

Projektbericht – Montagsmaler als Erweiterung des LED-Arcade-Projekts

Nico Andreas Lothar Klein

Abstract—Dieser Projektbericht dokumentiert die Entwicklung und Integration des Spiels „Montagsmaler“ als Erweiterung des bestehenden LED-Arcade-Projekts. Ziel der Erweiterung war es, das klassische Partyspiel digital umzusetzen und interaktiv auf einem großen Campus-LED-Screen spielbar zu machen. Wesentliche technische Herausforderungen waren die performante Umsetzung paralleler Zeichnungs- und Ratephasen, die Integration eines benutzerfreundlichen Controllers und die Anpassung des bestehenden Systems zur Unterstützung variabler Spielerzahlen. Zudem wurden Sicherheitsmaßnahmen zur Missbrauchsprävention evaluiert und implementiert. Das finale Ergebnis ist ein unterhaltsames, dynamisches und campusweit zugängliches Spiel, welches das bestehende Arcade-Angebot bereichert und zukünftigen Erweiterungen Raum bietet.

I. EINLEITUNG

Im Rahmen eines 5 CP Portfolio Projekts wurde die Erweiterung des LED-Arcade Projekts um ein neues Spiel geplant und durchgeführt. Das bestehende LED-Arcade-Projekt dient als Grundlage für diese Erweiterung. Ziel ist es, das populäre Partyspiel „Montagsmaler“ digital umzusetzen und nahtlos in das bestehende System zu integrieren. Die besondere Herausforderung und Chance liegt dabei in der optimalen Nutzung des großen LED-Screens als zentrales interaktives Element. Ziel war, die Fähigkeiten und Themen des Studiengangs Angewandte Informatik in einer greifbaren Form auf dem Campus präsen-ter zu gestalten.

II. TECHNISCHE UND KONZEPTIONELLE HERAUSFORDERUNGEN

Im Fokus der Umsetzung standen folgende zentrale Herausforderungen:

- Gewährleistung einer performanten Umsetzung der Zeichnungsphase für mehrere Spieler.
- Sicherstellung einer flüssigen Darstellung während der Ratephase auf dem LED-Screen.
- Entwicklung einer intuitiven und benutzerfreundlichen Nutzeroberfläche.
- Implementierung eines Punktesystems sowie Integration in die bestehende Highscore-Funktionalität.
- Entwicklung von Sicherheitsmechanismen und Moderationstools zur Prävention von Missbrauch.

III. SPIELABLAUF

Der Spielablauf wurde klar strukturiert und umfasst mehrere Phasen:

Ablaufdiagramm - Montagsmaler-Spiel

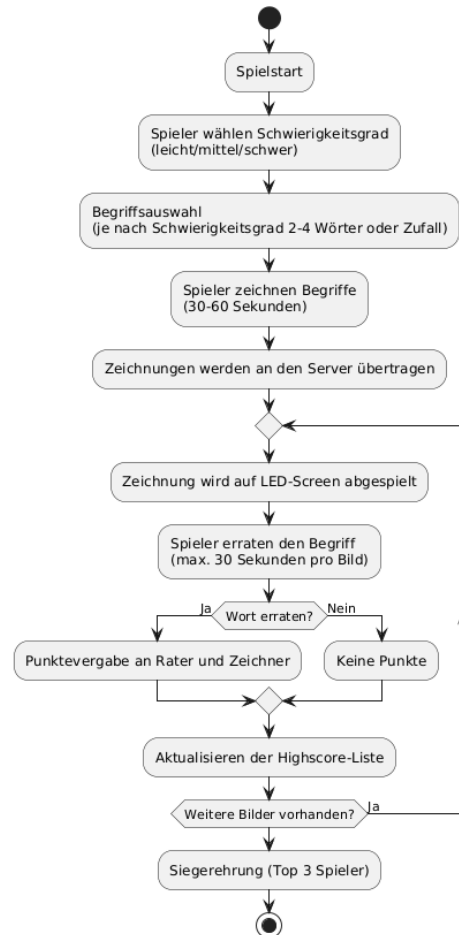


Fig. 1. Darstellung des Spielablaufs

A. Spielphasen im Detail

1) *Auswahl der Schwierigkeit:* Zu Beginn wählen die Spieler eine von drei Schwierigkeitsstufen:

- **Leicht:** 60 Sekunden Zeichenzeit, einfache Begriffe, vier Vorschläge.
- **Mittel:** 45 Sekunden Zeichenzeit, mittelschwere Begriffe, drei Vorschläge.
- **Schwer:** 30 Sekunden Zeichenzeit, anspruchsvolle Begriffe, zwei Vorschläge.

Die Abstimmung dauert maximal 15 Sekunden. Fehlt eine Abstimmung, wird automatisch die Stufe „Leicht“ gewählt. Wählen Spieler unterschiedliche Stufen, wird der Durchschnitt gebildet und auf die nächsthöhere Stufe aufgerundet.

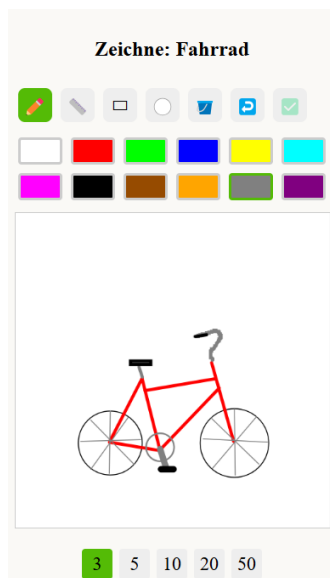


Fig. 2. Zeichencontroller - Zeichenphase

2) *Begriffsauswahl*: Entsprechend der gewählten Schwierigkeit werden dem Spieler 2 bis 4 Begriffe angezeigt. Alternativ besteht die Möglichkeit einer Zufallsauswahl („Überraschungswort“). Nach maximal 15 Sekunden wird automatisch ein Wort gewählt, sofern der Spieler nicht aktiv entscheidet.

3) *Zeichenphase*: Während der Zeichenphase (30–60 Sekunden) stehen den Spielern folgende Werkzeuge zur Verfügung:

- Freies Zeichnen (Stift)
- Linien-, Rechteck- und Kreiswerkzeug
- Farbeimer zum schnellen Einfärben von Flächen
- Rückgängig-Funktion (bis zu 25 Aktionen)
- Auswahl aus 12 Farben und fünf verschiedenen Linienstärken (3, 5, 10, 20, 50)

4) *Ratephase*: Nach der Zeichenphase werden die entstandenen Bilder nacheinander beschleunigt auf dem LED-Screen und den Geräten der Nutzer angezeigt. Jeder Begriff kann bis zu 30 Sekunden lang erraten werden, wobei die Zeit bei erfolgreichen Antworten reduziert wird. Der erste richtige Rateversuch wird mit zwei Punkten belohnt, alle weiteren mit jeweils einem Punkt. Zeichner erhalten ebenfalls Punkte für jeden korrekten Rateversuch der Mitspieler. Die fünf besten Spieler werden kontinuierlich angezeigt und bei Veränderungen besonders hervorgehoben. Sobald alle Mitspieler den Begriff erraten haben, wird die Auflösung auf der LED-Wand präsentiert.

5) *Abschluss und Siegerehrung*: Zum Ende des Spiels werden die besten drei Spieler mit ihren Namen und ihren Zeichnungen geehrt und auf dem LED-Screen präsentiert.

IV. BESCHREIBUNG DER UMSETZUNG

A. Projektvorbereitung und Abstimmung

Die Umsetzung des Projekts begann mit einem initialen Austausch mit der bestehenden LED-Arcade-Projektgruppe.



Fig. 3. Zeichencontroller - Ratephase



Fig. 4. LED-Screen - Ratephase

In diesem ersten Treffen stellte ich die Idee einer „Montagsmaler“-Erweiterung vor und erhielt bereits erste Rückmeldungen zur Machbarkeit, dem zu erwartenden Aufwand sowie zu technischen Rahmenbedingungen. Besonderes Thema war hierbei die mögliche Latenz zwischen Eingabe auf den Smartphones der Nutzer und der finalen Darstellung auf dem LED-Screen. Dieses Thema zeigte sich für das geplante Spiel allerdings als nicht so kritisch. Zu diesem Zeitpunkt war das LED-Arcade-Projekt noch nicht vollständig abgeschlossen; einige bekannte Bugs und fehlende Funktionen bestanden noch. Im Zuge dieses Treffens erhielt ich Zugriff auf das GitLab-Repository des Teams.

In einem weiteren Planungsgespräch mit Frau Iwer wurde der Projektrahmen aufgrund der vorgesehenen 5 Credit Points (CP) noch einmal klar eingegrenzt. Gemeinsam entschieden wir, uns zunächst auf essenzielle Grundfunktionalitäten zu fokussieren. Erweiterte Funktionen, insbesondere im Bereich Moderation, sollten erst einmal zurückgestellt werden.

B. Projektsetup und erste Einarbeitung

Die eigentliche praktische Arbeit begann mit dem technischen Setup der Entwicklungsumgebung. Aufgrund einer ausführlichen Projektdokumentation, die teils möglicherweise KI-gestützt erstellt wurde, konnten alle relevanten Tools installiert und eingerichtet werden.

Die detaillierte Dokumentation war sehr hilfreich, um einen guten Überblick über die bestehenden Strukturen, Kommunikationsprotokolle und ProgrammROUTINEN zu

gewinnen. Dennoch erforderte der umfangreiche Funktionsumfang des bestehenden Projekts eine intensive Einarbeitungsphase, die sich über mehrere Tage erstreckte.

C. Identifikation und Lösung grundlegender technischer Hürden

Frühzeitig zeigte sich eine zentrale technische Herausforderung, die ursprünglich nicht vorgesehen war: Das bestehende LED-Arcade-System war explizit auf eine feste Spielerzahl (insbesondere zwei Spieler) ausgelegt. Beispiele hierfür waren:

- Hardcoded Spielerkommunikation über fixierte WebSocket-Topics (z.,B. Topic/controller/spieler1)
- Das Matchmaking und die Lobby-Verwaltung waren ausschließlich für Zwei-Spieler-Spiele vorgesehen.
- Der Highscore-Algorithmus berechnete Elo-Scores ausschließlich anhand eines Gewinner/Verlierer-Prinzips.

Zur Realisierung des „Montagsmaler“-Spiels, das prinzipbedingt eine flexible, variable Spieleranzahl unterstützen muss, war deshalb zunächst ein tiefgreifendes Refactoring erforderlich. Neben Änderungen an der Backend-Logik mussten auch kleinere Anpassungen an der Benutzeroberfläche durchgeführt werden, um weiterhin eine intuitive Nutzung sicherzustellen. Gleichzeitig wurde darauf geachtet, die bisherigen Spiele Pong, Space Invaders und Snake weiterhin ohne größere Änderungen lauffähig zu halten, um das bestehende Projekt nicht zu gefährden.

D. Implementierung der Zeichenfunktionalität

Nach Abschluss der Vorarbeiten erfolgte die eigentliche Umsetzung der Zeichenfunktionalität im Frontend. Klar war, dass hierfür ein dedizierter Game-Controller benötigt wurde, der sich vom Standard-Controller der anderen Spiele deutlich abgrenzt. Zunächst wurde der Controller ohne Serveranbindung entwickelt und mit simulierten Serverantworten getestet.

Zur Realisierung der Zeichenfläche wurde HTML Canvas genutzt, da es bereits Browser-seitig unterstützt wird und vielseitige Werkzeuge bietet. Die Umsetzung mit HTML Canvas ist leichter als z.B. ein SVG Ansatz. Nachteil sind größere Dateigrößen und kleine Ungenauigkeiten bei Pixelübergängen. Innerhalb kurzer Zeit konnte eine rudimentäre Zeichenfläche implementiert werden, die Eingaben via Maus oder Touchscreen ermöglichte. Schnell zeigte sich jedoch, dass einfache Zeichnungen mit Finger oder Maus schwierig waren, weshalb zusätzliche Hilfswerkzeuge implementiert wurden:

- Linien-, Rechteck- und Kreis-Werkzeuge
- Farbfüllung mittels Farbeimer
- Rückgängig-Funktion (Undo) mit einem Verlauf von bis zu 25 Aktionen
- Verschiedene Linienstärken und Farben

Damit wurde ein guter Kompromiss zwischen Bedienbarkeit und Komplexität gefunden. Die Benutzeroberfläche wirkt nicht überfrachtet.

E. Serverkommunikation und Bildübertragung

Die nächste technische Herausforderung bestand darin, die gezeichneten Bilder performant zum Server zu übertragen. Der bestehende Controller verwendete WebSockets mit dem STOMP-Protokoll, um JSON-Daten zwischen Server und Clients auszutauschen. Das ist prinzipiell eine sehr sinnvolle Designentscheidung, da sie eine geringe Latenz ermöglicht und es eine gute Unterstützung z.B. mittels Spring Boot dafür gibt. Ein Problem stellte aber die Größeneinschränkung auf maximal 32 KB pro Datenpaket dar.

Die Bilder aus dem HTML Canvas wurden als Base64-kodierte Strings übertragen, was schnell zu Größenproblemen führte. Um diese Einschränkung zu überwinden, wurden zwei Maßnahmen ergriffen:

- Anpassung der WebSocket-Konfiguration auf Client- und Serverseite, um größere Pakete zu ermöglichen.
- Aktivierung automatischer Paketsegmentierung und -wiederherstellung (Message Chunking).

Bilder wurden daraufhin zunächst in reduzierter und am Ende der Zeichenphase in höherer Qualität übertragen. Da sich alle Nutzer im Campus-WLAN befinden, stellte dies in der Praxis kein Bandbreitenproblem dar und verursacht keine Kosten.

F. Implementierung der Spiel- und Phasenlogik

Dazu passend erfolgte die Entwicklung der serverseitigen Spiellogik. Diese umfasst die Steuerung sämtlicher Spielphasen (Schwierigkeitswahl, Begriffsauswahl, Zeichen- und Ratephase, Siegerehrung).

Um realistische Szenarien zu simulieren, mussten mehrere Browser-Instanzen parallel betrieben werden. Dies ermöglichte eine Absicherung der Spiellogik.

V. ÜBERLEGUNGEN ZUR SPIELZEIT UND UMSETZUNG

A. Problemstellung zur Spieldauer

Bereits während der ersten Konzeptionsphase wurde deutlich, dass die Gesamtspielzeit entscheidend für den Erfolg der Montagsmaler-Erweiterung innerhalb des LED-Arcade-Projekts sein würde. Ein Spiel sollte möglichst dynamisch und kurzweilig sein, um das Interesse der Spieler aufrechtzuerhalten und schnelle Wechsel zwischen einzelnen Runden zu ermöglichen.

Eine erste grobe Schätzung der Gesamtspielzeit ergab bei der ursprünglichen Idee, bei der alle Teilnehmer ihre Begriffe nacheinander zeichnen und raten sollten, eine Spieldauer von bis zu 10 Minuten oder mehr. Dies wurde frühzeitig als problematisch wahrgenommen, da eine zu lange Dauer dem geplanten Arcade-Konzept widersprochen hätte.

1) *Analyse der ursprünglichen Problematik:* Die Spieler sollten 30-60 Sekunden ihr Bild malen, während die anderen Spieler versuchen, es zu erraten.

Dieser Ansatz hätte insbesondere bei mehreren Teilnehmern beim Einfachen Setting schnell zu Wartezeiten geführt, die den Spielfluss deutlich beeinträchtigt hätten. Eine erste Hochrechnung zeigte, dass bei maximaler Ausnutzung jeder Phase die Gesamtdauer über 10 Minuten lag (siehe

Abbildung 5). Dies wurde als zu lang und nicht praktikabel eingeschätzt.

2) *Umgesetzte Lösungsbausteine:* Um die Spieldauer deutlich zu reduzieren, wurden folgende Kernoptimierungen vorgenommen:

- **Paralleles Zeichnen aller Spieler:** Statt nacheinander zeichnen nun alle Spieler gleichzeitig ihren Begriff innerhalb einer festgelegten Zeitspanne (30–60 Sekunden, abhängig von der gewählten Schwierigkeit). Das spart bis zu 3 Minuten ein.
- **Begrenzte Abstimmungsdauer:** Die Abstimmungs- und Wahlphasen wurden mit kurzen, maximal 15-sekündigen Timern versehen, wodurch unnötige Wartezeiten eliminiert wurden. Wählen Spieler früher, endet die Phase vorzeitig.
- **Dynamische Anpassung der Ratephase:** Die Ratephase wird sofort beendet, sobald alle Spieler den Begriff erraten haben. Dadurch ergibt sich in der Praxis eine deutlich kürzere Dauer als das theoretische Maximum von 30 Sekunden pro Bild.
- **Spiel verlassen:** Einbauen von Unterstützung für das Verlassen einzelner Spieler während des Spiels, ohne das gesamte Spiel abbrechen zu müssen. Stattdessen wird angepasst an die aktuelle Phase passend der einzelne Spieler entfernt. Und dadurch die verbleibende Spieldauer reduziert.

Durch diese Maßnahmen konnte die theoretische maximale Spieldauer von knapp 10 Minuten auf rund 7 Minuten reduziert werden (siehe Abbildung 6).

3) *Reale Einschätzung der Spielzeit:* Erste Praxistests zeigten, dass die tatsächliche Spieldauer in realistischen Spielsituationen nochmals deutlich niedriger liegt. Aufgrund der Verkürzung der Ratephase bei richtig geratenen Begriffen der Teilnehmer, liegt die praktische Spielzeit etwa 30 bis 50% unterhalb der maximal berechneten Werte. Damit bewegt sich die tatsächliche Dauer eines Spiels auch in bei vielen Spielern erfahrungsgemäß zwischen ca. 4 und 5 Minuten, was ein angenehmes und flüssiges Spielerlebnis gewährleistet.

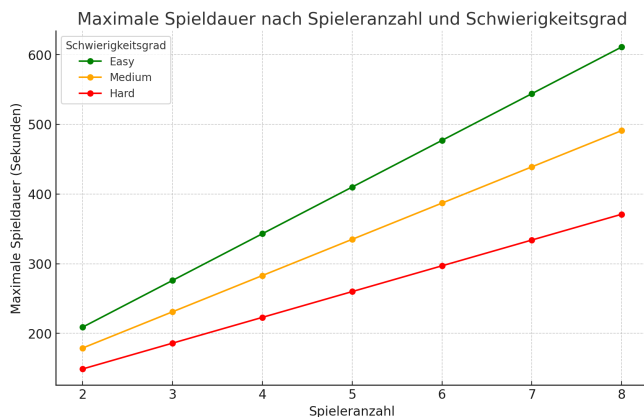


Fig. 5. Maximale Spieldauer – ursprünglicher Ansatz

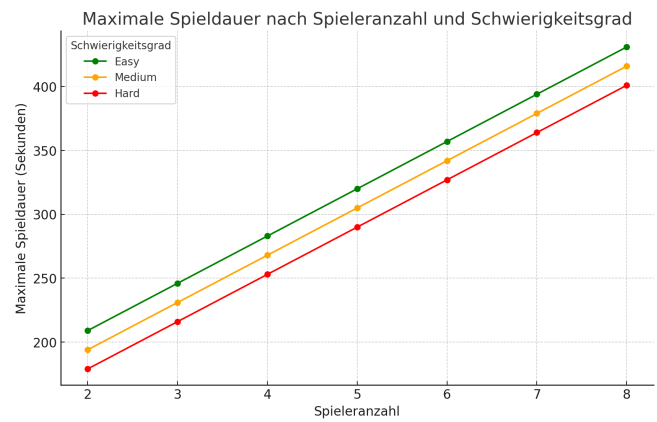


Fig. 6. Optimierte Spieldauer durch parallele Zeichenphase

B. Durchführung von Nutzertests und Anpassungen

Da zum Testzeitpunkt keine LED-Leinwand zur Verfügung stand, wurde eine alternative Anzeigevariante entwickelt, die es erlaubte, den LED-Screen auf Tablets darzustellen. Hierzu wurde die TV-Ansicht der LED-Arcade um optionale Parameter erweitert:

- Vollbildmodus per Doppeltipp
- Bildschirmabschaltung durch „Screen-Lock“ deaktiviert
- Angabe alternativer Backendserver und Panels
- Anpassungen bezüglich Cross-Origin Resource Sharing (CORS)

Beim ersten Test mit Nutzern traten unerwartete Probleme auf, insbesondere bezüglich Navigation über die Zurück-Taste auf Mobilgeräten und Standardgesten wie "Zurück" oder "Seite neuladen", was auch ungewollt neue Spielsitzungen startete oder den Spieler aus dem Spiel entfernte. Diese Probleme wurden behoben indem die Neulade Geste deaktiviert wurde und die Zurückfunktion mit einem "Spiel verlassen" Dialog überschrieben wurde.

Ein zweiter Nutzertest verlief erfolgreich und brachte nur noch kleinere Verbesserungsvorschläge hervor, welche schnell umgesetzt wurden.

C. Einführung konfigurierbarer Parameter

Zum Abschluss der Umsetzung wurden verschiedene Konfigurationsparameter integriert, die es ermöglichen, das Verhalten des Spiels flexibel zu steuern, ohne neue Programmversionen bereitstellen zu müssen. Dazu zählen u.a.:

- Pfad zur benutzerdefinierten Wortliste
- Anpassung der Ratezeit und Ergebnisanzeigezeit
- Gastmodus um anonyme Bildanzeige zu unterbinden
- Optionales Protokollieren und Speichern von Bildern

D. Test von Benutzeraccounts

Gemäß der Dokumentation ist in der Testumgebung kein Test von Benutzeraccounts vorgesehen bzw. möglich. Dies erschwerte jedoch entsprechende Tests und ein Blindflug war nicht akzeptabel. Deshalb wurde ein eigenes Keycloaksystem

aufgesetzt und Testbenutzer eingerichtet. Mithilfe des Systems konnten zwei weitere Fehler im Zusammenhang mit dem Highscoresystem korrigiert werden.

E. Bugfixes

Das Projekt befand sich in einem guten Zustand. Dennoch konnten auch eine Hand voll von Montagsmaler unabhängige Bugs behoben werden. Leider war kein Kontakt mit den Teammitgliedern der LED-Arcade mehr möglich, sodass möglicherweise bereits bekannte Bugs oder sinnvolle Anpassungserwägungen nicht miteinbezogen werden konnten. Spannend wäre sicher auch der Austausch gewesen, warum bestimmte Designentscheidungen getroffen wurden. Insbesondere die Abwägungen zu den Themen Benutzeraccounts und Sessionverwaltung oder zum Controller.

F. Sicherheit

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Sicherheitsaspekte sorgfältig evaluiert und entsprechende Maßnahmen umgesetzt. Ziel war es, Risiken insbesondere bezüglich missbräuchlicher Nutzung zu minimieren, ohne dabei die Zugänglichkeit des Spiels unnötig einzuschränken.

Die zentrale Herausforderung im Bereich der Sicherheit bestand darin, missbräuchliche oder unangemessene Inhalte effektiv zu verhindern. Da die LED-Arcade grundsätzlich sowohl von registrierten Nutzern als auch von Gästen verwendet werden kann, waren differenzierte Lösungen erforderlich.

Eine vollständige Moderation mithilfe eines KI-basierten Bildanalyseverfahrens wurde als mögliche Lösung geprüft. Insbesondere das am 12.03.2025 vorgestellte Modell „Gemma 3“ von Google („ShieldGemma 2“) bietet hier vielversprechende Ansätze. Aufgrund des erheblichen Aufwands auch hinsichtlich Wartung und Betrieb wurde dieser Ansatz jedoch vorerst nicht umgesetzt.

Stattdessen wurde eine pragmatische Lösung implementiert, die die Sicherheitsanforderungen auf angemessene Weise erfüllt. Konkret wurde eine Option geschaffen, die die Anzeige von Bildern von Gastaccounts auf dem zentralen LED-Screen deaktiviert. Diese Beiträge werden dann ausschließlich auf den Endgeräten der beteiligten Spieler dargestellt. Damit wird das Risiko öffentlicher Missbrauchsvorfälle minimiert, ohne Gäste vollständig vom Spiel auszuschließen.

Zusätzlich wurden grundlegende Sicherheitsmaßnahmen wie Protokollierung und optionales Speichern der erstellten Bilder vorgesehen. Diese Maßnahmen ermöglichen im Bedarfsfall eine nachträgliche Kontrolle und Rückverfolgung unerwünschter Inhalte.

Mit diesen Maßnahmen wurde ein ausgewogener Sicherheitskompromiss erreicht, der die Integrität sowie das Ansehen der Hochschule angemessen schützt.

VI. FAZIT UND ZUKÜNFTIGE ERWEITERUNGEN

Die erfolgreiche Umsetzung des Spiels „Montagsmaler“ bereichert das LED-Arcade-Projekt um eine unterhaltsame und interaktive Komponente.

Für zukünftige Weiterentwicklungen bieten sich folgende Themen an:

- KI-gestützte Moderationstools zur verbesserten Missbrauchsprävention
- Einrichtung einer „Hall of Fame“-Galerie mit den besten Zeichnungen
- Eine Teilen-Funktion zur Weiterverbreitung eigener Kunstwerke
- Neue Spielmodi und zusätzliche interaktive Elemente (z.B. Animationen)
- Gespräche zur Möglichkeit einer Produktivschaltung und detaillierte Abwägung verbleibender Sicherheitsrisiken