

Lamb.da - Das Spiel

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

25. November 2014



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Spielaufbau	5
2.1	Spielelemente	5
2.2	Spielregeln	5
2.3	Spielmodi	6
2.4	Leveltypen	7
3	Zielbestimmung	8
3.1	Musskriterien	8
3.2	Wunschkriterien	8
3.3	Abgrenzungskriterien	9
4	Produkteinsatz	10
4.1	Anwendungsbereiche	10
4.2	Zielgruppen	10
4.3	Betriebsbedingungen	10
5	Produktumgebung	11
5.1	Software	11
5.2	Hardware	11
6	Funktionale Anforderungen	12
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
7	Produktdaten	17
8	Nichtfunktionale Anforderungen	18
8.1	Leistung und Stabilität	18
8.2	Benutzerinteraktion	18
8.3	Rechtliches	19
9	Anwendungsfälle und Szenarien	20
9.1	Szenarien	20
9.1.1	Erstausführung	20
9.1.2	Level spielen	21
9.1.3	Profil anlegen	23

9.1.4	Profilverwaltung	24
9.1.5	Profil wechseln	25
9.1.6	Profil löschen	26
9.1.7	Einstellungen ändern	26
9.1.8	Belohnungen eintauschen	27
9.1.9	Erfolgsansicht	29
9.1.10	Level erzeugen im freien Modus	29
9.1.11	Betriebssysteminteraktion	29
10	Testfälle	31
10.1	Globale Testfälle	31
10.2	Datenkonsistenzen	34
11	Systemmodelle	35
11.1	Objektmodelle	35
11.2	Dynamische Modelle	36
11.3	Benutzerschnittstelle	38
12	Glossar	39

1 Einleitung

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 λ -Kalkül. Die Farbe des Lamms (nicht weiß) beschreibt dabei den durch die Abstraktion gebundenen Variablennamen. Jedes Lamm besitzt eine Anzahl Edelsteinen 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 λ -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.

Edelstein repräsentiert eine Variable im λ -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 β -Konversion. 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.

Farbenregel repräsentiert die α -Konversion. Wenn ein Lamm einen Freundeskreis verzaubert und es dabei im eigenen sowie im verzauberten Freundeskreis zwei Lämmer 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 λ -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 Farbenregel 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

Editor-Modus

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.

Reduktions-Modus

Hier wird eine bestimmte gegebene Anordnung von Spielelementen gemäß den Spielregeln umgewandelt. Der Spieler hat die Möglichkeit die Reduktions-Schritte

einzelnen 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 Editor-Modus zu finden, welcher durch Ausführen der Spielregeln im Reduktions-Modus 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 Editor-Modus zu finden, welcher durch Ausführen der Spielregeln im Reduktions-Modus aus einem im Level gegebenen Eingabe-Term hervorgeht. Um im Reduktions-Modus 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 λ -Kalküls und dadurch die Grundlage funktionaler Programmierung

3.1 Musskriterien

- Bedienen über ein Smartphone per Toucheingabe
- Auflösen von Lamm-Konstellationen (Analogie zu λ -Termen)
 - Bestimmen eines Endresultats bei einer bereits gegebenen, vollständigen Anordnung von Lämmern
 - Vervollständigen einer Anordnung von Lämmern, um ein gegebenes Endresultat zu erreichen
- Verfolgen des Lernfortschritts durch Eltern oder Lehrer
 - Achievementsystem
 - 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
 - Mac OS X-Anwendung
- Erstellen, Konfigurieren und Löschen von mehreren Spielerprofilen

- Anzeigen von Hinweisen zur Lösung des Level-Ziels
- Editor zur Erstellung eigener Level
- 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 λ -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 β -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 λ -Kalkül (außer bei aktivierter Lehreroption)
- Keine Unterstützung von Online-Funktionen
- Kein Mehrspielermodus

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 λ -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

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.
- /FA150/ Beim Auswählen eines Profils werden die dazu gespeicherten Daten automatisch geladen.
- /FA160/ Nach dem Auswählen eines Profils wird der Nutzer durch eine profilspezifische Nachricht begrüßt.

6.2 Spielmodi

Im Editor-Modus werden Terme erstellt, angezeigt und bearbeitet.

- /FA211/ Durch Ziehen können Objekte sowohl von der Werkzeugleiste als auch vom Term ausgewählt werden.
- /FA212/ Während ein Objekt ausgewählt ist, wird die aktuelle Stelle im Term, an der das Objekt platziert werden kann, farblich markiert.
- /FA213/ Während ein Objekt ausgewählt ist, kann durch Loslassen des Zeigers das Objekt an der aktuellen Stelle im Term platziert werden.

- /FA214/ Während ein Objekt ausgewählt ist, kann durch Loslassen des Zeigers über der Werkzeugleiste das Objekt gelöscht werden.
- /FA215/ Neu hinzugefügte Objekte erhalten die Farbe weiß.
- /FA216/ Durch Drücken eines Objektes wird ein Popup-Fenster geöffnet, in dem eine neue Farbe für das Objekt ausgewählt werden kann.
- /FA217/ Das Ändern der Position oder Farbe von durch ein Level vorgegebenen Objekten kann optional unterdrückt werden.
- /FA217/ Gültige Terme enthalten keine weißen Objekte.

Im Reduktions-Modus werden Terme schrittweise durch Beta-Konversionen reduziert.

- /FA221/ Durch Drücken des Vorwärts-Knopfes wird eine einzelne Konversion ausgeführt.
- /FA222/ Durch Drücken des Rückwärts-Knopfes wird der Term auf den Zustand vor der zuletzt ausgeführten Konversion zurückgesetzt.
- /FA223/ Durch Drücken des Abspielen-Knopfes werden automatisch nacheinander schrittweise Konversionen durchgeführt bis keine Reduktionen mehr möglich sind oder der Pause-Knopf gedrückt wurde.

6.3 Level

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

- /FA231/ Das Ziel des Leveltyps „Eingabe-Bestimmung“ ist es, im Editor-Modus einen gültigen Term zu erstellen, welcher durch Konversionen im Reduktions-Modus in einen minimalen im Level vorgegebenen Term umgewandelt wird.
- /FA232/ Das Ziel des Leveltyps „Ausgabe-Bestimmung“ ist es, im Editor-Modus einen gültigen Term zu erstellen, welcher aus der Reduktion eines im Level vorgegebenen Terms hervorgeht.
- /FA233/ Nur das erste Level ist nach Erstellung eines Profils freigeschaltet, durch Abschließen eines Levels wird das darauf folgende Level freigeschaltet.

- /FA234/ Nach erstmaligem erfolgreichen Abschließen eines Levels wird automatisch das darauf folgende Level gestartet.
- /FA235/ Nach erfolgreichen Abschließen eines Levels wird der Spieler durch ein Popup-Fenster über den Erfolg informiert.
- /FA235/ Nach erstmaligem erfolgreichen Abschließen des letzten Levels wird dem Spieler durch ein Popup zu seiner Leistung gratuliert.
- /FA236/ Über ein Level-Menu kann der Spieler seinen Level-Fortschritt beobachten und bereits freigeschaltete Level erneut spielen.
- /FA237/ Die Level sind in verschiedene Schwierigkeitsstufen eingeteilt, welche durch Farbe und Hintergrundbild voneinander unterscheidbar sind.
- /FA238/ Über einen Hinweis-Knopf kann sich der Spieler Tipps und Lösungsansätze zu dem aktuellen Level anzeigen lassen.

6.4 Gamification

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

- /FA241/ Das erstmalige Abschließen eines Levels wird mit einer Level-spezifischen Anzahl von Münzen belohnt.
- /FA242/ Im Shop kann der Nutzer gegen Eintausch von Münzen neue Sounds, Hintergrundbilder und Avatare freischalten.
- /FA242/ Vor dem freischalten eines Elements im Shop wird der Spieler um eine Bestätigung gebeten.
- /FA243/ Im Shop freigeschaltete Elemente können dort durch ein Kontrollkästchen aktiviert werden. Standardmäßig werden gerade gekaufte Sounds oder Hintergrundbilder sofort aktiviert.
- /FA244/ Für bestimmte Leistungen werden Erfolgsnachrichten in einem Achievement-Menu angezeigt. Folgende Erfolge sind mindestens möglich:
 - Alle Level eines Schwierigkeitsgrades abgeschlossen.

- /FA244/ 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.

- /FA231/ In einem Statistik-Menü werden verschiedene Daten angezeigt. Folgende Daten sind möglich:
 - Spielzeit
 - Anzahl Versuche gesamt
 - Erfolgsquote für das Bestehen der Level
 - Häufigkeit der Nutzung von Hinweisen
- /FA231/ Über den Lehrermodus wird im Editor sowie im Reduktions-Modus der aktuelle Lambda-Term in mathematischer Darstellung angezeigt.

6.6 Benutzerinteraktion

- /FA231/ Über den Touchscreen des Gerätes kann der Nutzer mit dem Programm interagieren.
- /FA238/ Über den Lautstärkeregler des Gerätes kann die Lautstärke des Programms verändert werden.
- /FA238/ Mit dem „Zurück-Knopf“ des Gerätes kann in der Menu-Auswahl in das vorherige Menu gewechselt werden.
- /FA238/ Mit der Drag&Drop-Geste kann im Editor der Term auf dem Bildschirm verschoben werden.
- /FA238/ Mit die Pinch-Geste kann im Editor die Zoomstufe verändert werden.
- /FA238/ Über einen Knopf im Hauptmenü kann die Hintergrundmusik an- und ausgeschaltet werden.

- /FA238/ Das Programm unterstützt das Auswählen der Sprachen Englisch, Deutsch und Französisch.

7 Produktdaten

Alle Daten werden Profil-spezifisch gespeichert.

- /D10/ Profil
 - /LD10/ Profilname
 - /LD10/ Avatar
 - /LD10/ Sprache
- /D10/ Spieloptionen
 - /LD10/ Lehrermodus aktiviert
 - /LD10/ Hintergrundmusik aktiviert
- /D10/ Spielfortschritt
 - /LD10/ Letztes freigeschaltetes Level
 - /LD10/ Abgeschlossene Achievements
- /D10/ Statistik
 - /LD10/ Gesamtanzahl der Versuche
 - /LD10/ Erfolgreiche Versuche
 - /LD10/ Zeit im Editor verbracht
 - /LD10/ Zeit im Reduktions-Modus verbracht
 - /LD10/ Gesamtzeit im Programm verbracht
 - /LD10/ Anzahl der genutzten Hinweise

8 Nichtfunktionale Anforderungen

8.1 Leistung und Stabilität

- /NF120/ Die Ladezeit des Programms vom Start bis zur Profilauswahl darf maximal 15 Sekunden betragen.
- /NF130/ Der Übergang zwischen zwei Leveln dauert höchstens 3 Sekunden.
- /NF140/ Ein unerwarteter Programmabbruch tritt höchstens einmal pro 10 Stunden Nutzung auf.
- /NF150/ 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/ Die maximale Rekursionstiefe von Spielelementen beträgt 20.
- /NF180/ Es können maximal 50 Spielelemente gleichzeitig in einem Term sein.

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 hat keinen Internet-Anschluss, alle im Programm gesammelten Daten werden nicht verbreitet.
- /NF340/ Das Spiel wird nicht kommerziell verbreitet.
- /NF350/ Alle im Spiel verwendeten Grafiken und Sounds sind frei verfügbar. Lizenzen und Verweise auf Urheber werden im Programm angegeben.

9 Anwendungsfälle und Szenarien

9.1 Szenarien

9.1.1 Erstaufführung

Erstmaliges Starten der Application

- Der Benutzer startet erstmalig die Application.
- 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 des Spiels weitergeleitet.
- Durch drücken des Buttons „Start“ wird ein erstes Spiel gestartet.
- Alternativ stehen dem Benutzer auch alle anderen Funktionen des Hauptmenüs zur Verfügung.

Erstes Spiel starten

- Das Spiel überspringt die Levelauswahl und startet gleich mit dem ersten Level (Tutoriallevel).
- Die 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 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.

Levelauswahl und -start

- Im Hauptmenü kann der Benutzer im aktuell ausgewählten Profil sein aktuelles Level (das höchste, noch nicht erfolgreich bestandene Level) durch drücken des Buttons „Start“ direkt starten.
- Alternativ wird der Benutzer durch drücken des Buttons Level in das Levelauswahlmenü 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 einen Button im Spiel jederzeit erneut eingesehen werden.

- Ein Level startet im Editormodus.

Editormodus

- 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 Editorleiste 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.
- Zum Entfernen von Spielelementen aus dem Spielfeld werden die
- 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 Editorleiste zurückgelegt werden.
- Durch das Drücken des Hinweisbuttons wird dem Benutzer ein Lösungsansatz zum Erreichen des Levelziels als Popup angezeigt.
- Durch das Drücken des Pausierbuttons wird der Pausen-Dialog aufgerufen.
- Im Pausen-Dialog lässt sich das Level durch das Drücken des jeweiligen Buttons wahlweise entweder fortsetzen oder in seinen Anfangszustand zurücksetzen oder es kann zum Haupt- oder Levelauswahlmenü zurückgekehrt werden.
- Der Reduktionsmodus ist über ein „Weiter“-Button erreichbar.
- Es lässt sich erst zum Reduktionsmodus wechseln, wenn alle Spielelemente auf dem Spielfeld eingefärbt sind.

Reduktionsmodus

- Der Benutzer befindet sich nun im Reduktionsmodus.
- Das Spielfeld befindet sich in dem Zustand, der im Editormodus erstellt wurde.
- 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 eines Start-/Fortsetzung-Button und eines Pausierbuttons gesteuert.
- Die schrittweise Reduktion wird vom Benutzer durch das Drücken eines Vorwärts- oder eines Rückwärts-Buttons 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, 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 Button zum hinzufügen von neuen Profilen oder er drückt auf den Einstellungsbutton neben einem vorhanden Profil im Profilauswahlmenü.

Profilanlegung

- Der Benutzer wählt im ersten Dialogfenster seine Sprache.
- Die voreingestellte Sprache lässt sich über die Pfeil-Buttons ändern.
- Über den „Weiter“-Button gelangt der Benutzer zum nächsten Dialogfenster, in dem er nach seinem Namen gefragt wird.
- Durch das Drücken auf das Eingabefeld öffnet sich die Eingabemethode.
- Der Benutzer gibt seinen Namen ein.
- Falls das Eingabefeld 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 Avataorauswahlfenster wechseln.
- In diesem Dialogfenster kann der Benutzer aus einer vorgegebenen Auswahl von Avatarbildern mittels Pfeil-Button wählen.
- Mittels der „Zurück“- und „Weiter“-Buttons können nochmals die Einstellungen des Profils bearbeitet werden oder das Profil kann durch das Drücken des Bestätigungsbuttons fertig gestellt werden.
- Dem Benutzer erscheint nun automatisch ein Popup zur Begrüßung, auf dem sein Profilname und sein gewähltes Avatarbild angezeigt wird.
- Das neue Profil wird automatisch aktiviert und der Benutzer wird zum Hauptmenü weitergeleitet.
- Das Profil wird im Hauptmenü als Button dargestellt.

9.1.4 Profilverwaltung

Voraussetzungen

- Der Benutzer besitzt ein Spielerprofil.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü.

Neues Profil anlegen

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü auf den Profilbutton, wodurch das Profilauswahlmenü erscheint.
- Im Profilauswahlmenü werden alle bereits erstellte Profile mit Namen und Avatar angezeigt.
- Der Benutzer drückt im Profilauswahlmenü auf den Button zum Hinzufügen von neuen Profilen.
- 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 konfigurieren

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü auf den Profilbutton, wodurch das Profilauswahlmenü erscheint.
- Im Profilauswahlmenü drückt der Benutzer auf den Einstellungsbutton neben den entsprechenden Profil, das er konfigurieren will.
- 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 mit seinem neu konfigurierten Profil wieder im Hauptmenü.

9.1.5 Profil wechseln

Voraussetzungen

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

Profil wechseln

- Der Benutzer drückt im Profilauswahlmenü auf das Profil, auf das er wechseln will.
- Der Benutzer wird automatisch mit seinem neuen Profil zum Hauptmenü weitergeleitet.

9.1.6 Profil löschen

Voraussetzungen

- Es sind bereits mindestens zwei Profile angelegt worden.
- Der Benutzer darf das Profil, das er löschen will, nicht aktiviert haben.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Profilauswahlmenü.

Profil löschen

- Der Benutzer drückt im Profilauswahlmenü auf den Löschbutton neben dem Profil, das er löschen will.
- 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.

Einstellungen ändern

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü auf den Einstellungsbutton, was ihn zum Einstellungsmenü weiterleitet.
- Im Einstellungsmenü befinden sich
 - Ein Ankreuzfeld zur Aktivierung des Lehrermodus.
 - Ein Ankreuzfeld zur Aktivierung des Farbenblindenmodus.
 - Ein Anzeigebutton für die Statistik.
 - Ein Schieberegler für den Ton.
 - Ein Schieberegler für die Hintergrundmusik.
- Der Benutzer kann alle Einstellungen ändern bis er zufrieden mit ihnen ist.
- Die Toneinstellungen geben beim loslassen des Schiebereglers ein Testgeräusch von sich.
- Die Toneinstellungen sind relativ zur eigentlichen Medienlautstärke.
- Alle Änderungen an den Einstellungen werden sofort übernommen und global für alle Profile gespeichert.
- Durch das Drücken des Hilfsbutton erhält der Benutzer mehr Informationen zu den Einstellungsoptionen.
- Durch das Drücken des „Zurück“-Buttons gelangt der Benutzer zurück in sein vorheriges Menü.

9.1.8 Belohnungen eintauschen

Voraussetzungen

- Es existiert mindestens ein Spielerprofil.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü.

Belohnungen eintauschen

- Der Benutzer drückt im Hauptmenü auf den Button mit seinem aktuellen Münzstand, wodurch das Belohnungsmenü geöffnet wird.
- Die Belohnungen sind im Belohnungsmenü in die Kategorien Musik (Hintergrundmusik), Hintergründe (für Level) und Avatare (zusätzliche Avatare zur Auswahl bei der Profilerstellung) 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 einen Button.
- Beim Drücken eines Kategoriebuttons wird eine Liste mit den einzelnen Belohnungen der Kategorie aufgeklappt.
- Beim erneuten Drücken des selben Kategoriebuttons wird die Kategorieliste wieder zugeklappt.
- Pro Belohnung in der Kategorieliste sind der Belohnungsname, die Kosten in Münzen sowie ein Ankreuzfeld für die mögliche Aktivierung nach einem Kauf aufgelistet.
- Falls der Benutzer nun eine Belohnung aus der Musik-Kategorie will, muss er zunächst den Musik-Kategoriebutton drücken.
- In der nun aufklappenden Musik-Kategorieliste 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 Belohnungsmenü angezeigt.
- Bereits gekaufte Belohnungen werden im Belohnungsmenü 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 akti-

viert sein, wie beispielsweise die Belohnungen der Musik-Kategorie.

- Durch das Drücken des „Zurück“-Buttons des Belohnungsmenüs kehrt der Benutzer wieder ins Hauptmenü zurück.

9.1.9 Erfolgsansicht

Voraussetzungen

- Es existiert mind. ein Spielerprofil.
- Der Benutzer befindet sich zu Beginn im Hauptmenü.

Erfolge ansehen

- Der Benutzer drückt den Button „Erfolge“ im Hauptmenü, wodurch das Achievementmenü geöffnet wird.
- Die Erfolge sind im Achievementmenü in Kategorien eingeordnet.
- Jeder Erfolg wird auf einem Button dargestellt.
- Durch das Drücken eines bestimmten Buttons erscheint ein Popup, welches mehr Informationen zu dem entsprechenden Erfolg anzeigt.
- Bereits vom Spielerprofil freigeschaltene Erfolge sind hervorgehoben und aktiviert, noch nicht freigeschaltene Erfolge sind deaktiviert.
- Durch das Drücken des „Zurück“-Buttons kehrt der Benutzer ins Hauptmenü zurück.

9.1.10 Level erzeugen im freien Modus

9.1.11 Betriebssysteminteraktion

- Der Benutzer befindet sich während des Spielens eines Levels in einem Spielmodus (Editormodus, Reduktionsmodus oder Freier Modus)

- 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 Application soll in diesem Fall den aktuellen Zustand, also die Anordnung der Spielelemente auf dem Spielfeld, abspeichern.
- Beim Neustart der Application soll es so möglich sein, die vorherige Konstellation der Spielelemente wiederherzustellen.

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 Menü „Sprachauswahl“. Mit den Knöpfen TODO und TODO wählt er seine Sprache aus.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm zum Menü „Namenseingabe“. Hier wird der Spieler nach seinem Namen gefragt, den er in der Textbox eingibt.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm zum Menü „Avatarauswahl“. Mit den Knöpfen TODO und TODO wählt er den gewünschten Avatar aus.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO erscheint der Begrüßungsbildschirm mit Name und Avatar des Spielers.
 - Nach 3 Sekunden wechselt das Programm automatisch zum Hauptmenü.
- /T120/ Starten des Programms, nachdem mindestens ein Profil bereits erstellt wurde
 - Der Nutzer startet das Programm und befindet sich im Menü „Profilauswahl“. Hier wählt er durch Drücken des Knopfes TODO mit seinem Namen sein Profil aus.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO erscheint der Begrüßungsbildschirm mit Name und Avatar des Spielers.
 - Nach 3 Sekunden wechselt das Programm automatisch zum Hauptmenü.
- /T130/ Profildaten ändern

- Der Nutzer befindet sich im Hauptmenü und drückt auf den Knopf TODO. Das Programm wechselt zum Optionsmenü.
- Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm zum Menü „Sprachauswahl“. Wie in /T110/ beschrieben gibt der Nutzer nacheinander Sprache, Namen und Avatar ein.
- Nach Drücken des Knopfes TODO im Menü „Avatarauswahl“ wechselt das Programm zurück in das Optionsmenü.
- /T140/ Profil löschen
 - Der Nutzer befindet sich im Hauptmenü und drückt auf den Knopf TODO. Das Programm wechselt zum Optionsmenü.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO öffnet sich ein Popupfenster, in dem das Löschen bestätigt wird.
 - Nach Bestätigung wechselt das Programm zum Menü „Profilauswahl“. Das Profil ist jetzt gelöscht und hier nicht mehr auswählbar.
- /T150/ Einen Term im Editor-Modus bearbeiten
 - Der Nutzer hat ein Level gestartet und befindet sich jetzt im Editor-Modus.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO öffnet sich ein Popupfenster, in welchem dem Spieler ein Hinweis zur Lösung des aktuellen Levels gegeben wird.
 - Durch die Drag&Drop Geste fügt er nacheinander sowohl ein weißes Lamm als auch ein weißer Edelstein zum aktuellen Term hinzu.
 - Durch Drücken des Lamms öffnet sich ein Kontextmenü, in dem der Spieler eine Farbe auswählen kann. Nach Drücken der gewünschten Option wechselt das Lamm seine Farbe.
 - Durch die Drag&Drop Geste zum Werkzeugmenü entfernt der Spieler einen Edelstein aus dem Term.
 - Der Spieler versucht ein durch das Level bereits vorgegebenes Lamm durch die Drag&Drop Geste zu verschieben, das Programm unterdrückt dies aber.
 - Der Term ist jetzt gültig und der Spieler drückt den Knopf TODO. Das Programm wechselt zum Reduktions-Modus.

- /T150/ Einen Term im Reduktions-Modus konvertieren
 - Der Nutzer hat nach Bearbeiten eines Terms im Editor-Modus den Knopf TODO betätigt und befindet sich jetzt im Reduktions-Modus.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wird der Term um einen Schritt reduziert.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wird der Term auf den Zustand vor dem letzten Schritt zurückgesetzt.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO werden automatisch einzelne Reduktionen nacheinander ausgeführt. Nach 3 Schritten drückt der Spieler den Knopf TODO und die Ausführung pausiert.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wird der Term um einen Schritt reduziert. Der Term ist jetzt minimal und gleich dem gewünschten Term, der durch das Level vorgegeben ist.
 - Ein Popup-Fenster wird geöffnet, in dem der Spieler darüber informiert wird, dass er das Level abgeschlossen hat.
- /T160/ Level auswählen
 - Der Nutzer befindet sich im Hauptmenü und drückt den Knopf TODO. Das Programm wechselt zum Menü „Levelauswahl“.
 - Einige Level sind bereits abgeschlossen und durch einen Haken markiert, ein Level ist freigeschaltet und die restlichen Level nicht freigeschaltet und durch ein Schloss markiert. Level mit demselben Schwierigkeitsgrad sind farblich gleich gekennzeichnet.
 - Der Spieler wählt ein Level aus und das Programm wechselt in den Editor-Modus zur Bearbeitung dieses Levels.
- /T170/ Den Shop benutzen
 - Nach erstmaligem erfolgreichen Abschließen eines Levels wird dem Spieler eine Anzahl von Münzen gutgeschrieben.
 - Der Spieler befindet sich im Hauptmenü. Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt er zum Menü „Shop“.
 - Hier wählt er den Menüpunkt „Sounds“ aus. Es erscheinen mehrere zum Kauf

verfügbare Objekte.

- Der Spieler wählt einen Sound aus und wird darauf durch ein Popupfenster zur Bestätigung des Kaufs gebeten.
 - Nach der Bestätigung wird der Sound freigeschaltet und automatisch aktiviert.
 - Der Spieler aktiviert einen anderen Sound, indem er auf das entsprechende Element drückt. Das aktivierte Element wird durch einen Haken gekennzeichnet, der Haken beim deaktivierten Element wird entfernt.
- /T180/ Optionen auswählen
 - Das Programm befindet sich im Hauptmenü. Durch Drücken des Knopfes TODO wird die Hintergrundmusik deaktiviert.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm in das Optionsmenü. Hier aktiviert der Spieler durch Drücken des Kontrollkästchens TODO den Lehrermodus.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm zurück in das Hauptmenü.
 - /T190/ Benutzerstatistik ansehen
 - Das Programm befindet sich im Hauptmenü. Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm in das Optionsmenü.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm in das Menü „Statistik“. Hier kann der Spieler verschiedene Daten zu seinem Spielverhalten einsehen.
 - Durch Drücken des Knopfes TODO wechselt das Programm zurück in das Optionsmenü.

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

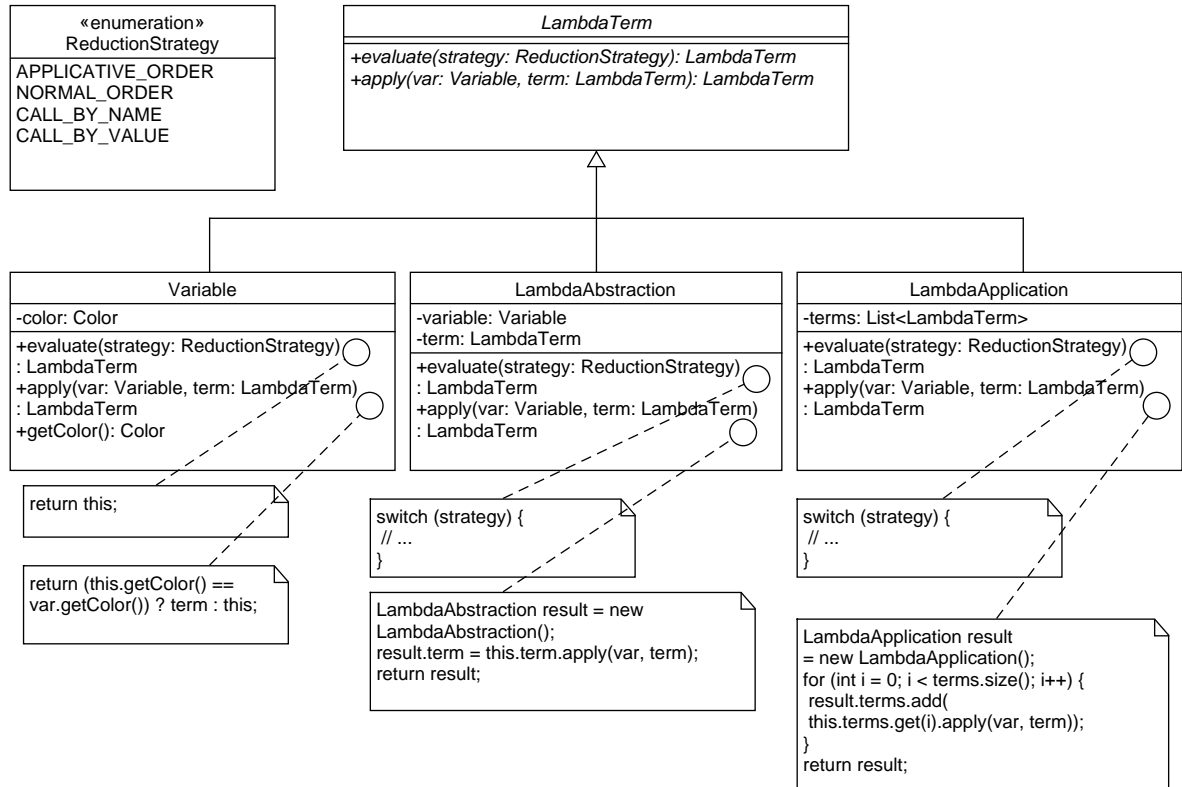


Abbildung 1: UML Klassendiagramm zum Lambda-Kalkül

11.2 Dynamische Modelle

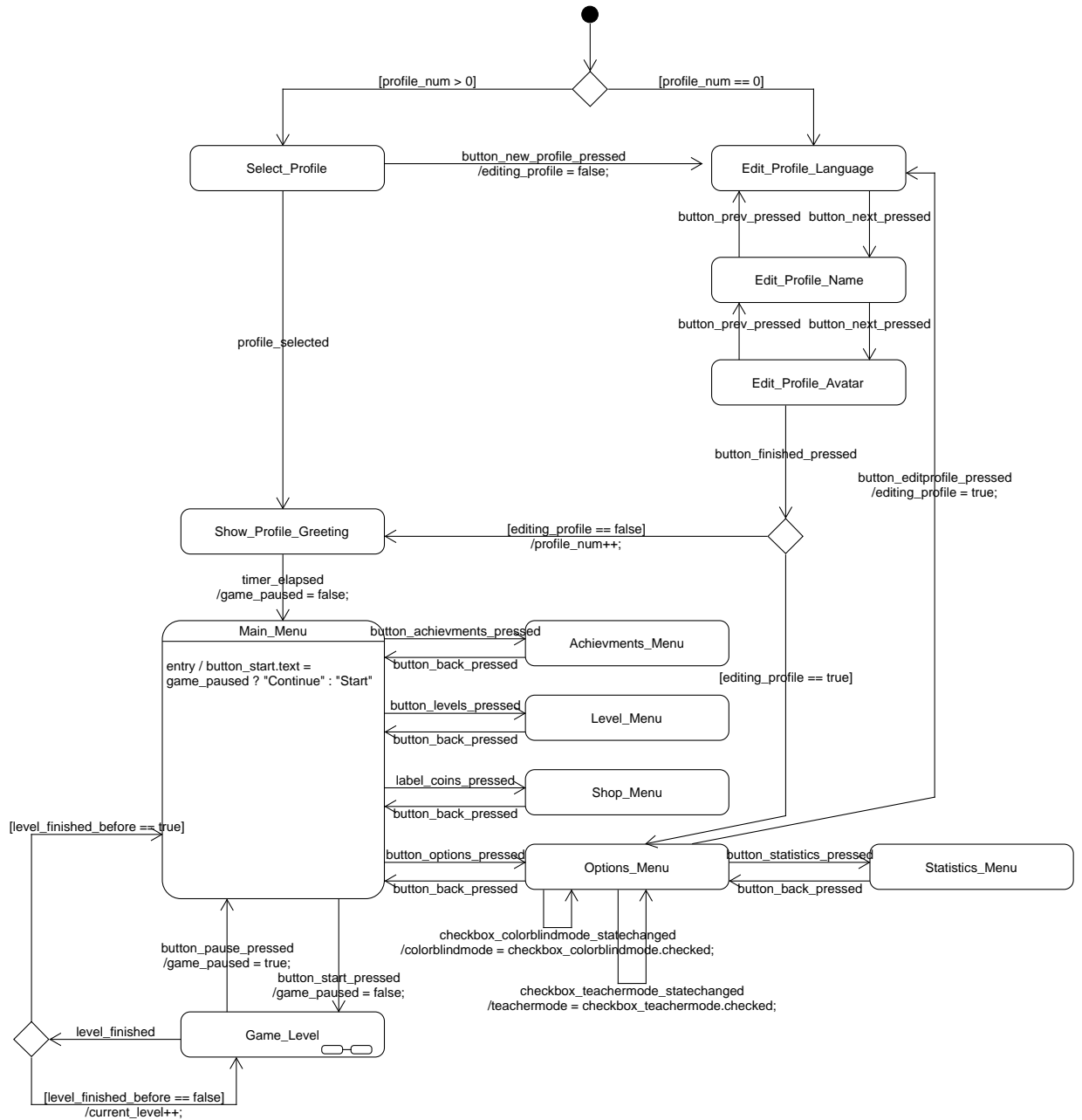


Abbildung 2: Zustandsautomat zur Menübedienung

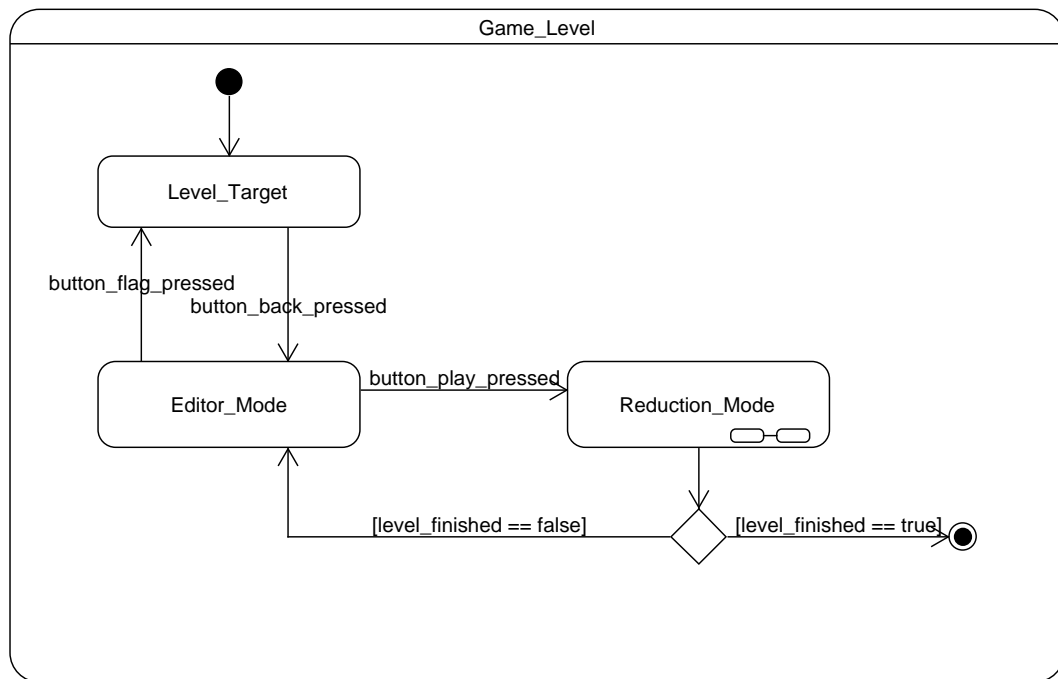


Abbildung 3: Zustandsautomat zum Ablauf eines Levels

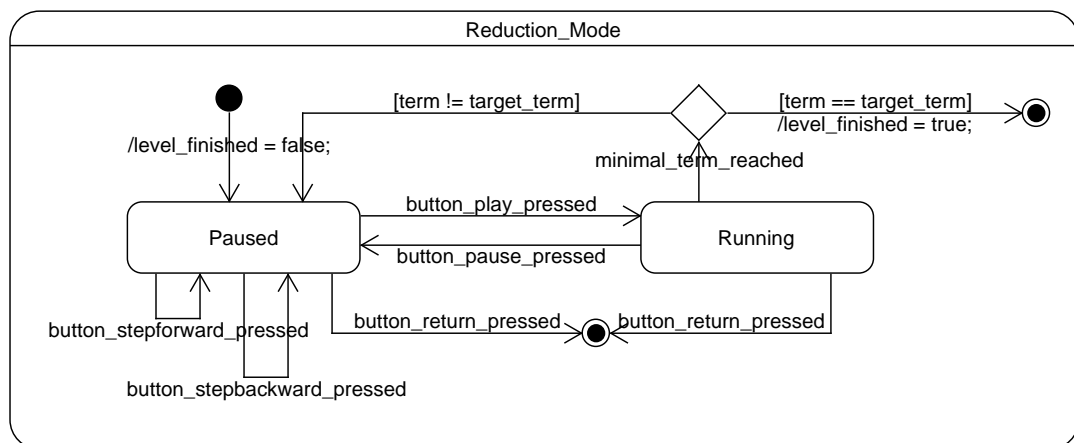


Abbildung 4: Zustandsautomat zur Funktion des Reduktions-Modus

11.3 Benutzerschnittstelle

GUI

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.

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. 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.

Editor

Lambda-Kalkül

Das 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.

Modus**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.

Shop

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

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.

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.