

BACHELORARBEIT

Konzeption und Implementierung einer Web-Anwendung zur Steigerung der Trainingsmotivation in Tischtennisvereinen durch Gamification

vorgelegt am 26. März 2026
Tommy Wang

Erstprüferin: Prof. Dr. Larissa Putzer
Zweitprüfer: Prof. Dr. Eike Langbehn

**HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN HAMBURG**
Fakultät Informatik und Digitale Gesellschaft
Finkenau 35
22081 Hamburg

Zusammenfassung

Die Mitgliederzahlen des Deutschen Tischtennis-Bundes sind trotz einer leichten Erholung nach der Corona-Pandemie langfristig rückläufig [1]. Fehlende Kontinuität im Trainingsbesuch, besonders bei Kindern und Jugendlichen, ist dabei ein zentrales Problem im Vereinsalltag. Diese Arbeit untersucht, ob Gamification die Trainingsteilnahme in Tischtennisvereinen steigern kann.

Dazu wurde SC Champions konzipiert und implementiert, eine Web-Anwendung, die den Trainingsalltag durch spieltypische Elemente wie XP-Punkte, ein Elo-basiertes Bewertungssystem, Ranglisten, Streaks und Challenges erweitert.

In einer fünfmonatigen Praxisphase in einem Hamburger Tischtennisverein zeigte die durchschnittliche Trainingsteilnahme einen positiven Trend. Spieler bewerteten die Anwendung mit 4,3 von 5 Punkten und alle befragten Trainer befürworteten einen Einsatz im eigenen Verein. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein praxisorientiertes Gamification-System im Vereinskontext technisch realisierbar ist und von Nutzern akzeptiert wird.

Abstract

Membership in the German Table Tennis Federation has been declining in the long term, despite a slight recovery following the COVID-19 pandemic. A key factor is the lack of continuity in training attendance, particularly among children and adolescents [1]. This thesis examines whether gamification can increase training participation in table tennis clubs.

SC Champions was designed and implemented as a web application that supplements everyday training with game-typical elements such as experience points, an Elo-based rating system, leaderboards, streaks, and challenges.

Over a five-month pilot phase in a Hamburg table tennis club, average training attendance showed a positive trend. Players rated the application 4.3 out of 5, and all surveyed coaches expressed willingness to use it in their own clubs. The results suggest that a practice-oriented gamification system is technically feasible in a club context and is accepted by its users.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Kontext und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Aufbau der Arbeit	2
2 Theoretische und technologische Grundlagen	4
2.1 Theoretische Grundlagen der Gamification	4
2.1.1 Erweiterung des Diskurses: Prozess und Lernen	5
2.1.2 Abgrenzung zu Serious Games: Parts vs. Whole	5
2.1.3 Charakteristisch für Spiele: Die Ludus-Paidia-Unterscheidung	6
2.2 Strukturebenen von Gamification: Das DMC-Framework	7
2.2.1 Die drei Ebenen	7
2.2.2 Punkte	8
2.2.3 Ranglisten	8
2.3 Selbstbestimmungstheorie als motivationspsychologische Grundlage	9
2.3.1 Die drei psychologischen Grundbedürfnisse	9
2.3.2 Implikationen für Gamification	10
2.3.3 Der Crowding-Out-Effekt	10
2.4 Pointsification vs. Meaningful Gamification	11
2.4.1 Pointsification	11
2.4.2 Meaningful Gamification	11
2.5 Technologische Grundlagen	12
2.5.1 Web-Architektur: MPA, SPA und Hybrid-Ansätze	12
2.5.2 Backend-Architektur: Serverless Computing	13
3 Anforderungsanalyse und Konzeption	15
3.1 Zielgruppe	15
3.2 Theoretische Einordnung von SC Champions	16

3.3	Anforderungsanalyse	17
3.3.1	Funktionale Anforderungen	17
3.3.2	Nicht-funktionale Anforderungen	22
3.4	Technische Konzeption	24
3.4.1	Architektur Entscheidung	24
3.4.2	Frontend Technologien	25
3.4.3	Backend Technologien	25
3.4.4	Datenmodell	26
4	Implementierung	27
4.1	Umsetzung des Bewertungssystems	27
4.1.1	Anpassungen für den Vereinskontext	28
4.1.2	Serverseitige Berechnung	28
4.1.3	Beispielrechnungen	29
4.1.4	Handicap System in der Oberfläche	30
4.1.5	Abgeleitete Punktearten	31
4.2	Benutzeroberfläche	31
4.2.1	Punkteanzeige und Feedback	32
4.2.2	Ranglisten	33
4.2.3	Rang Fortschritt	34
4.2.4	Streak Berechnung	34
4.2.5	Aktivitätsfeed	35
4.2.6	Vereins-Chat	35
4.2.7	Veranstaltungen und Anwesenheit	36
4.2.8	Trainer-Dashboard	36
4.2.9	Guardian-Dashboard	37
4.3	Turniersystem	37
4.3.1	Turnierformate	37
4.3.2	Visualisierung und Verwaltung	38
4.4	Native App mit Capacitor	39
4.4.1	Anpassungen für die native Umgebung	40
5	Evaluation	41
5.1	Methodik	41
5.1.1	Studiendesign	41
5.1.2	Teilnehmer	42
5.1.3	Erhebungsinstrumente	42
5.2	Ergebnisse	43
5.2.1	Baseline-Befragung	43
5.2.2	Trainingsanwesenheit	43

5.2.3	Spieler Feedback	45
5.2.4	Trainer Feedback	46
6	Diskussion und Ausblick	48
6.1	Diskussion	48
6.1.1	Interpretation der Ergebnisse	48
6.1.2	Limitationen	49
6.2	Fazit der Evaluation	50
6.3	Ausblick	50
6.3.1	Integration mit dem offiziellen TTR-System	50
6.3.2	Vereinsübergreifender Wettbewerb	51
6.3.3	Bedeutsamere Achievements	51
6.3.4	Videoanalyse und automatisierte Auswertung	51
6.3.5	Evaluation über mehrere Vereine	52
	Literaturverzeichnis	53
	Anhang	56
	Screenshots der Anwendung	56

Abbildungsverzeichnis

1.1	Mitgliederentwicklung des Deutschen Tischtennis-Bundes (Quelle: [1]) . . .	1
2.1	Einordnung von Gamification im theoretischen Modell nach Deterding u. a. [4]	7
4.1	Handicap Vorschlag bei hoher Elo Differenz (Eigene Darstellung)	31
4.2	H2H Handicap Vorschlag bei Siegesserie (Eigene Darstellung)	31
4.3	Wettkampfhistorie mit Ergebnissen (Eigene Darstellung)	32
4.4	Skill-Rangliste sortiert nach Elo-Punkten (Eigene Darstellung)	33
4.5	Aktivitätsfeed mit Beiträgen (Eigene Darstellung)	35
4.6	Aktivitätsfeed mit Spielergebnissen und Rangaufstiegen (Eigene Darstellung)	35
4.7	Round Robin Turnier mit Spielpaarungen und Ergebnissen (Eigene Darstellung)	38
5.1	Altersverteilung der Spielerbefragung (n=15)	42
5.2	Trainingsteilnahme vor und nach Einführung von SC Champions	44
5.3	Spielerbewertung von SC Champions (n=15)	45
1	Trainer-Dashboard mit Quick Panel und Veranstaltungsübersicht (Eigene Darstellung)	56
2	Erziehungsberechtigten-Dashboard (Eigene Darstellung)	57
3	Veranstaltungsdetail mit Zu- und Absage-Optionen (Eigene Darstellung) . .	57

Tabellenverzeichnis

3.1	Nutzergruppen und deren Hauptfunktionen	16
3.2	Rangstufen und deren Schwellenwerte (Eigene Darstellung)	18
4.1	Änderungskonstante nach Spielerfahrung (Eigene Darstellung)	28
5.1	Attraktivität von Gamification Elementen (Baseline, n=4)	43
5.2	Durchschnittliche Trainingsteilnahme pro Einheit	44
5.3	Motivierendste Funktionen (Mehrfachnennung, n=15)	45
5.4	Trainerbewertung von SC Champions (n=5)	47

1 Einleitung

Sprachlicher Hinweis: Zur besseren Lesbarkeit verwendet diese Arbeit das generische Maskulinum. Alle Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

1.1 Kontext und Problemstellung

Der Deutsche Tischtennis-Bund zählte im Jahr 2002 noch 688.034 Mitglieder. Bis 2022 sank diese Zahl auf rund 506.000 [1]. Zwar ist seit 2023 eine leichte Erholung erkennbar, die wahrscheinlich auf das Ende der Corona-Einschränkungen zurückzuführen ist, doch mit rund 542.000 Mitgliedern im Jahr 2025 liegt der Wert noch immer deutlich unter dem Niveau von vor zwei Jahrzehnten, wie Abbildung 1.1 zeigt.

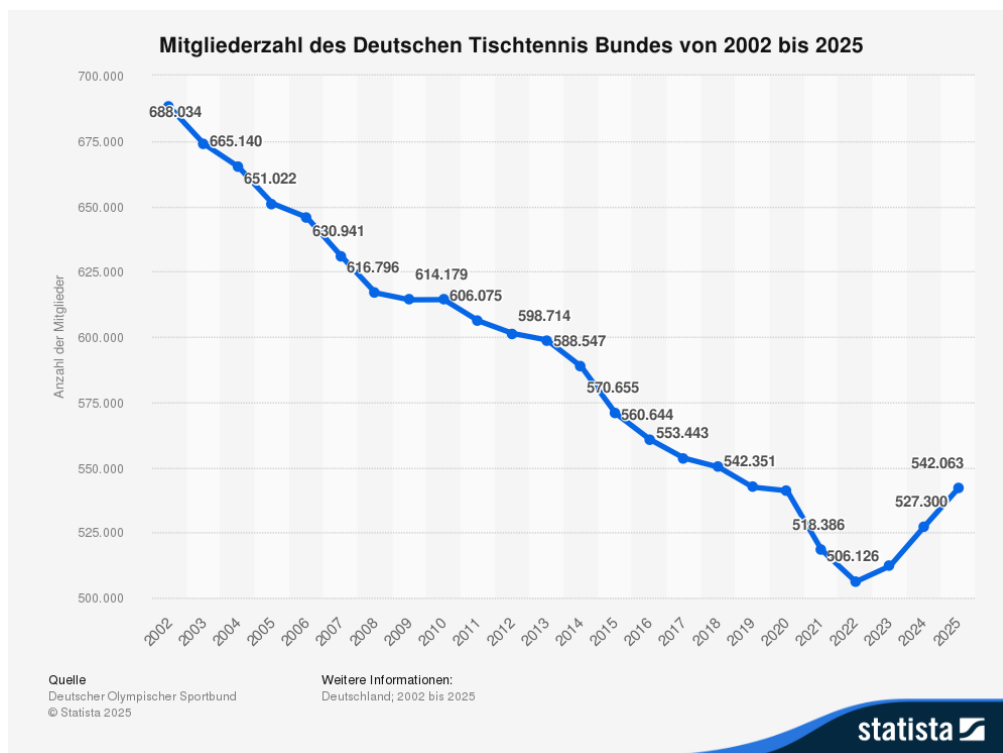


Abbildung 1.1: Mitgliederentwicklung des Deutschen Tischtennis-Bundes (Quelle: [1])

Die dauerhafte Bindung von Kindern und Jugendlichen an den Vereinssport erweist sich zunehmend als Herausforderung. Entgegen der weitverbreiteten Annahme gibt es bislang keine hinreichenden Belege für einen systematischen negativen Einfluss digitaler Medien auf das Sportverhalten [2]. Die tatsächlichen Ursachen für schwindende Vereinsbindungen sind vielmehr struktureller Natur. Ein genereller Rückgang der Alltagsbewegung führt dazu, dass die Mehrheit der jungen Generation die Bewegungsempfehlungen der WHO nicht mehr erfüllt. Darüber hinaus bestimmen soziale Ungleichheiten sowie familiäre und materielle Voraussetzungen maßgeblich die sportliche Aktivität. Dieser Abwärtstrend wurde durch die Corona-Pandemie verschärft, da der Wegfall von Sportangeboten die sportliche Sozialisation gestört und zu einem spürbaren Bindungsverlust an die Institution Sportverein geführt hat [2].

Das Kernproblem ist dabei nicht der erste Einstieg, sondern die Kontinuität. Spieler, die unregelmäßig kommen, verbessern sich langsamer. Wer zu wenig Fortschritt wahrnimmt, verliert die Motivation. Wer die Motivation verliert, kommt noch seltener. Dieser Kreislauf lässt sich in vielen Vereinskontexten beobachten.

1.2 Zielsetzung

Digitale Spielmechaniken haben in verschiedenen Bereichen gezeigt, dass sie Engagement und Verhaltenskontinuität steigern können. Punktesysteme, Ranglisten und Fortschrittsanzeigen motivieren nicht nur in Videospielen, sondern auch in Lernplattformen, Fitness-Apps und betrieblichen Anwendungen [3]. Der gezielte Einsatz solcher Elemente in spielfremden Kontexten wird als Gamification bezeichnet.

Diese Arbeit untersucht, ob Gamification ein wirksames Mittel ist, um die Trainingsbeteiligung in einem Tischtennis-Verein zu steigern. Dafür wird die Web-Anwendung SC Champions konzipiert, implementiert und in einer fünfmonatigen Praxisphase evaluiert. SC Champions ergänzt den Trainingsalltag durch XP-Punkte, ein Elo-Bewertungssystem, Ränge, Challenges und Ranglisten, eingebettet in die realen Abläufe eines Hamburger Tischtennisvereins.

Die Arbeit verfolgt zwei Ziele. Zunächst wird die technische Umsetzbarkeit der Plattform demonstriert, um anschließend deren Wirksamkeit mittels Anwesenheitsdaten und Nutzerbefragungen empirisch zu prüfen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel, die aufeinander aufbauen.

Kapitel 2 legt die theoretischen und technologischen Grundlagen. Es klärt den Begriff Gamification, grenzt ihn von verwandten Konzepten ab und beschreibt die motivationspsychologischen Wirkungsmechanismen auf Basis der Selbstbestimmungstheorie. Abschließend werden die relevanten Web-Architekturen und das Serverless-Paradigma eingeführt.

Darauf aufbauend überführt Kapitel 3 die Grundlagen in eine konkrete Konzeption. Es definiert die Zielgruppe, beschreibt die Gamification-Mechaniken von SC Champions und begründet die technischen Architekturentscheidungen.

Die technische Umsetzung folgt in Kapitel 4. Im Mittelpunkt stehen das Elo-Bewertungssystem nach dem QTTR-Verfahren, die Benutzeroberfläche und die native App-Integration mit Capacitor.

Anschließend dokumentiert Kapitel 5 die Evaluation. Es beschreibt das Studiendesign, präsentiert die Anwesenheitsdaten sowie die Ergebnisse der Spieler- und Trainerbefragung.

Den Abschluss bildet Kapitel 6, das die Ergebnisse diskutiert, sie in den Forschungsstand einordnet und Grenzen der Studie benennt. Der Ausblick zeigt, welche Erweiterungen für zukünftige Iterationen sinnvoll wären.

2 Theoretische und technologische Grundlagen

Dieses Kapitel legt das Fundament für die spätere Konzeption und Implementierung. Der erste Teil erläutert den Begriff Gamification, grenzt ihn von verwandten Konzepten ab und systematisiert die Gestaltungsebenen gamifizierter Systeme. Die Selbstbestimmungstheorie liefert anschließend die psychologische Erklärung, weshalb Spielelemente sowohl motivierend als auch schädliche Auswirkungen hervorbringen können. Der zweite Teil behandelt die technologischen Grundlagen, insbesondere Web-Architekturen und Serverless Computing.

2.1 Theoretische Grundlagen der Gamification

Der Begriff *Gamification* wird in der wissenschaftlichen Literatur kontrovers diskutiert. Deterding u. a. [4] liefern einen systemorientierten Ansatz, der in der Forschung breite Anerkennung gefunden hat. Sie definieren Gamification als die Verwendung von Spieldesign-Elementen in spielfremden Kontexten, im Original „the use of game design elements in non-game contexts“.

Dieser Definition folgend ist dient Gamification nicht nur der reinen Unterhaltung. Vielmehr handelt es sich um einen gestalterischen Ansatz, bei dem spieltypische Designelemente gezielt in funktionale Kontexte integriert werden. Zur Präzisierung differenzieren Deterding u. a. [4] vier wesentliche Merkmale:

- **Verwendung (use):** Der Fokus liegt auf der zweckgerichteten Anwendung von Spielelementen, abgegrenzt von der bloßen Erweiterung (extension) existierender Spiele.
- **Design-Elemente (design elements):** Gemeint sind spezifische Design-Strategien und einzelne Komponenten (parts), keine geschlossenen Spielsysteme (whole games). Die Abgrenzung erfolgt sowohl gegenüber reiner Spieltechnologie wie Grafik-Engines als auch gegenüber Spielpraktiken wie E-Sport.
- **Spielfremde Kontexte (non-game contexts):** Der Einsatz erfolgt in Umgebungen, deren Hauptzweck nicht Unterhaltung ist, sondern beispielsweise Effizienzsteigerung,

Lernförderung oder Verhaltensänderung. Dies umfasst Bereiche wie Wirtschaft, Gesundheitswesen oder Bildung.

- **Charakteristisch für Spiele (characteristic for games):** Gemeint sind Elemente, die in den meisten Spielen vorkommen und deren Spielablauf maßgeblich prägen. Damit grenzt sich Gamification vom freien Spiel (Paidia) ab und ordnet sich dem strukturierten Gaming (Ludus) zu.

2.1.1 Erweiterung des Diskurses: Prozess und Lernen

Der Ansatz von Deterding et al. legt den Fokus auf die verwendeten Bausteine. Andere Autoren argumentieren, dass Gamification in erster Linie über das Erlebnis des Nutzers definiert werden muss.

Huotari und Hamari [5] kritisieren die rein element-basierte Sichtweise. Sie definieren Gamification stattdessen als einen Prozess, der einen Dienst durch Gestaltungsmerkmale für spielerisches Erleben aufwertet und so die Wertschöpfung des Nutzers unterstützt.

Für den Trainingskontext ist die Definition von Kapp u. a. [6] relevant. Diese erweitern den Begriff um die Dimension des *Game Thinking*. Gamification bedeutet demnach nicht nur die Nutzung von Mechaniken, sondern die Anwendung von spielbasiertem Denken, um Menschen zu engagieren, Handlungen anzuregen und Problemlösungskompetenzen zu fördern.

Landers [7] präzisiert diesen Wirkmechanismus lernpsychologisch. Die Spielelemente selbst lehren nicht den Inhalt, aber sie beeinflussen verhaltensbezogene Faktoren wie die Übungszeit, was wiederum den Lernerfolg steigert.

2.1.2 Abgrenzung zu Serious Games: Parts vs. Whole

Um Gamification präzise einzuordnen, ist die Unterscheidung zu Serious Games relevant. Deterding u. a. [4] differenzieren entlang der Dimension Teile vs. Ganzes.

Serious Games sind vollwertige Spiele mit geschlossenen Regelsystemen und messbaren Ergebnissen, die einem ernsten Zweck dienen. Gamification verfolgt einen anderen Ansatz, bei dem einzelne Spielbausteine gezielt ausgewählt und in spielfremde Kontexte eingefügt werden, ohne ein eigenständiges Spielsystem zu schaffen.

Diese Elemente lassen sich auf unterschiedlichen Ebenen zuordnen. Konkrete Interface-Patterns wie Ranglisten und Badges bilden die unterste Schicht, darüber liegen Spielmechaniken wie Zeitbeschränkungen und Ressourcenmanagement, während abstrakte Design-Prinzipien wie klare Zielsetzungen die höchste Ebene darstellen. Serious Games verbinden

diese Schichten zu einem zusammenhängenden Gesamtsystem. Gamification wählt gezielt einzelne Komponenten aus.

Dieser strukturelle Unterschied prägt die Nutzererfahrung. Bei Gamification wechselt die Wahrnehmung des Nutzers ständig zwischen funktionaler Zweckorientierung und spielerischem Erlebnis, da einzelne Spielelemente kein geschlossenes Spielerlebnis erzeugen. Serious Games definieren die Aktivität durch ihre geschlossene Struktur hingegen eindeutig als Spiel.

2.1.3 Charakteristisch für Spiele: Die Ludus-Paidia-Unterscheidung

Um das Merkmal „charakteristisch für Spiele“ bestimmt zu erfassen, beziehen sich Deterding u. a. [4] auf die spieltheoretische Unterscheidung des Soziologen Roger Caillois (zitiert nach Deterding u. a. [4]). Caillois differenziert zwischen zwei Polen des Spielens:

Paidia bezeichnet das freie, expressive und improvisierte Spielen ohne starre Regeln. **Ludus** steht dagegen für strukturiertes Spiel mit expliziten Regeln, kompetitivem Wettstreit und klaren Zielen.

Deterding u. a. [4] ordnen Gamification eindeutig dem Bereich des Ludus zu. Gamification-Anwendungen zielen darauf ab, Nutzerverhalten durch Regeln und Ziele in eine vordefinierte Richtung zu lenken. Abbildung 2.1 veranschaulicht diese Einordnung im Quadranten-Modell.

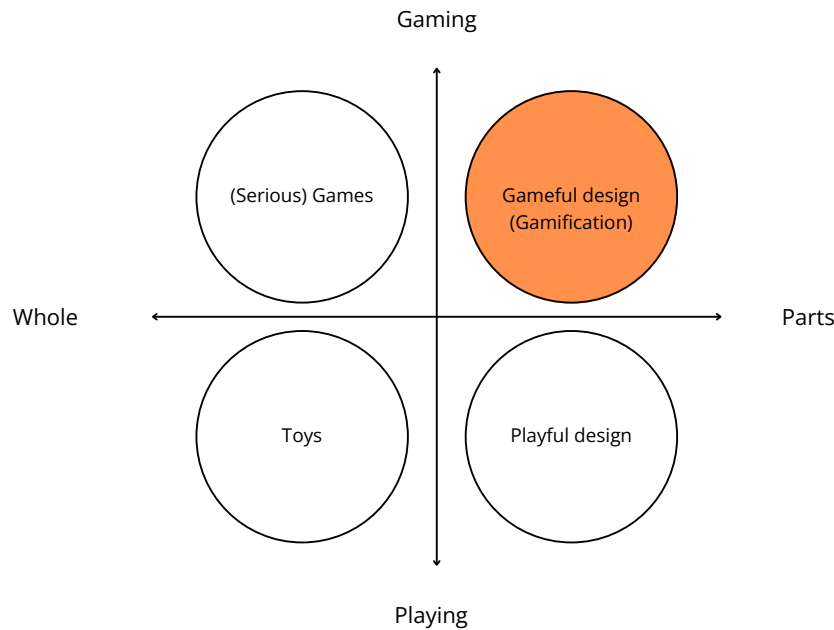


Abbildung 2.1: Einordnung von Gamification im theoretischen Modell nach Deterding u. a. [4]

2.2 Strukturebenen von Gamification: Das DMC-Framework

Werbach und Hunter [8] liefern mit dem *DMC-Framework* eine praxisorientierte Systematik. Das Modell unterscheidet drei hierarchische Ebenen: Dynamics, Mechanics und Components.

2.2.1 Die drei Ebenen

Dynamics bilden die oberste Abstraktionsebene. Sie beschreiben übergreifende Strukturen, die das Nutzererlebnis prägen, etwa Narrativ, Progression oder soziale Interaktion. Diese Elemente werden nicht direkt implementiert, sondern entstehen durch das Zusammenspiel der darunterliegenden Ebenen [8].

Mechanics sind die Regeln und Prozesse, die Nutzerverhalten steuern. Sie definieren, wie Spieler mit dem System interagieren. Werbach und Hunter [8] nennen unter anderem Herausforderungen, Wettbewerb, Kooperation, Feedback und Belohnungen. Für eine Trainingsanwendung sind drei Mechanics besonders relevant:

- **Challenges** – zeitlich begrenzte Aufgaben mit klaren Zielen.
- **Feedback** – unmittelbare Rückmeldung nach einer Aktion.
- **Wettbewerb** – Vergleich mit anderen Vereinsmitgliedern über Ranglisten, wobei dieser Mechanismus auch Risiken birgt (vgl. Abschnitt 2.2.3).

Components sind die konkreten, sichtbaren Elemente der Benutzeroberfläche. Sie bilden die unterste Ebene und setzen die Mechanics um. Dazu zählen Punkte, Badges, Ranglisten, Levels, Fortschrittsbalken und Avatare [8]. Die folgenden Abschnitte vertiefen die für SC Champions zentralen Components.

2.2.2 Punkte

Punkte sind das grundlegendste Gamification-Element und erfüllen mehrere Funktionen [8]. Sie geben dem Nutzer unmittelbares Feedback, indem sie signalisieren, dass eine Aktion registriert und bewertet wurde. Gleichzeitig machen sie Fortschritt messbar, da ein wachsendes Punktekonto auch kleine Verbesserungen sichtbar macht. Darüber hinaus schaffen sie Vergleichbarkeit zwischen Nutzern und bilden damit die Grundlage für Ranglisten.

Aus lernpsychologischer Sicht wirken Punkte als Verstärker, indem eine erwünschte Handlung belohnt wird und sich dadurch die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass sie wiederholt wird [8]. Im Trainingskontext können Punkte an reale Leistungsdaten wie absolvierte Übungen, Trainingsminuten oder technische Verbesserungen gekoppelt werden.

Die Wirksamkeit hängt von der Gestaltung ab. Werden Punkte willkürlich vergeben oder fehlt der Bezug zu echten Leistungen, verlieren sie ihre motivierende Wirkung. Auch besteht das Risiko, dass Nutzer nur noch „Punkte jagen“ statt sich auf die eigentliche Aktivität zu konzentrieren. Diesen Aspekt vertieft Abschnitt 2.4 unter dem Begriff Pointsification.

2.2.3 Ranglisten

Ranglisten ordnen Nutzer nach ihren Leistungen und machen den sozialen Vergleich sichtbar. Sie sprechen das Bedürfnis nach Kompetenz an, da ein hoher Rangplatz die eigene Leistungsfähigkeit bestätigt [9].

Die Wirkung ist jedoch ambivalent. Werbach und Hunter [8] warnen, dass Ranglisten zwar für Nutzer an der Spitze motivierend wirken, für Nutzer am unteren Ende jedoch demotivierend sein können. Wer dauerhaft auf den hinteren Plätzen landet, verliert möglicherweise das Interesse oder das Selbstvertrauen.

Um diese negativen Effekte abzufedern, beschreibt die Literatur mehrere Gestaltungsansätze. *Segmentierte Ranglisten* vergleichen nur innerhalb ähnlicher Leistungsgruppen, während *relative Ranglisten* statt der gesamten Liste nur die direkten Nachbarn zeigen [6]. Eine *Opt-out-Möglichkeit* erlaubt es zudem, die Rangliste auszublenden, wenn der Vergleich als belastend empfunden wird [8].

Das DMC-Framework beschreibt, welche Elemente Gamification einsetzt und wie sie zusammenhängen. Es beantwortet jedoch nicht, warum diese Elemente motivierend wirken. Ein Punktesystem kann Verhalten verstärken, doch unter welchen Bedingungen, und wann schadet es mehr als es nützt? Für diese Fragen braucht es eine psychologische Fundierung.

2.3 Selbstbestimmungstheorie als motivationspsychologische Grundlage

Die Selbstbestimmungstheorie (Self-Determination Theory, SDT) von Deci und Ryan [10] liefert diesen Rahmen. Sie unterscheidet zwei Motivationsformen. Intrinsische Motivation entsteht, wenn eine Tätigkeit um ihrer selbst willen ausgeführt wird, etwa aus Interesse, Freude oder persönlicher Bedeutung. Extrinsische Motivation beruht hingegen auf externen Faktoren wie Belohnungen, Anerkennung oder der Vermeidung negativer Konsequenzen.

2.3.1 Die drei psychologischen Grundbedürfnisse

Deci und Ryan [10] identifizieren drei psychologische Grundbedürfnisse, die Qualität und Nachhaltigkeit von Motivation bestimmen:

Autonomie beschreibt das Gefühl, selbstbestimmt zu handeln und echte Wahlmöglichkeiten zu haben. Nutzer erleben Autonomie, wenn sie eigene Entscheidungen treffen, beispielsweise welche Übungen sie absolvieren oder welche Trainingsziele sie verfolgen.

Kompetenz meint das Erleben, den eigenen Fähigkeiten zu vertrauen und sichtbare Fortschritte zu erzielen. Sichtbare Leistungssteigerungen oder positives Feedback stärken dieses Erleben. Ein Spieler, der seine Verbesserung im Aufschlag konkret nachvollziehen kann, erlebt Kompetenz.

Soziale Eingebundenheit bezeichnet das Bedürfnis nach Zugehörigkeit und Verbindung mit anderen. Trainingsgruppen, gemeinsame Challenges oder der Austausch innerhalb eines Vereins adressieren dieses Bedürfnis.

2.3.2 Implikationen für Gamification

Die SDT erklärt, warum manche gamifizierten Systeme nachhaltig motivieren und andere scheitern. Spielelemente wirken positiv, wenn sie die drei Grundbedürfnisse unterstützen [9]. Ein Punktesystem, das Fortschritte sichtbar macht, stärkt das Kompetenzerleben. Wahlmöglichkeiten zwischen verschiedenen Übungspfaden fördern Autonomie. Ranglisten innerhalb einer Trainingsgruppe können soziale Eingebundenheit schaffen, sofern sie nicht demotivierend wirken (vgl. Abschnitt 2.2.3).

Werden extrinsische Anreize jedoch zu dominant, droht ein *Crowding-Out-Effekt*, bei dem externe Belohnungen die ursprünglich vorhandene intrinsische Motivation verdrängen. Dieser Effekt wird im folgenden Abschnitt vertieft.

2.3.3 Der Crowding-Out-Effekt

Der *Crowding-Out-Effekt*, auch als Korrumpierungseffekt bekannt, beschreibt ein zentrales Risiko gamifizierter Systeme. Extrinsische Belohnungen können bereits vorhandene intrinsische Motivation verdrängen [10].

Eine Person führt eine Tätigkeit zunächst aus eigenem Interesse aus und empfindet Freude daran. Wird eine externe Belohnung eingeführt, verschiebt sich die wahrgenommene Ursache des Handelns. Die Person führt ihr Verhalten nun auf die Belohnung zurück, nicht mehr auf ihr Interesse. Die Tätigkeit verliert ihren Eigenwert.

Deci u. a. [11] belegen diesen Effekt in einer Meta-Analyse von 128 Studien. Materielle Belohnungen, die an eine Aufgabe oder deren Ergebnis geknüpft sind, untergraben die intrinsische Motivation signifikant. Der Effekt tritt besonders stark auf, wenn die Belohnung erwartet wird und an messbare Leistung gebunden ist, also genau die Konstellation vieler Gamification-Systeme.

Nicht alle externen Anreize wirken gleich. Deci u. a. [11] differenzieren drei Typen. Erwartete, aufgabengebundene Belohnungen zeigen den stärksten negativen Effekt. So können beispielsweise Punkte für jede abgeschlossene Übung signalisieren, dass der Nutzer die Tätigkeit nur noch für die Punkte ausführt. Unerwartete Belohnungen wie ein spontaner Bonus nach besonderer Leistung wirken weniger schädlich, da sie die wahrgenommene Autonomie nicht entkräften. Verbales Feedback in Form von Lob und Anerkennung kann die intrinsische Motivation sogar stärken, sofern es als informierend wahrgenommen wird und nicht als kontrollierend.

Für den Trainingskontext bedeutet das, dass ein Tischtennispieler, der aus Freude am Sport trainiert, diese Freude verlieren könnte, wenn ein Punktesystem zu stark in den Vordergrund

tritt. Das Training wird zum Mittel fürs Punktesammeln. Fällt das System weg, fehlt der Antrieb. Die Abgrenzung zwischen Pointsification und Meaningful Gamification (Abschnitt 2.4) adressiert dieses Risiko.

2.4 Pointsification vs. Meaningful Gamification

Nicht jede Anwendung von Spielelementen führt zu nachhaltigem Engagement. Kapp u. a. [6] unterscheidet zwischen *structural gamification*, bei der lediglich die Struktur einer Anwendung mit Punkten, Badges und Ranglisten versehen wird, und *content gamification*, bei der die Inhalte selbst spielerischer und bedeutungsvoller gestaltet werden. Diese Unterscheidung bildet die Grundlage für die folgenden zwei Abschnitte.

2.4.1 Pointsification

Der Begriff *Pointsification* beschreibt eine oberflächliche Form der Gamification, die Kapps *structural gamification* entspricht. Der Fokus liegt fast ausschließlich auf Punkten, Badges und Ranglisten, ohne tiefere Verbindung zur eigentlichen Aktivität [8]. Solche Systeme setzen auf extrinsische Motivation und können kurzfristig die Aktivität steigern, verlieren aber oft schnell ihre Wirkung. Der in Abschnitt 2.3.3 beschriebene Crowding-Out-Effekt kann eintreten, da Nutzer nur noch wegen der Punkte trainieren und aufhören, wenn das System seinen Reiz verliert.

Bogost [12] kritisiert diesen Ansatz scharf. Er argumentiert, dass die bloße Addition von Punkten und Badges verfehlt, was Spiele tatsächlich wirkungsvoll macht, nämlich bedeutsame Interaktionen und Verhaltenskomplexität. Bogost prägt den Begriff *Exploitationware* für Systeme, die Spielelemente nur nutzen, um Nutzerverhalten im Interesse des Betreibers zu steuern, anstatt sich auf echte Engagement-Probleme der Nutzer zu konzentrieren [12].

2.4.2 Meaningful Gamification

Nicholson [13] stellt dem Konzept der Pointsification die *Meaningful Gamification* gegenüber. Dieser Ansatz entspricht Kapps *content gamification* und zielt darauf ab, Spielelemente so zu gestalten, dass sie intrinsische Motivation fördern statt verdrängen. Nicholson definiert Meaningful Gamification als den Einsatz spielerischer Elemente, die Nutzern helfen, persönliche Verbindungen zu einem Kontext aufzubauen und langfristiges Engagement zu entwickeln. Werbach und Hunter [8] stützen diesen Ansatz motivationspsychologisch, indem sie betonen, dass intrinsische Motivation deutlich nachhaltiger wirkt als rein extrinsische Anreize.

Drei Prinzipien stehen im Zentrum:

- **Autonomie** – Nutzer erhalten echte Wahlmöglichkeiten statt vordefinierter Pfade und entscheiden selbst, welche Ziele sie verfolgen.
- **Bedeutsamkeit** – Die Spielelemente verbinden sich mit den persönlichen Zielen der Nutzer. Ein Badge für „100 Vorhand-Topspins“ hat Bedeutung, weil der Spieler an genau dieser Technik arbeiten wollte.
- **Informierendes Feedback** – Rückmeldungen helfen bei der Verbesserung, statt nur zu bewerten. Der Nutzer erfährt nicht nur „gut gemacht“, sondern auch „dein Aufschlag hat sich in den letzten zwei Wochen um 15% verbessert“.

Ein Pointsification-System vergibt Punkte für jede abgeschlossene Übung, unabhängig von Qualität oder persönlicher Relevanz. Ein Meaningful-Gamification-System visualisiert stattdessen den Fortschritt in Bezug auf selbstgesetzte Trainingsziele. Punkte dienen als ergänzendes Feedback, nicht als Selbstzweck.

Diese Unterscheidung ist für SC Champions zentral, da das System bewusst auf Meaningful-Gamification-Prinzipien setzt, um langfristiges Engagement statt kurzfristiger Punktejagd zu fördern.

2.5 Technologische Grundlagen

Neben den theoretischen Grundlagen erfordert die Umsetzung von SC Champions technische Entscheidungen zur Architektur und Infrastruktur. Dieser Abschnitt führt die relevanten Konzepte ein.

2.5.1 Web-Architektur: MPA, SPA und Hybrid-Ansätze

SC Champions ist eine Web-Anwendung, deren Architektur maßgeblich beeinflusst, wie Nutzer die Anwendung erleben. Die folgenden Grundtypen bilden den Rahmen für die in Kapitel 3 begründete Architekturentscheidung.

Web-Anwendungen lassen sich architektonisch in zwei Grundtypen unterteilen. Bei einer **Multi-Page Application (MPA)** sendet der Browser bei jeder Interaktion eine Anfrage an den Server, der eine vollständige HTML-Seite zurückliefert. MPAs bieten eine schnelle Erstanzeige und gute Indexierbarkeit durch Suchmaschinen, erfordern jedoch bei jedem Seitenwechsel ein vollständiges Neuladen, was den Nutzungsfluss unterbricht [14].

Eine **Single-Page Application (SPA)** verlagert die Anwendungslogik in den Browser. Nach dem initialen Laden tauscht JavaScript nur die Inhalte dynamisch aus ohne Neuladen [15]. Das erzeugt ein flüssiges Nutzererlebnis, erfordert aber eine komplexe clientseitige Verwaltung von Browser-Verlauf und Navigation.

Hybrid-Ansätze kombinieren beide Architekturen, indem die Views als separate HTML-Dateien organisiert bleiben, aber dynamisch per AJAX geladen werden. AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) ruft Daten im Hintergrund vom Server ab, ohne die Seite neu zu laden. So entsteht die flüssige Navigation einer SPA bei modularer Dateistruktur.

Progressive Web Apps (PWA) erweitern diese Modelle um native Funktionen und schließen die Lücke zu installierten Apps. Das Konzept basiert auf dem Prinzip des *Progressive Enhancement*, bei dem die Anwendung in jedem Browser funktioniert, auf modernen Geräten aber erweiterte Funktionen freischaltet [16]. Technisch stützt sich eine PWA auf drei Kernkomponenten:

- Der **Service Worker** agiert als Vermittler zwischen Browser und Netzwerk. Er ermöglicht durch Caching Offline-Funktionalität sowie Push-Benachrichtigungen [17].
- Das **Web App Manifest** definiert als JSON-Datei Metadaten wie Icons und Name und erlaubt die Installation auf dem Homescreen ohne App store [17]
- Das **HTTPS** ist zwingend erforderlich, um die Sicherheit der Daten und die Integrität des Service Workers zu gewährleisten [18]

Apples iOS schränkt den Funktionsumfang von PWAs allerdings ein. So wurden Push-Benachrichtigungen erst mit iOS 16.4 unterstützt und der Zugriff auf bestimmte Geräteschnittstellen bleibt weiterhin limitiert [19].

2.5.2 Backend-Architektur: Serverless Computing

Traditionelle Web-Anwendungen erfordern einen Server, der konfiguriert, gewartet und skaliert werden muss. *Serverless Computing* verlagert diese Aufgaben vollständig zum Cloud-Anbieter [20]. Entwickler schreiben nur noch die Anwendungslogik-Infrastruktur. Skalierung und Verfügbarkeit übernimmt der Anbieter automatisch.

Das Modell basiert auf zwei Komponenten. *Function-as-a-Service (FaaS)* führt einzelne Funktionen ereignisgesteuert aus, wobei eine Funktion nur bei Bedarf gestartet wird, eine Anfrage verarbeitet und danach wieder beendet wird [21]. *Backend-as-a-Service (BaaS)* stellt fertige Dienste wie Authentifizierung, Datenbanken oder Dateispeicher bereit, die Entwickler direkt nutzen können, ohne diese selbst implementieren zu müssen [22]. Supabase, das in dieser Arbeit eingesetzte Backend, ist ein Beispiel für einen solchen BaaS-Anbieter.

Die Vorteile sind erheblich, da keine Server-Administration nötig ist, die Skalierung bei Lastspitzen automatisch erfolgt und ein Pay-per-use-Abrechnungsmodell nur tatsächlich genutzte Ressourcen berechnet. Eine Herausforderung bleibt die sogenannte *Cold-Start-Latenz*, bei der eine länger nicht aufgerufene Funktion beim nächsten Aufruf erst initialisiert werden muss, was zu kurzen Verzögerungen führen kann [23].

3 Anforderungsanalyse und Konzeption

Dieses Kapitel überführt die theoretischen Grundlagen aus Kapitel 2 in eine konkrete Anwendung. Zunächst wird die Zielgruppe definiert und das Vorhaben SC Champions theoretisch eingeordnet. Darauf aufbauend beschreibt die Konzeption, wie das DMC-Framework und die Selbstbestimmungstheorie in konkrete Gamification-Elemente übersetzt werden. Die funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen präzisieren den Funktionsumfang, bevor die technische Konzeption die Architektur-Entscheidungen begründet.

3.1 Zielgruppe

SC Champions richtet sich an Tischtennisvereine und deren Mitglieder. Die Plattform unterscheidet drei Nutzergruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen und Berechtigungen.

Spieler bilden die primäre Zielgruppe. Von Kindern im Anfängertraining bis zum erfahrenen Vereinsspieler. Sie tragen Matches ein, verfolgen ihren Fortschritt in Ranglisten und melden sich zu Trainings an. Im Mittelpunkt steht das Gamification-Erlebnis. Spieler sammeln Punkte, steigen im Rang auf und nehmen Challenges an. Eine Punktehistorie macht dabei jede Veränderung transparent und nachvollziehbar.

Trainer bilden das Bindeglied zwischen realem Training und der Plattform. Ihre Aufgaben sind vielfältig. Sie erfassen die Anwesenheit, vergeben Punkte für absolvierte Übungen und können diese bei Regelverstößen auch abziehen. Sie tragen Wettkämpfe ein und erstellen Challenges. Auf organisatorischer Ebene verwalten sie Spieler, nehmen Beitrittsanfragen an oder lehnen sie ab und können Spieler zu Trainer ernennen. Für Vereinsmitglieder ohne Smartphone oder Internetzugang legen Trainer Offline-Spieler an. Ein Wechsel zwischen Spieler- und Trainer Ansicht ist möglich. Im Sinne des Interaktionskonzepts übernehmen Trainer die Rolle eines Gamemasters. Sie entscheiden, welche Aktivitäten belohnt oder bestraft werden.

Administratoren verwalten den Verein auf technischer Ebene. Sie legen neue Vereine an, erstellen und verwalten Übungen, verwalten Einladungscode und sehen die Statistik aller Vereine wie Mitgliederzahlen oder Aktivitätsraten. Bei Bedarf können sie Übungen löschen sowie Spieler oder ganze Vereine entfernen.

Erziehungsberechtigte begleiten minderjährige Spieler passiv. Sie sehen die Trainingsanwesenheit, Punkteentwicklung und Spielergebnisse ihrer Kinder, ohne selbst am Spielbetrieb teilzunehmen. Diese Perspektive unterstützt die Kommunikation zwischen Verein und Familie und gibt Eltern einen Überblick über den Trainingsfortschritt ihrer Kinder. Gerade für die Hauptzielgruppe der Kinder und Jugendlichen ist die Einbindung der Erziehungsberechtigten ein relevanter Faktor für dauerhafte Vereinstreue. Tabelle 3.1 fasst die Hauptfunktionen der vier Nutzergruppen zusammen.

Tabelle 3.1: Nutzergruppen und deren Hauptfunktionen

Rolle	Priorität	Hauptfunktionen
Spieler	Primär	Matches eintragen, Ranglisten einsehen, Challenges annehmen, Trainingsanmeldung, Punkte-Historie
Trainer	Sekundär	Anwesenheit erfassen, Punkte vergeben/abziehen, Wettkämpfe eintragen, Challenges erstellen, Spieler verwalten, Offline-Spieler anlegen
Admin	Tertiär	Vereine anlegen, EinladungsCodes verwalten, Übungen erstellen, Plattform-Statistiken, Löschrechte
Erziehungsberechtigte	Ergänzend	Trainingsanwesenheit einsehen, Punkteentwicklung verfolgen, Spielergebnisse der Kinder abrufen

3.2 Theoretische Einordnung von SC Champions

Strukturell handelt es sich bei SC Champions um Gamification, nicht um ein Serious Game. Die Anwendung ist kein eigenständiges Tischtennis-Videospiel, sondern reichert den realen Trainingsprozess durch ausgewählte Spielelemente an. Dabei zielt SC Champions auf Ludus ab, da Tischtennis feste Regeln und messbare Übungsziele mitbringt und sich damit vom freien Spiel abgrenzt. Im Sinne von Landers [7] dient Gamification hier als Moderator, denn die Spielelemente selbst vermitteln keine Tischtennis-Technik. Armstrong und Landers [24] bestätigen diesen Wirkmechanismus spezifisch für Trainingsprozesse.

Die Selbstbestimmungstheorie (vgl. Abschnitt 2.3) warnt davor, dass ein Spieler, der aus Freude am Sport trainiert, diese Freude verlieren könnte, wenn ein Punktesystem zu bestimmend wird. Für SC Champions folgt daraus ein klares Prinzip. Die Spielelemente ergänzen intrinsische Motivation, sie ersetzen sie nicht. Die Abgrenzung zwischen Pointsification und Meaningful Gamification (vgl. Abschnitt 2.4) prägt daher die gesamte Konzeption.

Autonomie entsteht durch freie Übungs- und Challengewahl sowie die freie Wahl des Gegenspielers in Wettkämpfen. Bedeutsamkeit schafft das Punktesystem, indem es sportliche

Aktivität abbildet. XP belohnen Anwesenheiten, Übungen und Challenges, während die Elo-Entwicklung die tatsächliche Spielstärke widerspiegelt. Informierendes Feedback liefern die Elo-Entwicklung, Match-Historie und der aktuelle Rang.

Das Punktesystem ist mehrdimensional aufgebaut. XP sind permanente Fortschrittspunkte für Anwesenheit, Übungen, Challenges und Match-Siege. Der Trainer kann sie auch manuell vergeben oder als Bestrafung abziehen. Saisonpunkte leiten sich aus dem Elo-Delta ab und werden nach jeder Saison zurückgesetzt, sodass alle Spieler regelmäßig dieselbe Ausgangslage haben. *Elo-Punkte* bewerten die Spielstärke, wobei ein Sieg gegen einen stärkeren Gegner mehr Punkte bringt als gegen einen schwächeren. Die genaue Formel beschreibt Kapitel 4. Für Doppelwettkämpfe existiert ein separates *Doppel-Elo*. *Ränge* (Bronze, Silber, Gold) kombinieren XP und Elo. Spieler steigen durch das Erreichen bestimmter Schwellenwerte auf.

Neben dem Punktesystem schaffen vier separate Ranglisten Sichtbarkeit für den Wettbewerb. Eine vereinsweite und globale Rangliste spricht kompetitive Spieler an, die saisonale Rangliste gibt Neueinsteigern eine Chance und persönliche Fortschrittsanzeigen machen die eigene Entwicklung unabhängig vom Vergleich sichtbar.

3.3 Anforderungsanalyse

Eine Gamification-Plattform für Tischtennisvereine muss sowohl Spieler als auch Trainer bedienen. Spieler wollen ihren Fortschritt sehen und motiviert werden, während Trainer Werkzeuge brauchen, um Leistung zu erfassen und zu bewerten. Die folgenden Anforderungen entstanden in Zusammenarbeit mit mehreren Trainern und Spielern.

3.3.1 Funktionale Anforderungen

Benutzerverwaltung

Neue Nutzer registrieren sich mit E-Mail und Passwort. Ein Onboarding erfasst Stammdaten wie Name und Vereinszugehörigkeit. Das Profil zeigt die zentralen Kennzahlen wie Rang, XP, Elo und Saisonpunkte. Zwei Historien schaffen Transparenz, wobei eine den Wettkämpfen und die andere allen Punkteveränderungen gewidmet ist. Jede Gutschrift und jeder Abzug ist nachvollziehbar.

Nicht jedes Vereinsmitglied besitzt ein Smartphone oder eine E-Mail-Adresse. Das betrifft besonders jüngere Spieler oder ältere Mitglieder. Für sie kann der Trainer bei Bedarf Offline-Spieler anlegen. Diese Profile benötigen keinen Login, sind aber vollständig ins Punktesystem

integriert. Offline-Spieler erscheinen in Ranglisten, sammeln XP, steigen in Rängen auf. Der Trainer pflegt ihre Daten.

Der Übergang zum regulären Konto ist vorbereitet. Möchte ein Offline-Spieler später selbst auf die Anwendung zugreifen, generiert der Trainer einen Einladungscode. Der Spieler registriert sich damit und sein Konto wird mit seinem Offline-Konto migriert.

Gamification Mechaniken

Wie in Abschnitt 3.2 beschrieben, basiert das Punktesystem auf vier Punktearten, die jeweils unterschiedliche Aspekte der Spieleraktivität abbilden.

XP sind permanente Fortschrittspunkte, die Spieler für Trainingsanwesenheit, Übungen, Challenges und Siege erhalten. XP gehen nicht verloren, es sei denn der Trainer zieht sie als Strafe ab, etwa für unsportliches Verhalten.

Saisonpunkte belohnen ausschließlich Siege und werden nach jeder Saison zurückgesetzt. Bei einer Niederlage bleiben sie unverändert. Strafen können sie ebenfalls reduzieren. Die genaue Berechnung beschreibt Kapitel 4.

Das *Elo-System* misst die Spielstärke und orientiert sich am Quartals-Tischtennis-Rating, kurz QTTR-Verfahren, des Deutschen Tischtennis-Bundes [25]. Spieler starten mit 800 Punkten, wobei ein Sieg gegen stärkere Gegner mehr Punkte bringt als gegen schwächere. Die genaue Berechnung und die Anpassungen für den Vereinskontext beschreibt Kapitel 4.

Für Doppelwettkämpfe existiert ein separates *Doppel-Elo*, das die Leistung eines Spielerpaares unabhängig vom Einzel-Elo bewertet. Jede neue Paarung startet bei 800 Punkten.

Ränge verbinden Trainingsfleiß mit Spielstärke. Spieler starten als Rekrut und steigen durch das Erreichen von XP- und Elo-Schwellenwerten auf. Tabelle 3.2 zeigt die Schwellenwerte für jeden Rang.

Tabelle 3.2: Rangstufen und deren Schwellenwerte (Eigene Darstellung)

Rang	XP	Elo
Rekrut	0	800
Bronze	50	850
Silber	200	900
Gold	500	1000
Platin	1000	1100
Champion	1800	1300

Im Profil soll jeder Spieler seinen Fortschritt sehen wie aktueller Rang, Schwellenwerte für den Aufstieg, der nächste Rivale in der Elo-Rangliste und der nächste Rivale in der Saison-Rangliste. Diese Anzeige personalisiert den Wettbewerb. Statt gegen eine abstrakte Rangliste misst er sich mit einer Person über ihn in der Rangliste.

Anwesenheit und Streak System

Das Streak System adressiert die in Abschnitt 1.1 beschriebene Herausforderung der fehlenden Kontinuität. Durch steigende Belohnungen bei aufeinanderfolgenden Trainingsbesuchen entsteht ein Anreiz, regelmäßig zu erscheinen. Jede Trainingsteilnahme bringt XP- und Saisonpunkte in gleicher Höhe. Die Menge hängt vom Streak ab. Bei ein bis zwei Trainings in Folge erhalten Spieler 3 Punkte, bei drei bis vier Trainings 5 Punkte und ab fünf Trainings 6 Punkte. Ein verpasstes Training setzt den Streak auf null.

Untergruppen strukturieren das Trainingsangebot, indem ein Verein verschiedene Gruppen wie „Basistraining“, „Leistungstraining“ oder „U18“ anlegen kann. Jede Trainingseinheit kann entweder zu einer bestimmten Untergruppe oder der Hauptgruppe mit allen Spielern aus dem Verein gehören. Spieler werden einer oder mehreren Untergruppen zugeordnet und sehen nur die für sie relevanten Termine.

Das Streak System berücksichtigt diese Struktur und zählt den Streak pro Untergruppe separat. Ein Spieler, der montags das Basistraining besucht und mittwochs das Leistungstraining, baut zwei unabhängige Streaks auf. Fehlt er beim Basistraining, bricht nur dieser Streak ab und der Leistungstraining Streak bleibt intakt. Für vereinsweite Trainings ohne spezifische Zielgruppe existiert eine Hauptgruppe. Das System markiert sie als Standard und verwendet sie automatisch, wenn ein Training den gesamten Verein betrifft.

Das System unterstützt mehrere Einheiten pro Tag. Trainer definieren wiederkehrende Templates wie etwa Montags 17-19 Uhr Basistraining. Eine Cloud Funktion generiert darauf die Sessions für 14 Tage im Voraus. Die Anwesenheit wird pro Session erfasst, nicht pauschal pro Tag. Mehrfaches Training am selben Tag bringt abnehmende Erträge, um Regelmäßigkeit stärker zu belohnen als Intensität an einem einzelnen Tag. Das zweite Training gibt nur die Hälfte der Punkte (aufgerundet), sodass aus 3 Punkten 2 werden, aus 5 Punkten 3 und aus 6 Punkten ebenfalls 3.

Übungen und Challenges

Übungen werden zentral vom Admin angelegt. Beim Erstellen definiert er Titel, Beschreibung und Punktzahl. Optional ergänzt er ein Bild oder eine Animation zur Veranschaulichung. Tags wie „Grundlage“, „Vorhand-Topspin“ oder „Beinarbeit“ erleichtern die Filterung.

Der Übungstyp bestimmt, wie Punkte verteilt werden. Einzelübungen wie Seilspringen oder Wandsitzen betreffen nur einen Spieler. Bei Einzelübungen werden beim Erreichen die vollen Punkte zugeschrieben. Bei Paarübungen erhalten beide Spieler die volle Punktzahl, wenn beide aktiv beteiligt sind. Ist einer aktiv und der andere passiv, wie etwa beim Zuspielen oder Blocken, bekommt der aktive Spieler die volle Punktzahl und der passive die Hälfte.

Manche Übungen haben kumulativ gestaffelte Meilensteine. Bringt eine Übung beispielsweise bei 3 Ballberührungen 3 Punkte und bei 8 Ballberührungen weitere 3 Punkte, so schreibt die Anwendung einem Spieler mit 9 Ballberührungen automatisch 6 Punkte gut.

Challenges erstellen Trainer selbst und diese gelten nur für den eigenen Verein. Typische Beispiele sind „Besiege 5 verschiedene Gegner in offiziellen Spielen“ oder „Nimm an 10 Trainings in Folge teil“. Challenges verbinden mehrere Aktivitäten zu einem übergeordneten Ziel und fördern damit die in Abschnitt 2.3 beschriebene Autonomie, da Spieler selbst entscheiden, welche Challenges sie annehmen.

Ranglisten

Vier separate Ranglisten machen den Wettbewerb sichtbar und setzen die in Abschnitt 2.2.3 beschriebenen Gestaltungsansätze um. Die Saisonrangliste zeigt die aktuellen Saisonpunkte und gibt durch den regelmäßigen Reset auch Neueinsteigern eine Chance. Die Skillrangliste ordnet Spieler nach Elo-Punkten ein. Die Rangübersicht gruppiert Spieler nach ihrem aktuellen Level. Die Doppelrangliste zeigt die besten Teams.

Diese Vielfalt adressiert unterschiedliche Spielertypen. Wer regelmäßig gewinnt, sammelt Saisonpunkte und steigt in der Skillrangliste auf. Wer noch wenig Spielerfahrung hat, kann über den Rang Fortschritt sichtbaren Fortschritt erzielen.

Spieler können wählen, welche Rangliste sie sehen wollen. Einzelne Listen lassen sich ausblenden, was die von Kapp u. a. [6] empfohlene Opt-out-Möglichkeit umsetzt. Filter nach Geschlecht, Altersgruppe und Untergruppen grenzen den Vergleich ein. Ein Countdown zeigt die verbleibende Zeit bis zur Saisonzurücksetzung.

Aktivitätsfeed

Der Aktivitätsfeed bildet die Startseite für Spieler. Beiträge wie Spielergebnisse, Saisonstarts und Ranglistenveränderungen auf den Podiumsplätzen erscheinen chronologisch. Diese soziale Komponente schafft Sichtbarkeit, wodurch Spieler sehen, was im Verein passiert. Siege sind öffentlich und die Fortschritte anderer können ein Motivationsfaktor sein.

Filter ermöglichen es, die Anzeige auf alle Aktivitäten, abonnierte Spieler, eigene Beiträge oder Vereinsaktivitäten einzugrenzen.

Die Suchfunktion ermöglicht das Finden und Folgen anderer Spieler. Vereinslose Spieler können nach Vereinen suchen und Beitrittsanfragen senden.

Match Workflow

Für die Erfassung einer Partie stehen zwei Wege zur Verfügung. Mitglieder können Ergebnisse selbst einpflegen, wobei die Gegenseite den Eintrag anschließend bestätigen muss. Trainer hingegeben können Wettkämpfe direkt für alle Vereinsmitglieder eintragen.

Im ersten Fall wählt der Eintragende den Gegner aus, gibt das Ergebnis ein und sendet die Anfrage ab. Der Gegner erhält eine Benachrichtigung und kann den Eintrag bestätigen oder ablehnen. Erst nach dieser Bestätigung wird die Partie gewertet.

Der Trainerweg ermöglicht es, auch Mitglieder ohne App-Zugang zu erfassen, sodass Ergebnisse aus Wettkämpfen nachträglich eingetragen werden können. Unabhängig vom gewählten Weg endet jeder Eintrag mit denselben Daten: Gewinner, Verlierer, Satzergebnisse und Zeitstempel. Elo-Berechnung und Punktevergabe erfolgen anschließend automatisch.

Handicap-System

Das Handicap System ermöglicht faire Spiele zwischen Spielern unterschiedlicher Stärke. Ohne Ausgleich hätte ein Anfänger gegen einen erfahrenen Spieler kaum eine Chance. Das demotiviert beide Seiten.

Zwei Mechanismen greifen. Der erste basiert auf der Elo-Differenz. Ab 40 Punkten Differenz schlägt das System ein Handicap vor. Der schwächere Spieler startet jeden Satz mit Vorsprung. Die Staffeung sieht vor, dass 40–79 Elo Differenz 1 Punkt Vorsprung bringen, 80–119 bringen 2 Punkte und 120–159 bringen 3 Punkte. Ein Spieler kann einen maximalen Vorsprung von 7 Punkten erhalten.

Der zweite Mechanismus berücksichtigt die direkte Bilanz. Gewinnt ein Spieler zweimal hintereinander gegen denselben Gegner, schlägt das System ein dynamisches Handicap vor. Zwei Siege in Folge ergeben 1 Punkt für den Unterlegenen, drei Siege ergeben 2 Punkte. Bei einem Sieg des erwarteten Verlierer reduziert sich das Handicap um 1.

Handicap Matches beeinflussen die Wertung anders als reguläre Matches. Statt der dynamischen Elo-Berechnung gilt ein fester Wert von ± 8 Elo. Das verhindert, dass der stärkere Spieler durch den Ausgleich zu viele Punkte verliert. Das Handicap ist optional und beide Spieler sollen sich vorher abstimmen, bevor es aktiviert wird.

Benachrichtigungen

Die Anwendung informiert Nutzer über relevante Ereignisse. Ein Glocken Symbol im Header zeigt die Anzahl ungelesener Benachrichtigungen. Ein Klick öffnet die Liste mit eingehenden Wettkampfanfragen, Bestätigungen, Punktegutschriften und Challenge-Einladungen.

Push-Benachrichtigungen erweitern diesen Kanal auf das Smartphone. Auch bei geschlossener App erhalten Spieler Hinweise auf neue Aktivitäten. Die Zustellung übernimmt OneSignal [26], ein Dienst der die plattformspezifischen Protokolle für Web, iOS und Android abstrahiert. Die Integration in die PWA erfolgt über ein JavaScript-SDK und einen Service Worker. Nutzer entscheiden selbst, ob sie Push Benachrichtigungen aktivieren wollen. Die Abfrage erfolgt beim ersten Start der App. In den Einstellungen lässt sich die Entscheidung jederzeit ändern.

3.3.2 Nicht-funktionale Anforderungen

Usability

Jede Hauptfunktion soll innerhalb von drei Klicks erreichbar sein, ob Spiele eintragen, Rangliste öffnen oder Spieler suchen. Die Zielgruppe umfasst Spieler aller Altersgruppen, vom technikaffinen Jugendlichen bis zum Vereinsmitglied ohne Smartphone Erfahrungen. Da die App am Spielfeldrand genutzt wird, oft zwischen den Sätzen und mit einer Hand, folgt das Layout dem Mobile-First-Prinzip. Kleine Buttons oder stark verschachtelte Menüs scheiden aus. Media Queries skalieren die Darstellung auf Tablets und Desktop, aber das Smartphone bleibt die Referenz.

Feedback ist zentral. Jede Aktion braucht eine sichtbare Reaktion wie Ladebalken bei Wartezeiten oder Toast-Benachrichtigungen bei Erfolg und Fehler, damit der Nutzer nie rätseln muss, ob sein Klick registriert wurde.

Performance

Die initiale Ladezeit sollte drei Sekunden nicht überschreiten, da längere Wartezeiten dazu führen können, dass Nutzer die Anwendung vorzeitig verlassen. Das gilt besonders bei mobiler Nutzung in Sporthallen, wo die Netzverbindung häufig schwankt. Nach dem ersten Laden cached der Service Worker alle statischen Assets, sodass wiederholte Zugriffe nahezu ohne Verzögerung erfolgen. Auch Seitenwechsel innerhalb der Anwendung sollten spürbar schnell sein und die Grenze von 500 Millisekunden nicht überschreiten, da das flüssige Gefühl einer Single-Page Application (SPA) maßgeblich von zügigen Übergängen abhängt. Der gewählte Hybridansatz lädt Views per AJAX nach, ohne die gesamte Seite neu zu rendern, und überbrückt die kurze Wartezeit zusätzlich durch einen visuellen Ladebalken.

Eine Offline-Fähigkeit der Anwendung ist wünschenswert, aber nicht kritisch. Der Service Worker ermöglicht zwar den Zugriff auf gecachte Daten auch ohne aktive Internetverbindung, jedoch erfordern neue Einträge wie das Erfassen eines Spielergebnisses stets eine Verbindung zum Server, da die Validierung serverseitig erfolgt.

Sicherheit

Die Authentifizierung übernimmt Supabase Auth. E-Mail und Passwort werden verschlüsselt übertragen, Passwörter serverseitig gehasht. Sessions und Tokens werden von Supabase verwaltet.

Die Autorisierung erfolgt über Row Level Security. Jede Datenbankabfrage durchläuft Sicherheitsregeln auf Zeilenebene. Spieler sehen nur ihre eigenen Daten und öffentliche Daten wie Rangliste, Spieler suchen. Trainer haben Zugriff auf alle Spieler ihres Vereins. Administratoren verwalten die gesamte Plattform. Diese Trennung greift direkt in der Datenbank, nicht nur im Frontend.

Sicherheitskritische Operationen laufen in Supabase Edge Functions. Die Elo Berechnung, das Anlegen von Offline-Spielern und die Kontolöschung erfolgen serverseitig, weil clientseitiger Code grundsätzlich manipulierbar ist.

HTTPS ist zwingend notwendig, da ohne eine sichere Verbindung weder Service Worker noch Push-Benachrichtigungen funktionieren.

Datenschutz

Die Anwendung verarbeitet personenbezogene Daten wie Namen, E-Mail-Adressen und Spielergebnisse. Die Datenschutzerklärung informiert Nutzer über Art und Zweck der Verarbeitung. Eine Einwilligung erfolgt bei der Registrierung.

Spieler können in den Privatsphäre Einstellungen festlegen, wer ihre Spiele, ihr Profil und ihre Ranglistenposition sehen darf. Das Recht auf Löschung ist implementiert. Eine Funktion anonymisiert alle verknüpften Daten. Match Historien bleiben erhalten, aber ohne Personenbezug.

Wartbarkeit

Der Code folgt einer modularen Struktur. JavaScript ist in ES6 Module aufgeteilt. Neue Features lassen sich hinzufügen, ohne bestehende Funktionen zu beeinträchtigen.

Automatisierte Tests sichern die Kernlogik ab. Vitest prüft sowohl die Logikfunktionen als auch die Frontend-Komponenten. Dazu gehören Elo-Berechnung, Gate Protection, Saisonpunkte und Handicap-Matches auf der einen Seite, Set Score Validierung und Spielvalidierung auf der anderen. Eine CI/CD-Pipeline mit GitHub Actions führt alle Tests bei jedem Push aus und blockiert das Deployment bei fehlschlagenden Tests. Coverage Reports dokumentieren die Testabdeckung.

3.4 Technische Konzeption

Die technische Konzeption beschreibt die Architektur Entscheidungen und begründet die Wahl der Technologien. Im Vordergrund steht die Frage, welche Architektur die funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen am effektivsten erfüllt.

3.4.1 Architektur Entscheidung

Drei Optionen standen zur Wahl: eine native App, eine klassische Webanwendung oder eine Progressive Web App (PWA). Die Entscheidung fiel auf eine PWA mit Hybrid Ansatz.

Native Apps bieten die beste Performance und vollen Zugriff auf Gerätefunktionen. Allerdings erfordern sie separate Codebasen für iOS und Android. Der Entwicklungsaufwand verdoppelt sich. Der doppelte Entwicklungsaufwand übersteigt den Rahmen dieser Arbeit.

Klassische Webanwendungen laufen in jedem Browser, erfordern aber bei jedem Seitenaufruf eine Serveranfrage und bieten keine Offline-Nutzung, was sie für den Einsatz am Spielfeldrand mit schwankender Netzverbindung ungeeignet macht.

Progressive Web Apps kombinieren die Vorteile beider Ansätze. Sie laufen im Browser, können aber auf dem Homescreen installiert werden. Ein Service Worker ermöglicht Caching eingeschränkte Offline-Nutzung. Push-Benachrichtigungen funktionieren wie bei nativen Apps. Eine Codebasis bedient alle Plattformen.

Der Hybrid Ansatz erweitert die PWA um SPA ähnliches Verhalten. Statt bei jedem Klick die komplette Seite neu zu laden, holt ein JavaScript Modul nur den geänderten Inhalt per AJAX nach. Die Navigation fühlt sich flüssig an, obwohl keine komplexen Frameworks wie React oder Vue zum Einsatz kommen. Dieser Ansatz reduziert die Komplexität und hält die Bundle Größe klein.

3.4.2 Frontend Technologien

Das Frontend setzt auf bewährte Webtechnologien ohne Build Prozess. Vanilla JavaScript mit ES6 Modulen bildet die Grundlage. Jede Funktionalität liegt in einer separaten Datei. Import und Export Statements strukturieren die Abhängigkeiten. Diese Modularität erleichtert die Wartung und Erweiterung. Ein Framework wie React oder Vue wurde bewusst vermieden, da es einen Build Prozess erzwingen und die Bundle Größe erhöhen würde.

Tailwind CSS übernimmt das Styling. Utility Klassen wie `flex`, `p-4` oder `bg-blue-500` werden direkt im HTML verwendet. Das eliminiert die Notwendigkeit separate CSS Dateien zu pflegen. Responsive Design entsteht durch Präfixe wie `md:` oder `lg:`.

Der Service Worker implementiert verschiedene Caching-Strategien. Statische Assets wie JavaScript, CSS und Bilder nutzen Stale While Revalidate, wobei der Cache sofort liefert, während im Hintergrund eine neue Version geholt wird. HTML-Seiten nutzen Network First, bei dem das Netzwerk Priorität hat und der Cache als Fallback dient. Diese Kombination gewährleistet sowohl Aktualität als auch Geschwindigkeit.

Push-Benachrichtigungen übernimmt OneSignal, wie bereits in den funktionalen Anforderungen beschrieben. Transaktionale E-Mails, etwa für das Zurücksetzen von Passwörtern, versendet Resend [27], ein API-basierter E-Mail-Dienst, der über Supabase Edge Functions angebunden ist.

3.4.3 Backend Technologien

Das Backend basiert auf Supabase. Die Plattform stellt eine PostgreSQL Datenbank bereit, die relationale Integrität, komplexe Abfragen und Transaktionen ermöglicht. Für Ranglisten und Statistiken ist das entscheidend.

Row Level Security implementiert die Autorisierung direkt in der Datenbank. Jede Abfrage durchläuft Sicherheitsregeln, bevor Daten zurückgegeben werden. Das verhindert Zugriffsverletzungen selbst bei kompromittiertem Frontend Code. Mehrere PostgreSQL Funktionen kapseln die Geschäftslogik serverseitig, darunter Elo-Berechnungen, Punktevergabe und Streak-Aktualisierung.

Supabase Auth verwaltet die Authentifizierung. E-Mail und Passwort Anmeldung, Session Management und Token Refresh funktionieren ohne eigene Implementierung. Die Integration mit Row Level Security ist nahtlos.

Supabase Realtime ermöglicht Live Updates. Änderungen in der Datenbank werden sofort an verbundene Clients gepusht. Beitritts- und Austrittsanfragen, Spielergebnis Anfragen sind sofort sichtbar ohne manuelles Neuladen.

Medien wie Profilbilder, Fotos und Videos speichert die Anwendung in Cloudflare R2. Supabase Storage diente ursprünglich als Medienspeicher. Mit steigendem Datenvolumen wurden jedoch die Egress-Gebühren spürbar. Cloudflare R2 berechnet keine Egress-Gebühren und liefert Dateien direkt über das globale Cloudflare-Netz aus.

Firebase Hosting liefert die statischen Dateien der PWA aus. Das integrierte CDN verteilt die Dateien global und minimiert Ladezeiten. HTTPS ist standardmäßig aktiviert.

Die Kombination aus Supabase und Firebase entstand aus der Projekthistorie. Die Entwicklung startete mit Firebase und Firestore. Im Verlauf zeigte sich, dass relationale Abfragen für Ranglisten und Statistiken in Firestore umständlich sind. Die Migration zu Supabase löste dieses Problem. Firebase Hosting blieb erhalten, da es bereits integriert war und zuverlässig funktionierte.

3.4.4 Datenmodell

Das Datenmodell bildet die Gamification Konzepte in relationalen Strukturen ab. Die zentrale Tabelle `profiles` speichert Spielerdaten wie Name, E-Mail, Vereinszugehörigkeit, Punktestände und Statistiken. Fremdschlüssel verknüpfen Profile mit Vereinen und Untergruppen.

Wettkämpfe landen in der Tabelle `matches`. Jeder Eintrag referenziert zwei Spieler, speichert das Ergebnis und die Elo Veränderung. Eine separate Tabelle bildet die Doppelspiele ab.

Die Punktehistorie verteilt sich auf zwei Tabellen, eine für Saisonpunkte und eine für XP. Diese Trennung ermöglicht die Saisonzurücksetzung ohne Datenverlust. Die Historie bleibt erhalten, nur der aktuelle Punktestand wird zurückgesetzt.

Trainingseinheiten und Anwesenheit sind ebenfalls relational verknüpft. Das Streak System berechnet sich aus diesen Daten dynamisch.

4 Implementierung

Die technische Konzeption in Abschnitt 3.4 hat die architektonischen Entscheidungen begründet. Dieses Kapitel veranschaulicht, wie die Gamification-Mechaniken auf dieser Grundlage umgesetzt wurden. Den Anfang macht das Bewertungssystem nach dem QTTR-Verfahren mit seinen Anpassungen für den Vereinskontext. Danach folgt die Benutzeroberfläche: Punkteanzeige, Ranglisten, Aktivitätsfeed, Chat und das Veranstaltungssystem. Abschließend behandelt das Kapitel das Turniersystem sowie die native App-Integration mit Capacitor.

4.1 Umsetzung des Bewertungssystems

Das Bewertungssystem orientiert sich am Tischtennis Rating (TTR) des Deutschen Tischtennis Bundes. Das TTR basiert auf dem Elo System inspiriert aus der Sportart Schach, verwendet aber einen angepassten Skalierungsfaktor von 150 statt 400. Die Gewinnwahrscheinlichkeit P eines Spielers ergibt sich aus:

$$P = \frac{1}{1 + 10^x} \quad \text{mit} \quad x = \frac{\text{Elo}_{\text{Gegner}} - \text{Elo}_{\text{Spieler}}}{150} \quad (4.1)$$

Je größer der Elo Unterschied, desto extremer fällt die Gewinnwahrscheinlichkeit aus. Zwei gleichstarke Spieler haben jeweils $P = 0,5$. Ein Spieler mit 160 Punkten Vorsprung hat eine Gewinnwahrscheinlichkeit von rund 93 Prozent.

Nach einem Spiel ergibt sich der neue Elo Wert aus:

$$\text{Elo}_{\text{neu}} = \text{Elo}_{\text{alt}} + A \cdot (W - P) \quad (4.2)$$

W ist das tatsächliche Ergebnis (1 bei Sieg, 0 bei Niederlage) und A die Änderungskonstante, die bestimmt, wie stark ein einzelnes Spiel den Elo Wert beeinflusst. Im offiziellen TTR System liegt A bei 16 für erwachsene Spieler, kann aber für Jugendliche oder inaktive Spieler höher ausfallen [25].

4.1.1 Anpassungen für den Vereinskontext

SC Champions übernimmt die Formel, passt den A-Faktor aber an den Vereinskontext an. Im offiziellen Ligabetrieb starten Spieler bei circa 1200 Punkten [25], bei SC Champions starten Spieler mit 800 Punkten. Dieser Durchschnitt setzt Wettkampferfahrung voraus, die viele Vereinsspieler, besonders Kinder und Jugendliche im Anfängertraining, nicht mitbringen. Ein niedrigerer Startwert lässt Raum nach oben und macht Fortschritte sichtbar, anstatt Spieler mit Verlusten zu konfrontieren, bevor sie Wettkampferfahrung gesammelt haben. Deshalb staffelt SC Champions den A-Faktor für erwachsene Spieler nach Erfahrung, wie Tabelle 4.1 zeigt. Jugendliche (unter 21 Jahren) erhalten unabhängig von ihrer Spielerfahrung einen festen A-Faktor von 20, der ihre schnellere Entwicklung berücksichtigt und die Erfahrungsstaffelung überschreibt.

Tabelle 4.1: Änderungskonstante nach Spielerfahrung (Eigene Darstellung)

Erfahrung	A-Faktor	Begründung
1–10 Spiele	32	Schnelle Einordnung neuer Spieler
11–20 Spiele	24	Allmähliche Stabilisierung
Ab 21 Spiele	16	Entspricht dem TTR Standard
Jugendliche (U21)	20	Überschreibt obige Staffelung

Im offiziellen Ligabetrieb absolvieren Spieler dutzende Wettkämpfe pro Quartal. In einem Vereinstraining sind es deutlich weniger. Eine konstant niedrige Änderungskonstante würde dazu führen, dass sich die Elo Werte kaum bewegen. Ein neuer Spieler bräuchte viele Spiele, um sich auf seinem tatsächlichen Niveau einzupendeln. Die höhere Anfangskonstante beschleunigt diese Einordnung.

4.1.2 Serverseitige Berechnung

Die Berechnung erfolgt serverseitig als PostgreSQL Funktion. Das verhindert Manipulation durch clientseitigen Code und garantiert konsistente Ergebnisse.

Codeblock 4.1: Elo Berechnung als PostgreSQL Funktion

```
1 CREATE OR REPLACE FUNCTION calculate_Elo(  
2     winner_Elo INTEGER,  
3     loser_Elo  INTEGER,  
4     k_factor  INTEGER DEFAULT 16  
5 )
```

```

6 RETURNS TABLE(
7     new_winner_Elo INTEGER,
8     new_loser_Elo INTEGER,
9     Elo_delta INTEGER
10 )
11 LANGUAGE plpgsql AS $$
12 DECLARE
13     expected_winner FLOAT;
14     calc_winner_Elo INTEGER;
15     calc_loser_Elo INTEGER;
16 BEGIN
17     -- QTTR Formel: Divisor 150 statt 400
18     expected_winner := 1.0 / (1.0 + POWER(10,
19         (loser_Elo - winner_Elo)::FLOAT / 150));
20
21     calc_winner_Elo := ROUND(winner_Elo
22         + k_factor * (1 - expected_winner));
23     calc_loser_Elo := ROUND(loser_Elo
24         + k_factor * (0 - (1.0 - expected_winner)));
25
26     RETURN QUERY SELECT
27         calc_winner_Elo, calc_loser_Elo,
28         ABS(calc_winner_Elo - winner_Elo);
29 END;
30 $$;

```

Die Funktion gibt drei Werte zurück: den neuen Elo Wert des Gewinners, den neuen Elo Wert des Verlierers und das Delta, also die absolute Punkteänderung. Das Delta dient als Grundlage für die Berechnung der Saisonpunkte und der XP Gutschrift für den Gewinner (siehe Kapitel 4.1.5).

4.1.3 Beispielrechnungen

Zwei Szenarien verdeutlichen das Verhalten der Formeln 4.1 und 4.2. Im ersten Szenario treten zwei gleichstarke Spieler mit je 800 Elo gegeneinander an, beide mit A-Faktor 32 (neue Spieler). Die Gewinnwahrscheinlichkeit liegt bei exakt 0,5. Gewinnt Spieler A:

$$\text{Elo}_{A,\text{neu}} = 800 + 32 \cdot (1 - 0,5) = 816$$

$$\text{Elo}_{B,\text{neu}} = 800 + 32 \cdot (0 - 0,5) = 784$$

Der Ertrag des Siegers (16 Punkte) entspricht dem Verlust des Verlierers. Das System ist bei diesem Szenario ein Nullsummenspiel.

Im zweiten Szenario besiegt Spieler A (800 Elo) den stärkeren Spieler B (1000 Elo). Die Gewinnwahrscheinlichkeit für A liegt nach Formel 4.1 bei nur 0,044 (4,4 Prozent).

$$\text{Elo}_{A,\text{neu}} = 800 + 32 \cdot (1 - 0,044) = 831$$

Ein solcher Upset bringt 31 statt 16 Punkte. Das System belohnt Siege gegen stärkere Gegner und bestraft erwartete Niederlagen kaum.

4.1.4 Handicap System in der Oberfläche

Das Handicap System wurde in Abschnitt 3.3.1 beschrieben. Bei einer Elo Differenz von 200 Punkten schlägt das System 4 Punkte Vorsprung vor. Der Hinweis erscheint zwischen der Spielerauswahl und den Satzergebnissen. Ein Toggle erlaubt die Aktivierung. Das Elo Handicap greift ab einer Differenz von 40 Punkten und vergibt einen Punkt Vorsprung pro 40 Elo Unterschied (maximal 7).

Das Head-to-Head (H2H) Handicap erscheint im selben Format. Statt der Elo Differenz zeigt der Hinweis dann die Siegesserie an, z.B.: „John hat 2x in Folge gewonnen. Toad startet mit 1 Punkt Vorsprung pro Satz.“ Das H2H Handicap setzt nach zwei aufeinanderfolgenden Siegen gegen denselben Gegner ein. Bei geringer Elo Differenz und ausgeglichener Bilanz erscheint kein Vorschlag. Abbildungen 4.1 und 4.2 zeigen beide Varianten in der Oberfläche.

Wettkampf-Match melden (Coach)

Wähle Spieler aus, um ein Match zu melden. Das System berechnet automatisch einen Handicap-Vorschlag, um das Spiel fairer zu gestalten.

Einzel Doppel

Spielmodus: Best of 5 (Standard)

Spieler A: Test Coach (Elo: 1000) Spieler B: John Doe (Elo: 838)

Handicap-Vorschlag: John startet mit 4 Punkte Vorsprung pro Satz.

☐ Wurde der Handicap-Vorschlag angewendet?

Satzergebnisse (Best of 5)

Satz 1: 0 : 0

Satz 2: 0 : 0

Satz 3: 0 : 0

Der Gewinner wird automatisch aus den Satzergebnissen ermittelt.

Match-Ergebnis speichern

Abbildung 4.1: Handicap Vorschlag bei hoher Elo Differenz (Eigene Darstellung)

Wettkampf-Match melden (Coach)

Wähle Spieler aus, um ein Match zu melden. Das System berechnet automatisch einen Handicap-Vorschlag, um das Spiel fairer zu gestalten.

Einzel Doppel

Spielmodus: Best of 5 (Standard)

Spieler A: John Doe (Elo: 838) Spieler B: Toad Test (Elo: 781)

H2H-Handicap: John hat 2x in Folge gewonnen. Toad startet mit 1 Punkte Vorsprung pro Satz.

☐ Wurde der Handicap-Vorschlag angewendet?

Satzergebnisse (Best of 5)

Satz 1: 0 : 0

Satz 2: 0 : 0

Satz 3: 0 : 0

Der Gewinner wird automatisch aus den Satzergebnissen ermittelt.

Match-Ergebnis speichern

Abbildung 4.2: H2H Handicap Vorschlag bei Siegesserie (Eigene Darstellung)

Handicap Matches verwenden eine feste Wertung von ± 8 Elo statt der dynamischen Berechnung. Die Gründe wurden in Abschnitt 3.3.1 erläutert.

4.1.5 Abgeleitete Punktearten

Aus der Elo Berechnung leiten sich zwei weitere Punktearten ab, deren Funktion in Abschnitt 3.3.1 beschrieben wurde. Saisonpunkte ergeben sich aus dem Elo Delta multipliziert mit dem Faktor 0,2, gerundet auf ganze Zahlen. XP entsprechen dem Elo Delta bei einem Sieg, bei einer Niederlage bleiben sie unverändert.

4.2 Benutzeroberfläche

Gamification entfaltet ihre Wirkung erst, wenn Spieler die Mechaniken wahrnehmen können. Ein rein statistischer Elo Wert in der Datenbank bietet keinen motivierenden Anreiz. Das folgende Kapitel beschreibt, wie die in Abschnitt 3.3.1 konzipierten Elemente auf der Benutzeroberfläche sichtbar werden und welche technischen Mechanismen dahinter stehen.

4.2.1 Punkteanzeige und Feedback

Nach jedem Wettkampf sieht der Spieler die Auswirkung auf seine Punktestände. Das Dashboard zeigt die aktuellen Statistikkarten mit Rang, XP, Elo und Saisonpunkten. Diese unmittelbare Rückmeldung setzt die in Abschnitt 2.2.2 beschriebene Feedback-Funktion von Punkten um.

Technisch lädt das Dashboard die Werte aus der `profiles` Tabelle. Nach einem eingetragenen Match aktualisiert ein Datenbank-Trigger die Punktestände. Supabase Realtime pusht die Änderung an den Client, sodass der Spieler die neue Punktzahl ohne Neuladen sieht.

Bei Matches mit Bestätigungspflicht speichert das System die Anfrage zunächst mit Status `pending`. Erst nach Bestätigung durch den Gegner wechselt der Status auf `approved` und der Trigger berechnet die neuen Werte. Abbildung 4.3 zeigt die Wettkampfhistorie mit den einzelnen Ergebnissen.

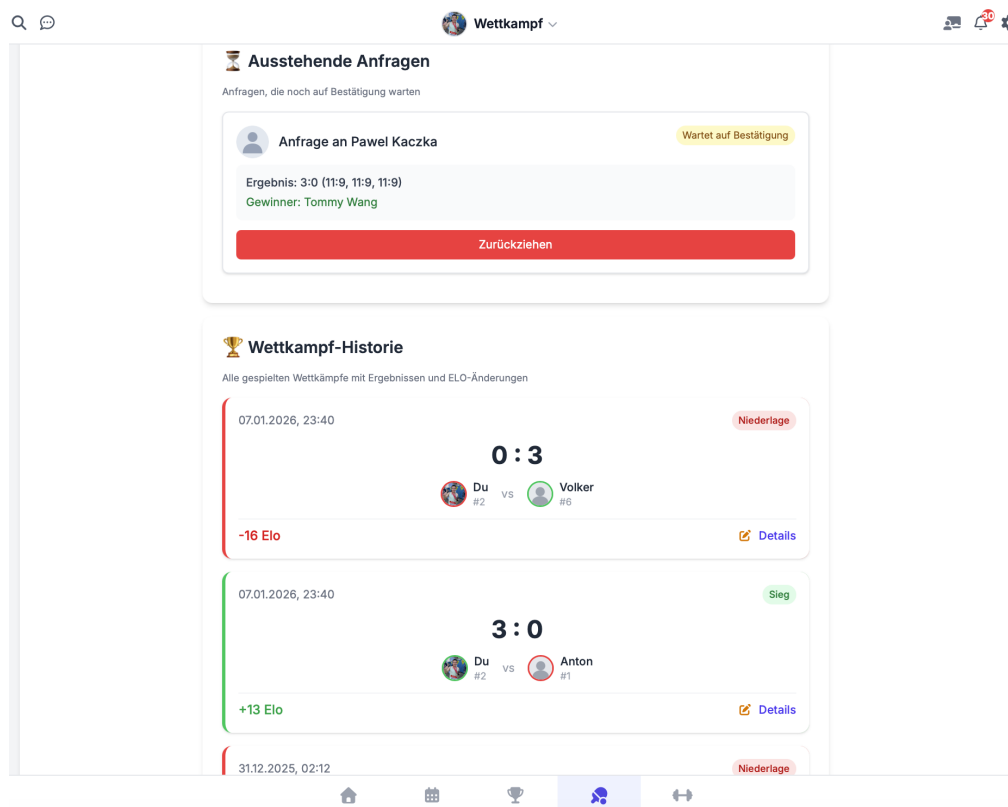


Abbildung 4.3: Wettkampfhistorie mit Ergebnissen (Eigene Darstellung)

4.2.2 Ranglisten

SQL Abfragen mit ORDER BY berechnen die in Abschnitt 3.3.1 beschriebenen Ranglisten. Abbildung 4.4 zeigt die Skill-Rangliste als Beispiel.

```
SELECT id, first_name, last_name, elo_rating, avatar_url
FROM profiles
WHERE club_id = $1 AND is_match_ready = true
ORDER BY elo_rating DESC
```

Rangliste			
Saison (Punkte)	Skill (Elo)	Ränge (Level)	Doppel (Teams)
Mein Verein Global			
1	A	Anton Caschube	1116 ELO
2	W	Tommy Wang (Du)	1094 ELO
3	J	Jim Ellerbrock	1070 ELO
4	J	Jens Treu	1023 ELO
5	V	Volker Porebski	1022 ELO
6	S	Susanne Schmidt	1017 ELO
7	P	Patrick Schlier	1017 ELO
8	P	Pawel Kaczka	1017 ELO
9	M	Marvin Qin	1015 ELO
10	H	Henning Haider	1012 ELO

Abbildung 4.4: Skill-Rangliste sortiert nach Elo-Punkten (Eigene Darstellung)

Filter für Geschlecht, Altersgruppe und Untergruppe erweitern die WHERE Klausel dynamisch. Das Frontend übergibt die Parameter, die Filterlogik läuft serverseitig. Diese Filterung setzt die in Abschnitt 2.2.3 beschriebenen segmentierten Ranglisten um, die den Vergleich auf ähnliche Leistungsgruppen eingrenzen und so dem Demotivationsrisiko entgegenwirken.

Den Saison Countdown berechnet JavaScript clientseitig aus dem Enddatum in der Konfigurationstabelle. Präferenzen zum Ausblenden einzelner Listen sichert der Browser im lokalen Speicher.

4.2.3 Rang Fortschritt

Das Profil visualisiert den Fortschritt zum nächsten Rang durch zwei Balken, einen für XP und einen für Elo.

Das Frontend lädt die Schwellenwerte aus einer Konfigurationstabelle und berechnet den prozentualen Fortschritt. Für einen Spieler mit 150 XP auf dem Weg zu Silber (Schwelle 200 XP, vorheriger Rang 50 XP):

$$\text{Fortschritt} = \frac{150 - 50}{200 - 50} = \frac{100}{150} \approx 67\%$$

Eine separate Abfrage ermittelt den nächsten Rivalen:

```
SELECT id, first_name, last_name, elo_rating
FROM profiles
WHERE club_id = $1 AND elo_rating > $2
ORDER BY elo_rating ASC
LIMIT 1
```

4.2.4 Streak Berechnung

Bei der Anwesenheitserfassung prüft eine PostgreSQL Funktion den aktuellen Streak und berechnet die Punktzahl entsprechend der Staffelung aus Abschnitt 3.3.1:

```
IF streak_count BETWEEN 1 AND 2 THEN points := 3;
ELSIF streak_count BETWEEN 3 AND 4 THEN points := 5;
ELSE points := 6;
END IF;
```

Vor der Berechnung prüft das System, ob der Spieler zur Veranstaltung eingeladen war. Ein Array in der Veranstaltungstabelle speichert die eingeladenen Spieler-IDs. Fehlt die Einladung, bleibt die Streak unberührt.

Im Profil zeigt ein Kalender die Trainingsteilnahmen. Grüne Markierungen signalisieren Anwesenheit und graue Felder verpasste Termine.

4.2.5 Aktivitätsfeed

Der Feed fasst verschiedene Ereignisse aus mehreren Tabellen zusammen. Eine SQL-Abfrage vereinigt Spielerergebnisse, Rangaufstiege und Beiträge und sortiert das Gesamtergebnis chronologisch. Supabase Realtime pusht neue Einträge an verbundene Clients.

Filter grenzen die Anzeige auf alle Aktivitäten, nur Abonnierte oder nur eigene ein. Die Filterlogik läuft serverseitig, um die übertragene Datenmenge zu minimieren und Privatsphäre Einstellungen zu respektieren. Abbildungen 4.5 und 4.6 zeigen den Feed mit verschiedenen Inhalten.

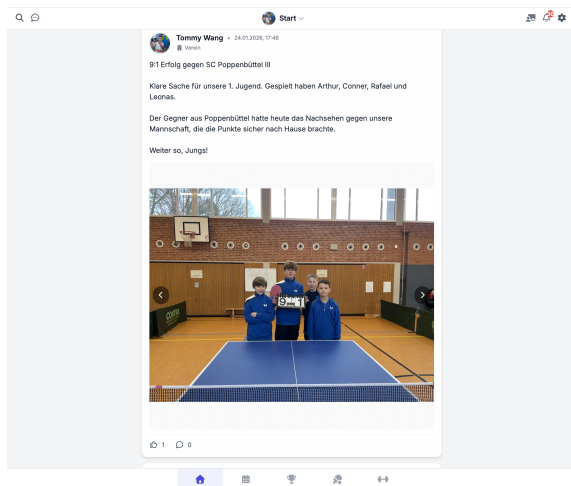


Abbildung 4.5: Aktivitätsfeed mit Beiträgen (Eigene Darstellung)

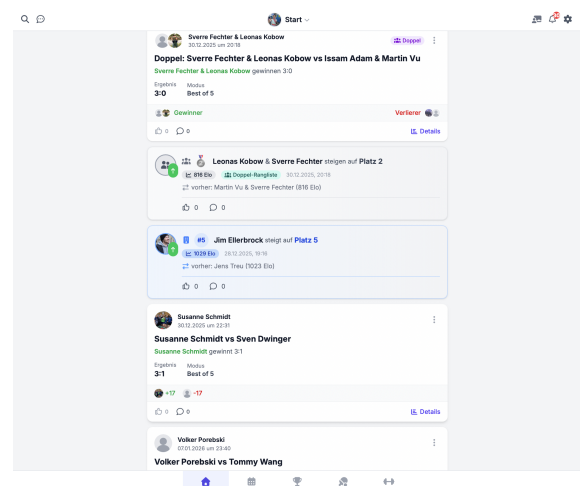


Abbildung 4.6: Aktivitätsfeed mit Spielergebnissen und Rangaufstiegen (Eigene Darstellung)

4.2.6 Vereins-Chat

Neben dem Aktivitätsfeed bietet SC Champions einen Echtzeit-Chat für Vereinsmitglieder. Spieler und Trainer können sich innerhalb des Vereins austauschen, z.B. um Trainingszeiten abzustimmen oder Spiele zu verabreden. Die Implementierung nutzt Supabase Realtime. Nachrichten werden über einen Websocket-Kanal übertragen und erscheinen bei allen aktiven Teilnehmern ohne Neuladen der Seite.

Der Chat adressiert damit gezielt das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit, welches das dritte Element der Selbstbestimmungstheorie darstellt (vgl. Abschnitt 2.3). Spieler, die sich als Teil einer Gemeinschaft erleben, zeigen nach Deci u. a. [11] eine stabilere intrinsische Motivation. Der Chat ergänzt die formellen Gamification-Elemente um eine informelle, soziale Ebene, die sich nicht erzwingen lässt, aber entstehen kann, wenn der Kanal vorhanden ist.

Row Level Security beschränkt den Datenzugriff auf den eigenen Verein, sodass Spieler ausschließlich Nachrichten ihres eigenen Vereins lesen können. Der Chat steht allen Vereinsmitgliedern gleichberechtigt zur Verfügung. Erziehungsberechtigte können den Chat ihrer Kinder einsehen, um ihrer Aufsichtspflicht nachzukommen und die Kommunikation Minderjähriger im Vereinskontext zu begleiten.

4.2.7 Veranstaltungen und Anwesenheit

Trainingsveranstaltungen bilden die Grundlage für die Streak- und Punktevergabe. Punkte erhalten Spieler durch nachgewiesene Teilnahme, die der Trainer nach dem Training erfasst. Das Veranstaltungssystem verbindet die in Abschnitt 3.3.1 beschriebene Streak-Logik mit den konkreten Terminen im Vereinsalltag.

Trainer legen Trainingseinheiten als wiederkehrende Veranstaltungen an. Eine PostgreSQL-Funktion, die über den integrierten Cron-Scheduler von Supabase ausgelöst wird, generiert die einzelnen Termine automatisch 14 Tage im Voraus. Dieser Ansatz hält die Datenmenge gering und erlaubt nachträgliche Änderungen am Muster, ohne vergangene Einträge zu überschreiben.

Für jeden generierten Termin verschickt das System Einladungen an die betreffenden Spieler. Der Zeitpunkt richtet sich nach einer konfigurierbaren Vorlaufzeit, dem sogenannten Lead-Time-Wert. Liegt ein Training beispielsweise sieben Tage in der Zukunft und die Vorlaufzeit beträgt drei Tage, erhalten die Spieler die Einladung vier Tage vor dem Termin. Vor diesem Zeitpunkt sehen Spieler den Termin bereits im Dashboard, allerdings noch ohne Antwortmöglichkeit. Die Einladungszeile zeigt dann einen Hinweis, ab wann die Zusage möglich ist. Dieses Verhalten vermeidet frühzeitige Absagen und orientiert sich am tatsächlichen Planungshorizont der Spieler.

Das System trennt Einladungsantwort und Anwesenheit bewusst. Klickt ein Spieler auf Zusagen, speichert das System seine Antwort in der Tabelle `event_invitations` als Planungsgrundlage, ohne Punkte zu vergeben. Punkte und Streak entstehen erst, wenn der Trainer nach dem Training die tatsächlich anwesenden Spieler in einer separaten Anwesenheitsliste markiert und speichert. Das gibt dem Trainer die Kontrolle: Spieler ohne Online-Zugang, Spieler die vergessen haben zu antworten oder deren Antwort nicht mehr dem tatsächlichen Verhalten entspricht, lassen sich manuell nachtragen, wie in Abschnitt 4.2.4 beschrieben.

4.2.8 Trainer-Dashboard

Beim Login prüft die Authentifizierung das Rollenattribut in der `profiles` Tabelle und leitet zur entsprechenden Ansicht weiter. Abbildung 1 im Anhang zeigt das Trainer-Dashboard.

Das Quick Panel zeigt anstehende Veranstaltungen für den aktuellen Tag. Beitritts- und Austrittsanfragen aktualisieren sich über Supabase Realtime automatisch.

Ein Button im Header wechselt zwischen Trainer- und Spieler-Dashboard. Den Button sehen nur Nutzer mit der Rolle coach im Spieler-Dashboard.

4.2.9 Guardian-Dashboard

Erziehungsberechtigte erhalten über die Rolle guardian Zugang zu einer eigenen Ansicht, die ausschließlich die Daten ihrer verknüpften Kinder anzeigt. Eltern können Trainingsanwesenheiten, Punkteentwicklung, Rangveränderungen und Spielergebnisse einsehen sowie Veranstaltungszusagen und -absagen im Namen ihrer Kinder erteilen. Zusätzlich können sie, wie in Abschnitt 4.2.6 beschrieben, den Vereins-Chat ihrer Kinder einsehen.

Die Verknüpfung zwischen Eltern- und Kinderkonto erfolgt über die Tabelle `guardian_links`. Drei Wege stehen zur Verfügung. Erziehungsberechtigte können sich über einen Trainer-Code mit einem bestehenden Kinderprofil verbinden, eine manuelle Anfrage stellen, die ein Trainer bestätigt, oder von einem bereits verknüpften Erziehungsberechtigten per Einladungscode hinzugefügt werden. Row Level Security stellt sicher, dass Erziehungsberechtigte ausschließlich auf die Datensätze ihrer eigenen verknüpften Kinder zugreifen können. Abbildung 2 und Abbildung 3 im Anhang zeigen die Dashboard-Ansicht und die Veranstaltungsdetailseite.

4.3 Turniersystem

Neben dem regulären Matchbetrieb unterstützt SC Champions strukturierte Turniere. Das System implementiert zwei Formate, die im Vereinssport verbreitet sind.

4.3.1 Turnierformate

Das **Round Robin** Format lässt jeden Teilnehmer gegen jeden anderen antreten. Die Gesamtpunktzahl bestimmt die Platzierung. Der Vorteil ist, dass jeder Spieler eine garantierte Mindestanzahl an Spielen absolviert, unabhängig vom Ergebnis. Wer früh verliert, scheidet nicht aus. Das motiviert besonders schwächere Spieler, die in Eliminierungsformaten nach der ersten Runde zuschauen müssten.

Das **Double Elimination** Format organisiert Teilnehmer in zwei Brackets (Turnierpläne, die die Spielpaarungen strukturieren). Wer im Hauptbracket verliert, wechselt ins Verliererbracket und bekommt eine zweite Chance. Erst zwei Niederlagen scheiden einen Spieler aus. Eine einzelne schlechte Leistung beendet das Turnier demnach nicht.

Beide Formate unterstützen bis zu 16 Teilnehmer. Diese Grenze ist keine technische Einschränkung des Datenmodells, sondern eine bewusste Designentscheidung: Ab einer gewissen Teilnehmerzahl lässt sich der Bracket auf Smartphone-Displays nicht mehr lesbar darstellen. Da SC Champions vorwiegend mobil genutzt wird, wurde die Grenze so gesetzt, dass die Visualisierung auf allen gängigen Geräten funktioniert. Für die meisten Vereinsturniere ist diese Grenze ausreichend. Eine Erweiterung für größere Bildschirme wäre technisch umsetzbar, liegt aber außerhalb des aktuellen Umfangs. Abbildung 4.7 zeigt ein Round-Robin-Turnier mit Spielpaarungen und Ergebnissen.

Turnier-Details

Kreuztabelle

Name	11	12	13	14	15	16	Sp	Satz	Pl.
Leonas Kobow	3:0	3:0	3:0	3:0	-	-	10:2	33:8	1
Rafael Hildebrand	-	-	3:1	-	-	-	9:1	29:13	2
Arthur Koppelwiser	-	-	-	-	-	-	2:4	8:15	10
Martin Vu	-	-	1:3	3:0	-	-	5:5	19:17	7
Conner Ploetz	-	3:0	3:1	-	-	-	8:2	26:14	3
Jeremias Körner	-	3:2	3:0	3:0	-	-	7:3	26:12	4
Issam Adam	-	3:2	1:3	3:1	-	-	3:6	11:21	8
Sverre Fechter	3:0	-	3:1	3:1	-	-	6:3	21:12	5
Xiang Ji	-	-	-	-	3:0	3:2	2:3	7:11	9
Oliver Haacker	-	-	0:3	0:3	-	-	0:8	2:24	19
Moritz Scheffram	-	-	-	-	-	-	0:2	0:6	13
Liam Ploetz	-	-	-	-	-	-	0:4	4:12	17
Finley Max	-	-	-	3:0	3:0	3:0	6:6	22:20	6
Jan Arp	-	-	0:3	-	3:0	-	2:6	8:18	11
Theodor Hain	-	-	0:3	0:3	-	0:3	0:4	0:12	18
Steven Noschka	-	-	0:3	-	3:0	-	1:2	5:6	12

Spiele Eintragen

Runde 10
4/6 abgeschlossen

Jeremias Körner
Moritz Scheffram

Issam Adam
Oliver Haacker

Abbildung 4.7: Round Robin Turnier mit Spielpaarungen und Ergebnissen (Eigene Darstellung)

4.3.2 Visualisierung und Verwaltung

Beide Turnierformate teilen dieselbe Visualisierungsgrundlage. Die Turnieransicht wird als Scalable Vector Graphic (SVG) direkt im Browser gerendert. Beim Round Robin zeigt

die Ansicht die Spielpaarungen aller Teilnehmer tabellarisch, beim Double Elimination den Bracket-Baum mit Haupt- und Verliererbracket. Ein Carousel Slider navigiert durch die einzelnen Runden. SVG skaliert verlustfrei auf alle Bildschirmgrößen und erfordert keine externe Bibliothek.

Trainer legen Turniere an und konfigurieren Format, Teilnehmerzahl und optional einen Registrierungsschluss. Geschlossene Turniere vergeben Einladungscode, offene erlauben die freie Anmeldung. Ein PDF-Export dokumentiert das abgeschlossene Turnier mit allen Ergebnissen.

Turnierspiele laufen durch denselben Match-Workflow wie reguläre Einzelspiele. Elo Berechnung und Punktevergabe erfolgen identisch. Abgeschlossene Turniere erscheinen im Aktivitätsfeed.

4.4 Native App mit Capacitor

Kapitel 3.4 begründet die Entscheidung für eine PWA. Die PWA bildet weiterhin die technische Grundlage der Anwendung. Im Praxisbetrieb zeigte sich jedoch, dass die Verteilung über App-Stores für eine dauerhafte Nutzung im Vereinskontext relevant ist: Spieler erwarten eine App, die sie aus dem Store installieren können, und nicht alle Geräte zeigen den PWA-Installations-Dialog zuverlässig an, was ein praktisches Hindernis für die Verbreitung im Vereinskontext darstellt. Zudem verhält sich der Browser-Kontext auf manchen Geräten bei Authentifizierungs-Sessions und Hintergrundprozessen anders als eine installierte App. Capacitor wurde deshalb als Erweiterung der bestehenden PWA ergänzt, ohne die gemeinsame Codebasis aufzugeben.

Capacitor schließt diese Lücke. Das Framework bettet die bestehende Web-Anwendung in eine native App-Hülle ein, ohne dass der Hauptcode geändert werden muss. Die Web-Anwendung läuft in einer nativen WebView. Nativer Gerätezugriff erfolgt über eine JavaScript-Bridge. SC Champions nutzt damit eine einzige Codebasis für Web, iOS und Android.

Dieser Ansatz bringt Einschränkungen mit sich. JavaScript in einer WebView ist langsamer als nativer Code. Für grafikintensive Anwendungen wäre das ein Ausschlusskriterium. SC Champions stellt keine hohen Anforderungen an Renderleistung, weshalb der Unterschied in der Praxis nicht wahrnehmbar ist. Hinzu kommt die Fragmentierung des Android-Ökosystems: Ältere Geräte betreiben veraltete WebView-Versionen, die neuere JavaScript-Features nicht unterstützen. SC Champions begegnet diesem Problem, indem alle Bibliotheken lokal gebündelt werden statt über externe CDNs. Tiefer gehende native Funktionen, die über vorhandene Capacitor-Plugins hinausgehen, erfordern eigene Implementierungen in Swift oder Kotlin und heben den Vorteil der gemeinsamen Codebasis teilweise auf. Für den aktuellen Funktionsumfang von SC Champions sind solche Erweiterungen nicht notwendig.

4.4.1 Anpassungen für die native Umgebung

Die Android WebView lädt externe CDN-Ressourcen nicht zuverlässig. Alle JavaScript-Bibliotheken werden daher lokal gebündelt und als statische Dateien ausgeliefert. Das betrifft Supabase, i18next und weitere Abhängigkeiten.

Supabase speichert Authentifizierungssessions im `localStorage` des Browsers. In einer nativen WebView verhält sich der `localStorage` bei App-Neustarts anders als im Desktop-Browser. Ein nativer Storage-Adapter persistiert die Session zuverlässig über Neustarts hinweg.

Neuere iOS- und Android-Geräte reservieren Bildschirmfläche für Statusleiste und Notch. Ohne explizite Anpassung überlappen diese Systemelemente den Inhaltsbereich. Safe Area Insets kompensieren diesen Versatz auf allen betroffenen Seiten.

Push-Benachrichtigungen übernimmt das bereits in Abschnitt 3.4 beschriebene OneSignal. Der Dienst funktioniert sowohl für die Web-Version als auch für die nativen Apps auf iOS und Android über ein einheitliches JavaScript-SDK, ohne separate native Implementierungen.

5 Evaluation

Die vorherigen Kapitel beschreiben die Konzeption und Implementierung von SC Champions. Dieses Kapitel prüft, ob die Anwendung ihr Ziel einer Steigerung der Trainingsmotivation in Tischtennisvereinen durch Gamification erreicht. Zunächst beschreibt die Methodik das Studiendesign und die vier Erhebungsinstrumente. Anschließend werden die Befunde gegliedert nach Datenquelle präsentiert, unterteilt in Baseline-Befragung, Anwesenheitsdaten, Spielerbefragung und Trainerbefragung. Die Darstellung beschränkt sich auf die Ergebnisse, um zunächst ein Bild über die Einstellungen und das Verhalten der Teilnehmer zu zeichnen. Ihre Einordnung und Bewertung folgen in Kapitel 6.

5.1 Methodik

Die Evaluation kombiniert quantitative und qualitative Methoden und stützt sich auf vier Datenquellen, eine Baseline-Befragung vor der Einführung, Anwesenheitsdaten aus dem Trainingsalltag, eine Spielerbefragung nach der Nutzungsphase und eine Trainerbefragung.

5.1.1 Studiendesign

Die Studie folgt einem Vorher-Nachher-Design ohne Kontrollgruppe. Vor der Einführung erfasste eine Baseline-Befragung die Motivation und Einstellung der Spieler zu Gamification. SC Champions wurde ab Oktober 2025 im Jugendtraining eines Hamburger Tischtennisvereins eingesetzt. Die Testphase erstreckte sich über fünf Monate bis Februar 2026. Nach der Nutzungsphase bewerteten Spieler und Trainer die Anwendung in separaten Befragungen.

Als quantitative Vergleichsbasis dienen die Anwesenheitsdaten aus dem Zeitraum vor der Einführung (Juni bis September 2025). Der August fehlt in den Daten, da in diesem Zeitraum Sommerferien waren und kein reguläres Training stattfand.

5.1.2 Teilnehmer

Die Baseline-Befragung vor der Einführung erreichte vier Kinder im Alter zwischen 9 und 14 Jahren. Diese kleine Gruppe liefert erste Hinweise auf die Erwartungen der Zielgruppe, erlaubt aber keine statistischen Schlüsse.

Die Spielerbefragung nach der Nutzungsphase erreichte 15 Teilnehmer. Abbildung 5.1 zeigt die Altersverteilung der Befragten.

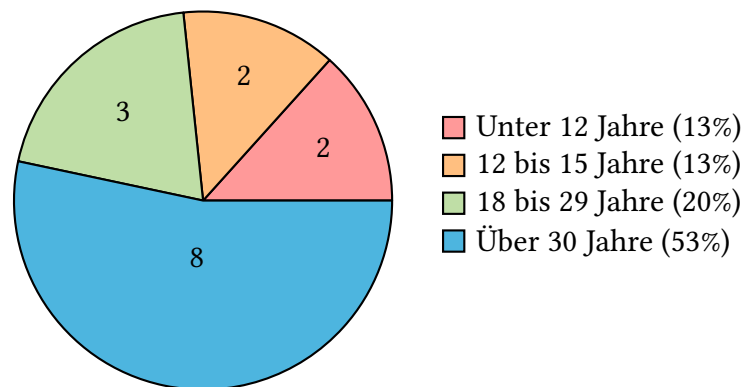


Abbildung 5.1: Altersverteilung der Spielerbefragung (n=15)

Vier Befragte (27 Prozent) gehören zur Hauptzielgruppe der Kinder und Jugendlichen. Die Altersgruppe 15 bis 17 Jahre war in der Befragung nicht vertreten. Die Mehrheit sind erwachsene Spieler. Diese Verteilung entstand möglicherweise durch die Art der Befragung, da Erwachsene den Online-Fragebogen selbstständig ausfüllten, während Kinder dafür Unterstützung benötigten.

Die Trainerbefragung erreichte fünf Teilnehmer mit unterschiedlicher Erfahrung. Ein Trainer hatte weniger als ein Jahr, zwei hatten drei bis fünf Jahre, einer sechs bis zehn Jahre und einer über zehn Jahre Trainertätigkeit.

5.1.3 Erhebungsinstrumente

Die Baseline-Befragung umfasste 13 Fragen zur aktuellen Motivation und Einstellung gegenüber Gamification Elementen. Spieler bewerteten die Attraktivität von Badges, Ranglisten, Belohnungen und Ehrungen.

Die Spielerbefragung nach der Nutzungsphase umfasste 17 Fragen zu Design, Bedienung, Motivation und einzelnen Funktionen. Bewertungsfragen nutzten eine fünfstufige Likert Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut). Offene Fragen erfassten Lob und Verbesserungsvorschläge.

Die Trainerbefragung umfasste 19 Fragen. Neben der Bewertung einzelner Funktionen schätzten Trainer ein, ob die App verschiedene Ziele wie Motivation steigern, Anwesenheit erhöhen, Wettbewerb fördern und Konzentration verbessern erreichen kann.

Die Anwesenheitsdaten stammen aus einer Excel Liste, die der Verein unabhängig von SC Champions führt. Für die Auswertung wurden nur die regulären Trainingstage (Dienstag und Freitag) berücksichtigt. Sondertermine am Wochenende oder Mittwoch blieben außen vor.

5.2 Ergebnisse

5.2.1 Baseline-Befragung

Die vier befragten Kinder zeigten bereits vor der Einführung eine hohe Motivation. Drei von vier bewerteten ihren Spaß am Training mit 5 von 5, einer mit 4 von 5. Die Motivation zum Trainingsbesuch lag ähnlich hoch.

Bei der Frage nach der Attraktivität von Gamification Elementen zeigte sich ein differenziertes Bild. Tabelle 5.1 fasst die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 5.1: Attraktivität von Gamification Elementen (Baseline, n=4)

Element	Ø (1–5)	Häufigste Bewertung
Kleine Belohnungen (Sticker, Urkunden)	5,0	Sehr attraktiv (4 von 4)
Rangliste mit Trainingsleistungen	4,5	Sehr attraktiv (3 von 4)
Spieler der Woche Ehrungen	4,0	Sehr attraktiv (2 von 4)
Sammelbare Abzeichen (Badges)	3,0	Neutral (3 von 4)

Ranglisten und Belohnungen stießen auf großes Interesse. Badges wurden neutral bewertet. Diese Präferenzen decken sich mit der Konzeption von SC Champions, das Ranglisten und Punkte in den Vordergrund stellt.

5.2.2 Trainingsanwesenheit

Abbildung 5.2 und Tabelle 5.2 zeigen die Entwicklung der Trainingsteilnahme. Der Anstieg nach Einführung von SC Champions ist deutlich erkennbar, besonders in den Monaten Januar und Februar.

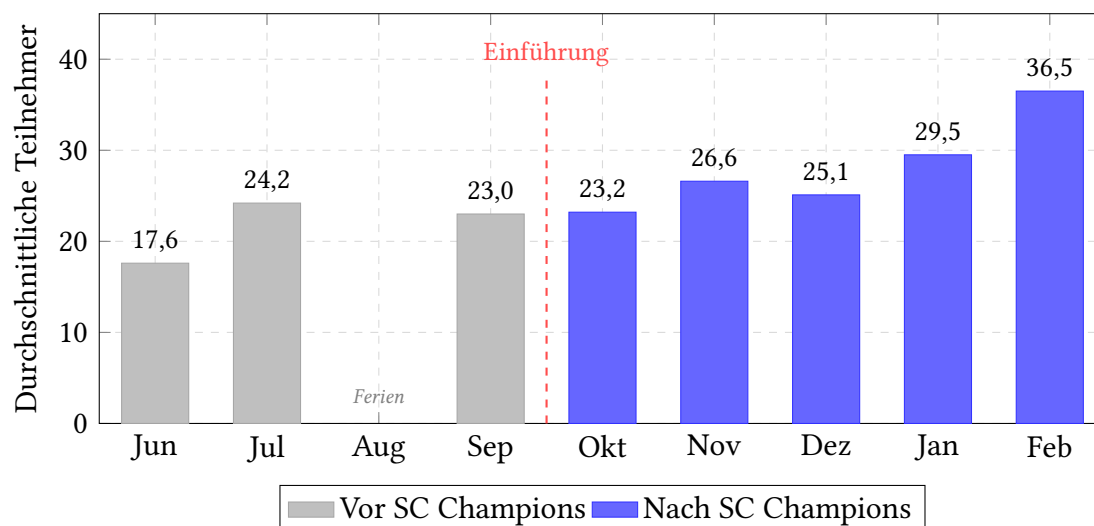


Abbildung 5.2: Trainingsteilnahme vor und nach Einführung von SC Champions

Tabelle 5.2: Durchschnittliche Trainingsteilnahme pro Einheit

Zeitraum	Ø Teilnehmer	Trainings
<i>Vor SC Champions</i>		
Juni 2025	17,6	8
Juli 2025	24,2	8
August 2025	<i>Sommerferien</i>	–
September 2025	23,0	7
<i>Nach SC Champions (ab Oktober 2025)</i>		
Oktober 2025	23,2	5
November 2025	26,6	8
Dezember 2025	25,1	7
Januar 2026	29,5	6
Februar 2026	36,5	4
Vorher gesamt	21,6	23
Nachher gesamt	27,6	30

Die durchschnittliche Teilnehmerzahl stieg von 21,6 auf 27,6 Spieler pro Training, was einer Steigerung um 28 Prozent entspricht. Der Juni-Wert von 17,6 war jedoch auffällig niedrig, möglicherweise bedingt durch die nahenden Sommerferien. Ein konservativerer Vergleich nimmt den Juli als Basis. Von 24,2 auf 27,6 entspricht einer Steigerung um 14 Prozent.

Der Trend über die Monate zeigt einen kontinuierlichen Anstieg. Im Februar erreichte die Teilnahme mit 36,5 Spielern pro Training ihren Höchststand. Ob dieser Anstieg auf SC Cham-

pions, saisonale Effekte oder andere Faktoren zurückgeht, lässt sich ohne Kontrollgruppe nicht eindeutig klären.

5.2.3 Spieler Feedback

Die 15 befragten Spieler bewerteten verschiedene Aspekte der Anwendung auf einer Skala von 1 bis 5. Abbildung 5.3 zeigt die Ergebnisse im Überblick.

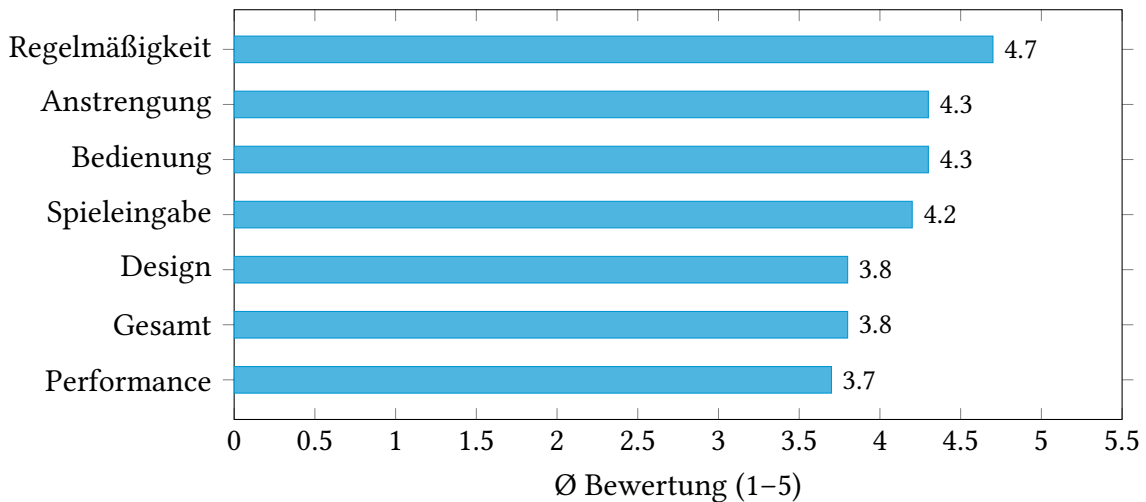


Abbildung 5.3: Spielerbewertung von SC Champions (n=15)

Die technischen Aspekte erhielten gute Bewertungen mit Design (4,3), Performance (4,7) und Bedienung (3,8). Die Motivations-Aspekte lagen etwas niedriger, aber immer noch im positiven Bereich mit Motivation zur Anstrengung (3,8) und zur Regelmäßigkeit (3,7).

Tabelle 5.3 zeigt, welche Funktionen die Spieler am motivierendsten fanden. Mehrfachnennungen waren möglich.

Tabelle 5.3: Motivierendste Funktionen (Mehrfachnennung, n=15)

Funktion	Nennungen
Eigene Statistiken einsehen	9
Rangliste anschauen	8
Elo System	5
XP sammeln	5
Challenges	5

Die eigenen Statistiken und die Rangliste wurden am häufigsten genannt. Das Elo System, XP und Challenges lagen mit je fünf Nennungen gleichauf und damit deutlich hinter den statistikbasierten Funktionen. Eine mögliche Erklärung liegt in der Altersstruktur der Befragten. Die Mehrheit war über 30 Jahre alt und damit möglicherweise weniger mit spieltypischen Mechaniken wie XP-Sammeln und Challenges vertraut als jüngere Spieler. Hinzu kommt, dass das Elo System ein gewisses Grundverständnis voraussetzt. Wer den Wert nicht einordnen kann, empfindet ihn weniger als Motivationsquelle. Challenges entfalten ihre Wirkung zudem erst nach längerer Nutzung, was bei einer fünfmonatigen Evaluation nur eingeschränkt beobachtbar ist.

Das Handicap System bewerteten 8 von 15 Befragten positiv mit der Aussage, es mache Spiele gegen stärkere oder schwächere Gegner spannender. Drei fanden es akzeptabel, drei hatten es nicht genutzt oder nicht verstanden, einer lehnte es ab.

Auf die Frage nach dauerhafter Nutzung antworteten 7 Spieler mit „Ja, auf jeden Fall“, 4 mit „Eher ja“, 3 mit „Vielleicht“ und 1 mit „Eher nein“. Insgesamt stehen 73 Prozent einer dauerhaften Nutzung positiv gegenüber.

Die offenen Fragen lieferten konkrete Verbesserungsvorschläge:

- Native App statt Webanwendung gewünscht
- Schnellere Eingabe durch weniger Klicks
- Anbindung an offizielle TTR Datenbank
- Ergebnisse gegen nicht registrierte Spieler eintragen
- Rang Fortschritt besser sichtbar machen

5.2.4 Trainer Feedback

Alle fünf befragten Trainer stimmten der Aussage zu, dass es eine Herausforderung sei, die heutige Jugend dauerhaft zu motivieren. Die durchschnittliche Zustimmung lag bei 4,2 (von 5). Diese Einschätzung bestätigt die in Abschnitt 1.1 beschriebene Problemstellung.

In Tabelle 5.4 wird die Bewertung der App durch die Trainer veranschaulicht.

Die Trainer bewerteten das Konzept als verständlich (4,4) und das Design als modern (4,0). Die erwartete Wirkung auf den Wettbewerb schätzten sie am höchsten ein (4,2), gefolgt von der allgemeinen Motivation (4,0). Die Erwartung an die Anwesenheitssteigerung fiel am niedrigsten aus (3,4).

Als stärkste Funktion nannten alle fünf Trainer das Ranking System und das Wettkampf System mit Handicap. Die Bedenken betrafen unterschiedliche Aspekte:

Tabelle 5.4: Trainerbewertung von SC Champions (n=5)

Kriterium	Ø Bewertung
<i>Allgemeine Bewertung</i>	
Konzept verständlich	4,4 / 5
Design modern und ansprechend	4,0 / 5
Für Trainingsalltag konzipiert	3,6 / 5
<i>Bewertung einzelner Funktionen</i>	
Anwesenheit digital erfassen	3,8 / 5
Manuelle Punkte vergeben	4,0 / 5
Spontane Challenges erstellen	3,6 / 5
Wettkampf System (Elo, Handicap)	4,0 / 5
Digitaler Übungskatalog	3,6 / 5
<i>Erwartete Wirkung</i>	
Motivation steigern	4,0 / 5
Anwesenheit erhöhen	3,4 / 5
Wettbewerb fördern	4,2 / 5
Konzentration verbessern	3,6 / 5

- Aufwand für die Eintragung der Ergebnisse
- Unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe verschiedener Trainer
- Gefahr, dass das System in Vergessenheit gerät
- Mögliche negative Auswirkungen von zu viel Konkurrenz

Auf die Frage nach dem Einsatz im eigenen Verein antworteten 3 Trainer mit „Ja, ich würde es gerne testen“, 1 mit „Ja, sofort“ und 1 mit „Vielleicht“. Keiner lehnte einen Einsatz ab.

6 Diskussion und Ausblick

Die Evaluation in Kapitel 5 hat die Befunde zusammengetragen. Dieses Kapitel ordnet sie ein. Der erste Teil interpretiert die Ergebnisse im Licht des Forschungsstands, benennt methodische Grenzen und zieht ein Fazit. Der zweite Teil beschreibt Erweiterungen, die für zukünftige Iterationen relevant sind.

6.1 Diskussion

6.1.1 Interpretation der Ergebnisse

Die Anwesenheitsdaten zeigen einen positiven Trend nach Einführung von SC Champions. Je nach Vergleichsbasis liegt die Steigerung zwischen 14 Prozent (Juli als Basis) und 28 Prozent (Gesamtdurchschnitt). Beide Werte deuten auf eine positive Entwicklung hin. Andere Faktoren könnten ebenfalls eine Rolle spielen. So markiert der September den Schulbeginn und damit oft einen Neustart im Vereinsleben. Neue Mitglieder könnten hinzugekommen sein. Saisonale Schwankungen sind im Vereinssport erwartbar.

Die Baseline-Befragung zeigt, dass Ranglisten und Belohnungen bereits vor der Einführung auf Interesse stießen. SC Champions trifft mit seinem Fokus auf diese Elemente die Erwartungen der Zielgruppe. Dies deckt sich mit Werbach und Hunter [8], die Punkte und Ranglisten als die wirksamsten Components im DMC-Framework identifizieren. Badges, die in der Baseline neutral bewertet wurden, spielen in SC Champions eine untergeordnete Rolle. Diese Entscheidung wurde durch die Umfrageergebnisse bestätigt.

Die Spielerbefragung zeigt eine hohe Akzeptanz der Anwendung. Design und technische Umsetzung überzeugten. Der motivierende Faktor fiel in der Selbsteinschätzung moderater aus. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Mehrheit der Befragten Erwachsene über 30 waren, die bereits über eine stabile intrinsische Motivation verfügen. Nach der Selbstbestimmungstheorie [10] wirken extrinsische Spielelemente stärker auf Personen, deren intrinsische Motivation noch nicht gefestigt ist, was auf Jugendliche eher zutrifft als auf erfahrene Vereinsmitglieder. Die vier befragten Kinder und Jugendlichen bewerteten die Motivation tendenziell höher, allerdings ist die Stichprobe zu klein für belastbare Aussagen.

Die Trainerbefragung bestätigt die Praxistauglichkeit des Konzepts. Besonders das Wettkampfsystem mit Elo und Handicap überzeugte. Die Bedenken bezüglich Aufwand und Konsistenz sind ernst zu nehmen. Sie deuten auf Optimierungspotenzial bei der Benutzerführung hin, etwa durch schnellere Eingabemöglichkeiten und klarere Bewertungsrichtlinien. Hamari u. a. [3] zeigen, dass Gamification dann am wirksamsten ist, wenn die Nutzung möglichst reibungslos in den Alltag integriert ist und nicht als zusätzlicher Aufwand wahrgenommen wird.

6.1.2 Limitationen

Diese Evaluation unterliegt mehreren Einschränkungen.

Keine Kontrollgruppe. Ein Vergleich mit einer Gruppe ohne Gamification hätte die Wirkung isolierter erfasst. Die Vorher-Nachher-Betrachtung kann andere Einflussfaktoren nicht ausschließen. Saisonale Effekte, neue Mitglieder oder veränderte Trainingsangebote könnten ebenfalls zur Steigerung beigetragen haben.

Kleine Stichprobe. 15 Spieler, 5 Trainer und 4 Kinder in der Baseline erlauben keine statistisch belastbaren Aussagen. Die Ergebnisse sind als erste Hinweise zu verstehen, nicht als Beweis.

Verzerrte Altersstruktur. Die Spielerbefragung erreichte überwiegend erwachsene Spieler (73 Prozent über 18 Jahre), obwohl SC Champions vorrangig für das Jugendtraining konzipiert wurde. Diese Diskrepanz ist methodisch bedeutsam, da die Arbeit die Relevanz des Themas mit dem Problem begründet, Kinder und Jugendliche dauerhaft ans Training zu binden. Die Evaluationsergebnisse (gestiegene Anwesenheit, positive Bewertungen, Nutzungsbereitschaft) spiegeln aber fast ausschließlich das Verhalten und die Einstellungen Erwachsener wider. Ob die Anwendung tatsächlich auf die Hauptzielgruppe wirkt, lässt sich aus dieser Studie nicht ableiten. Eine Folgestudie müsste den Fokus konsequent auf Jugendliche legen und sicherstellen, dass diese Gruppe in der Befragung angemessen vertreten ist.

Selbstselektion. Spieler, die die Umfrage ausfüllten, haben vermutlich eine positivere Einstellung zur App als jene, die nicht teilnahmen. Kritische Stimmen könnten unterrepräsentiert sein.

Kurzer Zeitraum. Fünf Monate Nutzung erlauben keine Aussage über langfristige Effekte. Gamification kann anfänglich motivieren, aber mit der Zeit an Wirkung verlieren, wenn der Neuheitseffekt nachlässt [3].

Saisonale Verzerrung. Der Vergleichszeitraum vor der Einführung (Juni bis September) umfasst die Sommermonate mit Ferienzeit. Der Nutzungszeitraum (Oktober bis Februar) fällt

in die aktivere Hallensaison. Diese Unterschiede könnten die Anwesenheitszahlen unabhängig von der Gamification beeinflusst haben.

6.2 Fazit der Evaluation

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass SC Champions einen positiven Beitrag zur Trainingsmotivation leisten kann. Die gestiegene Anwesenheit, die hohe Akzeptanz bei Spielern und die Bereitschaft der Trainer zum Einsatz sprechen für das Konzept. Im Sinne der Unterscheidung von Kapp u. a. [6] geht SC Champions über reine Pointsification hinaus, indem die Spielelemente an reale sportliche Leistungen gekoppelt sind und nicht losgelöst vom Trainingskontext vergeben werden. Die Baseline-Befragung zeigt, dass die gewählten Gamification-Elemente den Erwartungen der Zielgruppe entsprechen.

Die offenen Rückmeldungen der Befragten lieferten konkrete Hinweise für die Weiterentwicklung. Vier der fünf genannten Wünsche wurden noch im Projektverlauf umgesetzt: eine native App für Android und iOS über Capacitor, eine vereinfachte Spieleingabe mit einem Schnell-Modus, die Möglichkeit Ergebnisse gegen nicht registrierte Spieler einzutragen sowie eine verbesserte Darstellung des Rang-Fortschritts mit Fortschrittsbalken im Dashboard. Die Anbindung an die offizielle TTR-Datenbank des DTTB bleibt als technisch anspruchsvollere Erweiterung offen und wird in Abschnitt 6.3.1 behandelt.

Die Limitationen mahnen zur Vorsicht bei der Verallgemeinerung. Eine umfangreichere Studie mit größerer Stichprobe, Kontrollgruppe und längerem Beobachtungszeitraum wäre nötig, um die Wirksamkeit belastbar nachzuweisen. Im Rahmen dieser Arbeit liefert die Evaluation dennoch wertvolle Hinweise. SC Champions funktioniert im Praxiseinsatz, wird von Spielern und Trainern akzeptiert und zeigt erste positive Tendenzen bei der Trainingsteilnahme.

6.3 Ausblick

Die Evaluation hat gezeigt, welche Bereiche bereits funktionieren und wo Verbesserungspotenzial besteht. Darüber hinaus gibt es Erweiterungen, die den Rahmen dieser Arbeit übersteigen, aber für zukünftige Iterationen relevant sind.

6.3.1 Integration mit dem offiziellen TTR-System

Mehrere Spieler nannten die Anbindung an die offizielle TTR-Datenbank des Deutschen Tischtennis-Bundes (DTTB) als Wunsch [25]. Vereinsspieler im Ligabetrieb führen derzeit

zwei Bewertungssysteme parallel. Der Elo-Wert in SC Champions und der offizielle TTR-Wert entwickeln sich unabhängig voneinander, obwohl beide dieselbe Spielstärke abbilden sollen. Eine Synchronisation würde die Akzeptanz steigern, weil Spieler nur noch ein System im Blick behalten müssten.

Der DTTB stellt aktuell keine öffentliche API bereit. Ein CSV-basierter Import- und Exportmechanismus wäre ein realistischer erster Schritt, der ohne Serverinfrastruktur auf Seiten des DTTB auskommt.

6.3.2 Vereinsübergreifender Wettbewerb

SC Champions ist aktuell auf einzelne Vereine beschränkt. Spieler verschiedener Vereine können nicht gegeneinander antreten oder in einer gemeinsamen Rangliste erscheinen. Für Regionen, in denen mehrere kleinere Vereine zu wenig Mitglieder haben, um eine ausreichend große Vergleichsbasis zu schaffen, ist dieser Rahmen eng.

Eine Federationsstruktur würde vereinsübergreifenden Wettbewerb ermöglichen, bei dem Vereine organisatorisch autonom bleiben, aber gemeinsame Turniere veranstalten und gegenseitige Matches in beiden Vereinen werten können. Die technischen Voraussetzungen sind bereits vorhanden, da das Datenmodell die Vereinszugehörigkeit explizit speichert und Row Level Security den Datenzugriff gezielt steuert.

6.3.3 Bedeutsamere Achievements

Die Baseline-Befragung zeigte eine neutrale Haltung gegenüber Badges. Nicholson [13] empfiehlt für Meaningful Gamification eine tiefere Verknüpfung zwischen Auszeichnungen und sportlich bedeutsamen Ereignissen. Achievements sollten echte Meilensteine repräsentieren und keine Systemaktivität. Konkrete Beispiele wären „Erster Sieg gegen einen Platinspieler“ oder „10 verschiedene Übungen in einem Monat abgeschlossen“. Solche Auszeichnungen kommunizieren sportliche Fortschritte statt nur Klickzahlen und wirken dem Crowding-Out-Risiko [11] entgegen, das entsteht, wenn extrinsische Belohnungen die ursprüngliche Trainingsfreude verdrängen.

6.3.4 Videoanalyse und automatisierte Auswertung

Das bestehende System erlaubt Trainern das Hochladen und zeitbasierte Kommentieren von Trainingsvideos. Die nächste Ausbaustufe wäre eine KI-gestützte Analyse der Videoinhalte, die drei Teilprobleme umfasst: Rally-Erkennung, Schlagklassifikation und Spielererkennung.

Trainingsvideos enthalten viele Leerlaufphasen zwischen den Ballwechseln. Ein Modell zur automatischen Rally-Erkennung würde nur die spielrelevanten Sequenzen herausschneiden und so die Analysebasis auf das Wesentliche reduzieren. Technisch lässt sich das über Bewegungsanalyse und Ballverfolgung lösen, etwa mit einem YOLO-basierten Objektdetektor [28], der den Ball im Bild verfolgt und Ballwechsel-Beginn und -Ende markiert.

Auf den erkannten Rallys lässt sich eine Schlagklassifikation aufbauen. Tischtennis kennt eine Vielzahl technischer Schlagarten, darunter Vorhand Topspin (VHT), Rückhand Topspin (RHT), Vorhand Unterschnitt, Block und Aufschlag. Pose-Estimation-Modelle wie MediaPipe [29] können Körperhaltung und Armbewegung analysieren und daraus Schlagkategorien ableiten. Jeder Spieler erhielte so automatisch eine Statistik seiner meistgespielten Schläge, was Trainern gezielte Rückmeldungen ermöglicht ohne jede Sequenz manuell zu sichten.

Spielererkennung über Gesichts- oder Trikot-Erkennung würde die manuelle Zuordnung von Videos zu Spielerprofilen ersetzen. Datenschutzrechtlich ist das im Vereinskontext mit Einwilligung der Betroffenen umsetzbar.

Die Datenbasis aus hochgeladenen Trainingsvideos wächst mit der Nutzerzahl und könnte langfristig als Trainingsdatensatz für ein vereinsspezifisches Modell dienen.

6.3.5 Evaluation über mehrere Vereine

SC Champions ist technisch nicht auf einen einzelnen Verein beschränkt. Die Plattform unterstützt bereits mehrere Vereine.

Die Evaluation dieser Arbeit beschränkt sich jedoch auf einen einzigen Hamburger Tischtennis-Verein über fünf Monate. Ob die beobachteten Effekte auf andere Vereine übertragbar sind, lässt sich daraus nicht ableiten. Vereine unterscheiden sich in Größe, Altersstruktur, Trainingskultur und dem Engagement ihrer Trainer. Gerade der Trainer spielt als Gamemaster eine zentrale Rolle. Wie konsequent er das System nutzt, beeinflusst maßgeblich, wie stark die Spieler sich damit beschäftigen.

Eine Folgestudie mit mehreren Vereinen und einer gemeinsamen Kontrollgruppe würde zeigen, ob die hier beobachteten Tendenzen reproduzierbar sind oder vereinsspezifischen Faktoren unterliegen. Eine breitere Datenbasis wäre zudem Voraussetzung für statistisch belastbare Aussagen über die Wirksamkeit von Gamification im Breitensport.

Literaturverzeichnis

- [1] Statista. „Mitgliederzahl Deutscher Tischtennis-Bund 2024“, Statista, besucht am 24. Okt. 2025. Adresse: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/215957/umfrage/mitgliederzahl-des-deutschen-tischtennis-bundes/>.
- [2] C. Breuer, C. Joisten und W. Schmidt, Hrsg., *Vierter Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht: Gesundheit, Leistung und Gesellschaft* (Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht 4 (2020)), de. Schorndorf: Hofmann, 2020, ISBN: 978-3-7780-9180-7.
- [3] J. Hamari, J. Koivisto und H. Sarsa, *Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification*. 1. Jan. 2014, Journal Abbreviation: Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences Publication Title: Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. DOI: 10.1109/HICSS.2014.377. besucht am 4. Jan. 2026.
- [4] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled und L. Nacke, „From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”“, in *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, Tampere Finland: ACM, 28. Sep. 2011, S. 9–15, ISBN: 978-1-4503-0816-8. DOI: 10.1145/2181037.2181040. besucht am 1. Jan. 2026. Adresse: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2181037.2181040>.
- [5] K. Huotari und J. Hamari, *Defining Gamification - A Service Marketing Perspective*. 3. Okt. 2012, Journal Abbreviation: ACM J Publication Title: ACM J. DOI: 10.1145/2393132.2393137. besucht am 5. Jan. 2026.
- [6] K. Kapp, L. Blair und R. Mesch. „The Gamification of Learning and Instruction | PDF | Learning | Motivational“, Scribd, besucht am 5. Jan. 2026. Adresse: <https://www.scribd.com/document/869259304/the-gamification-of-learning-and-instruction>.
- [7] R. N. Landers. „Developing a theory of gamified learning“, besucht am 4. Jan. 2026. Adresse: https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/1046878114563660?src=getftr&utm_source=scite&getft_integrator=scite.
- [8] K. Werbach und D. Hunter, *For the Win, Revised and Updated Edition*. University of Pennsylvania Press, 31. Dez. 2020, ISBN: 978-1-61363-104-1. besucht am 1. Jan. 2026. Adresse: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.9783/9781613631041/html#overview>.

- [9] M. Sailer, J. Hense, S. Mayr und H. Mandl, „How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction,“ *Computers in Human Behavior*, Jg. 69, S. 371–380, 1. Apr. 2017. doi: 10.1016/j.chb.2016.12.033. besucht am 6. Jan. 2026.
- [10] E. L. Deci und R. M. Ryan, „Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik,“ *Zeitschrift für Pädagogik*, Jg. 39, Nr. 2, unter Mitarb. von DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation, S. 223–238, 1993, Publisher: Beltz : Weinheim ; Basel, ISSN: 0044-3247. doi: 10.25656/01:11173. besucht am 31. Dez. 2025. Adresse: https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=11173.
- [11] E. Deci, R. Koestner und R. Ryan, „A Meta-Analytic Review of Experiments Examining the Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation,“ *Psychological Bulletin*, Jg. 125, S. 627–668, 1. Nov. 1999. doi: 10.1037/0033-2909.125.6.627. besucht am 6. Jan. 2026.
- [12] I. Bogost, „Why gamification is bullshit,“ in *The Gameful World*, S. P. Walz und S. Deterding, Hrsg., The MIT Press, 16. Jan. 2015, S. 65–80, ISBN: 978-0-262-32571-4. doi: 10.7551/mitpress/9788.003.0005. besucht am 6. Jan. 2026. Adresse: <https://direct.mit.edu/books/book/3066/chapter/83869/Why-Gamification-is-Bullshit>.
- [13] S. Nicholson, „A RECIPE for meaningful gamification,“ in *Gamification in Education and Business*, T. Reiners und L. C. Wood, Hrsg., Cham: Springer International Publishing, 2015, S. 1–20, ISBN: 978-3-319-10207-8 978-3-319-10208-5. doi: 10.1007/978-3-319-10208-5_1. besucht am 6. Jan. 2026. Adresse: https://link.springer.com/10.1007/978-3-319-10208-5_1.
- [14] S. Alam. „Single page applications (SPAs) vs. multi-page applications (MPAs): Advantages and challenges,“ Medium, besucht am 10. Jan. 2026. Adresse: <https://medium.com/@sehban.alam/single-page-applications-spas-vs-multi-page-applications-mpas-advantages-and-challenges-df06bee3fed1>.
- [15] MDN Web Docs. „SPA (single-page application) - glossary | MDN,“ MDN Web Docs, besucht am 10. Jan. 2026. Adresse: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/SPA>.
- [16] A. Osmani. „Getting started with progressive web apps,“ besucht am 12. Jan. 2026. Adresse: <https://addyosmani.com/blog/getting-started-with-progressive-web-apps/>.
- [17] „Progressive Web-Apps: Was versprechen die progressiven Apps?“ IONOS Digital Guide, besucht am 13. Jan. 2026. Adresse: <https://www.ionos.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/progressive-web-apps-welche-vorteile-bieten-sie/>.
- [18] „What, exactly, makes something a progressive web app?“ Infrequently Noted, besucht am 12. Jan. 2026. Adresse: <https://infrequently.org/2016/09/what-exactly-makes-something-a-progressive-web-app/>.

- [19] M. Firt. „PWA on iOS – Notes and Limitations,“ besucht am 25. März 2026. Adresse: <https://firt.dev/notes/pwa-ios/>.
- [20] E. Jonas u. a., *Cloud Programming Simplified: A Berkeley View on Serverless Computing*, 9. Feb. 2019. DOI: 10.48550/arXiv.1902.03383. arXiv: 1902.03383[cs]. besucht am 15. Jan. 2026. Adresse: <http://arxiv.org/abs/1902.03383>.
- [21] P. Leitner, E. Wittern, J. Spillner und W. Hummer, „A mixed-method empirical study of function-as-a-service software development in industrial practice,“ PeerJ Inc., e27005v1, 26. Juni 2018. DOI: 10.7287/peerj.preprints.27005v1. besucht am 15. Jan. 2026. Adresse: <https://peerj.com/preprints/27005>.
- [22] S. Eismann u. a., „Serverless Applications: Why, When, and How?“ *IEEE Software*, Jg. 38, Nr. 1, S. 32–39, Jan. 2021, ISSN: 1937-4194. DOI: 10.1109/MS.2020.3023302. besucht am 15. Jan. 2026. Adresse: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9190031/>.
- [23] B. R. Munisif und Software Dev Engineer, Amazon.com, INC, Seattle, WA, USA, „Serverless at scale: Evaluating AWS lambda cost and latency under varying loads,“ *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Jg. 12, Nr. 2, 20. Feb. 2023, ISSN: 23198753. DOI: 10.15680/IJIRSET.2023.1202007. besucht am 15. Jan. 2026. Adresse: https://www.ijirset.com/upload/2023/february/7_Serverless.pdf.
- [24] M. B. Armstrong und R. N. Landers, „Gamification of employee training and development,“ *International Journal of Training and Development*, Jg. 22, Nr. 2, S. 162–169, 2017, _eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/ijtd.12124>, ISSN: 1468-2419. DOI: 10.1111/ijtd.12124. besucht am 4. Jan. 2026. Adresse: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijtd.12124>.
- [25] Deutscher Tischtennisbund, *QTTR*. besucht am 5. Feb. 2026. Adresse: https://www.tischtennis.de/fileadmin/documents/Satzungen_Ordnungen/2022/20220215-Beschreibung-der-JOOLA-Rangliste.pdf.
- [26] „OneSignal – Customer Messaging Platform,“ besucht am 25. März 2026. Adresse: <https://onesignal.com>.
- [27] „Resend – Email API for Developers,“ besucht am 25. März 2026. Adresse: <https://resend.com>.
- [28] M. Yaseen, *What is YOLOv8: An In-Depth Exploration of the Internal Features of the Next-Generation Object Detector*, 2024. arXiv: 2408.15857 [cs.CV]. Adresse: <https://arxiv.org/abs/2408.15857>.
- [29] C. Lugaresi u. a., „MediaPipe: A Framework for Perceiving and Processing Reality,“ in *Third Workshop on Computer Vision for AR/VR at IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2019*, 2019. Adresse: https://mixedreality.cs.cornell.edu/s/NewTitle_May1_MediaPipe_CVPR_CV4ARVR_Workshop_2019.pdf.

Anhang

Screenshots der Anwendung

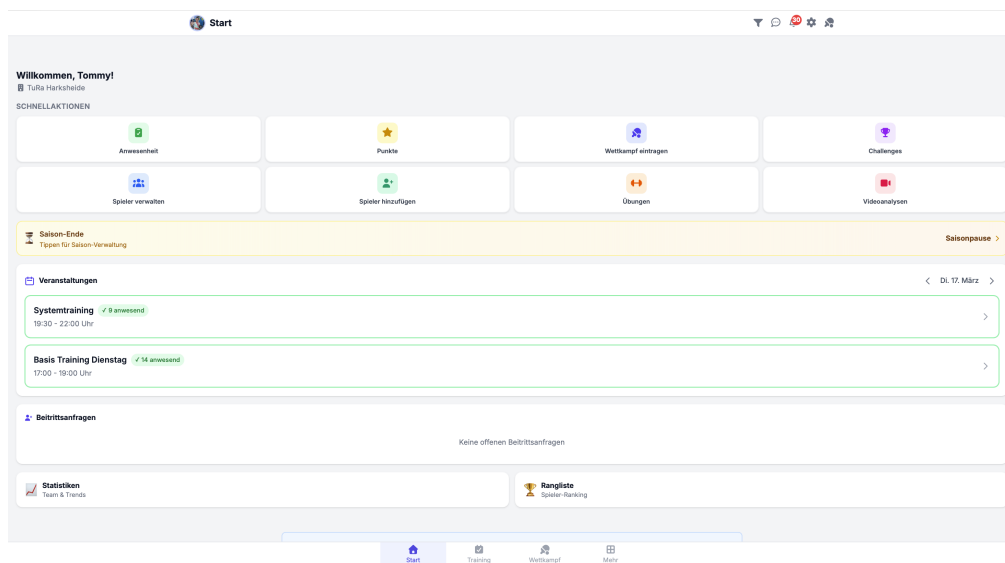


Abbildung 1: Trainer-Dashboard mit Quick Panel und Veranstaltungsübersicht (Eigene Darstellung)

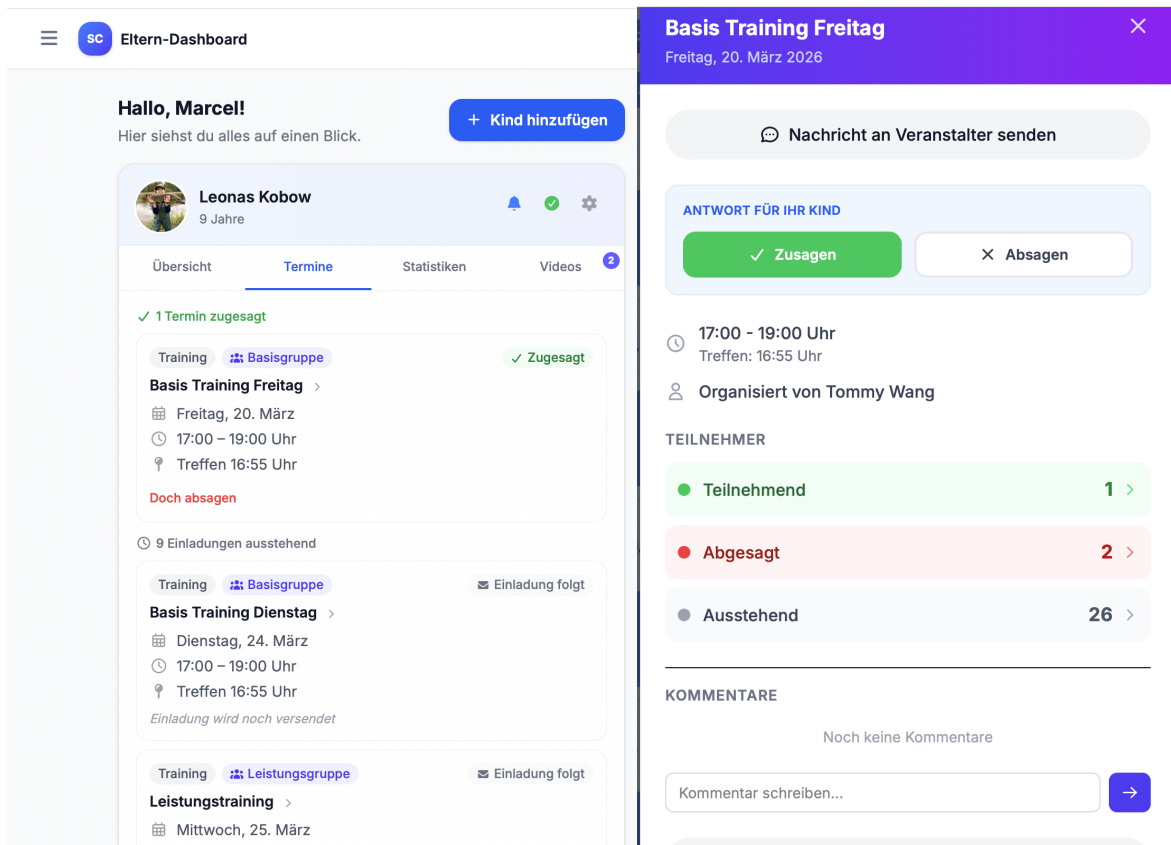


Abbildung 2: Erziehungsberechtigten-Dashboard (Eigene Darstellung)

Abbildung 3: Veranstaltungsdetail mit Zu- und Absage-Optionen (Eigene Darstellung)

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel

Konzeption und Implementierung einer Web-Anwendung zur Steigerung der Trainingsmotivation in Tischtennisvereinen durch Gamification

selbstständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln verfasst habe. Alle Passagen, die ich wörtlich aus der Literatur oder aus anderen Quellen wie z. B. Internetseiten übernommen habe, habe ich deutlich als Zitat mit Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Hamburg, 26. März 2026