aktiviert (abgehakt) oder wieder deaktiviert wird. Zum Beispiel um die Musik in einem Spiel an oder aus zu stellen.

### **Drag&Drop-Geste**

Der Benutzer klickt ein Objekt auf dem Bildschirm an. Solange er nicht loslässt, zieht er das Objekt, wodurch es sich typischerweise mit seinem Finger mitbewegt. Lässt er los, lässt er das Objekt wieder fallen", wodurch es an seinem neuen Platz abgelegt wird.

### **Dropdownmenü**

Stellt eine Schaltfläche dar, die durch einen Klick eine, vorher nicht sichtbare, Liste

an Optionen bzw. ein Menü unter sich aufklappt, indem dann gearbeitet werden kann. Durch einen weiteren Klick auf die Schaltfläche verschwindet das Menü wieder.

**Editormodus**

Ein logischer Modus, in dem der Spieler die Möglichkeit hat Lämmer und Edelsteine in eine bestimmte Anordnung zu bringen.

**Image**

Bezeichnet ein Bild bzw. Grafik im Spiel.

**Label**

Element der Benutzeroberfläche, das verwendet wird um Text auszugeben.

**Lambda-Kalkül**

Der Lambda-Kalkül ist eine formale Sprache, die zur Untersuchung von mathematischen Funktionen entwickelt wurde. Die Grundlagen des Lambda-Kalküls zu erlernen ist das Ziel des Produkts.

**Level**

Hier bezeichnet ein Level ein abgeschlossenen Teil des Spiels. Der Spieler betritt/startet das Level. Ihm wird eine Aufgabe, wie zum Beispiel ein Rätsel gestellt. Nach dem Abschließen der Aufgabe verlässt der Spieler das Level wieder.

**Münzen**

Virtuelle Währung des Spiels. Sie kann zum Beispiel durch erfolgreiches Abschließen eines Levels verdient werden. Gewonnene Münzen können im Spiel dann wiederum ausgegeben werden.

**Pinch-Geste**

Durch Berührung zweier Punkte auf dem Bildschirm wird zwischen ihnen ein nicht sichtbares Zentrum erzeugt. Bewegt der Benutzer seine Finger näher zum Zentrum oder entfernt er sie weiter davon werden für gewöhnlich Aktionen wie die, entsprechend der Bewegung, Vergrößerung oder Verkleinerung von Objekten durchgeführt.

**Popup**

Popups sind kleinere Fenster, die auf dem Bildschirm erscheinen und das Fenster hinter ihnen teilweise verdecken. Sie zeigen oft zusätzliche Inhalte an oder suchen Bestätigung für eine Aktion des Nutzers.

**Profil**

Profile machen das Benutzen des Spiels von mehreren Personen möglich. Jeder Benutzer hat ein eigenes Profil, das alle seine Daten (Name, Spielfortschritt usw.)



speichert. Der Benutzer wählt beim Start sein Profil aus, wodurch das Spiel, wie er es zuvor verlassen hat, geladen wird, obwohl zum Beispiel in der Zwischenzeit ein Zweiter auf einem anderen Profil gespielt hat.

### **Reduktion**

Oder Beta-Reduktion. Anderer Name für die Beta-Konversion, falls diese ausschließlich von links nach rechts angewandt wird.

### **Reduktionsmodus**

Ein logischer Modus, in dem eine bestimmte gegebene Anordnung von Spielelementen gemäß den Spielregeln umgewandelt wird.

### **Shop**

Der Shop ist ein Menü im Spiel, indem die im Spiel existierende Währung der Münzen gegen verschiedenste Dinge eingetauscht werden kann.

### **Slider**

Ein Schieberegler. Er besteht aus einer Leiste und einem Zeiger, der auf dieser verschiebbar ist. Durch Verschieben des Zeigers kann aus einem Bereich an Werten ausgewählt werden. Zum Beispiel zur Einstellung der Lautstärke.

### **Smartphone**

Ein mobiles Telefon, das mehr Computer-Funktionalitäten besitzt, als ein herkömmliches Telefon. Häufiges Merkmal ist ein sogenannter Touchscreen, der zu einem großen Teil zur Bedienung benutzt wird.

### **Tablet**

Es ähnelt einem Smartphone und verwendet häufig auch für Smartphones entwickelte Betriebssysteme. Ein Tablet ist aber normalerweise um ein Vielfaches größer und besitzt dadurch einen größeren Touchscreen.

### **Term**

Mit einem Term wird hier ein Ausdruck im Lambda-Kalkül beschrieben. Das Spiel basiert auf der Idee solche Terme kindgerecht zu visualisieren.

### **Textbox**

Wird benutzt um (Text-)Eingaben des Spielers zu ermöglichen. Die Textbox wird dabei durch einen Klick markiert, worauf es möglich ist eine Eingabe in sie zu schreiben.

### **Touchscreen**

Berührungsempfindlicher Bildschirm. Durch Berührungen und Gesten auf dem Touchscreen kann ein Gerät bedient werden.

## **Zoom**

Durch Zoomen scheint Spieler den Bildausschnitt näher zu einem Objekt zu bewegen oder ihn weiter davon zu entfernen. Dadurch kann der Nutzer kleine Objekte größer darstellen oder sich bei vielen Objekten einen Überblick "von oben" verschaffen.