

Analyse und Visualisierung von aufgezeichneten Trainingsdaten

Optimierung der Trainingsanalyse durch Klassifizierung und Visualisierung von Leistungsdaten aus dem Ausdauersport

Bachelorthesis – IP 6

FS 24

Francesco Lucia

francesco.lucia@students.fhnw.ch

Elias Bräm

elias.braem@students.fhnw.ch

Betreuer

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Prof. Dr. Norbert Seyff

norbert.seyff@fhnw.ch

Kunde

AZUM System AG

Dan Aeschlimann

dan.aeschlimann@azum.com

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Dr. Nitish Patkar

nitish.patkar@fhnw.ch

AZUM System AG

Peter Spörri

peter.spoerri@azum.com

Brugg-Windisch, 15.8.2024

Abstract

Auf der Plattform AZUM betreuen Coaches eine Vielzahl an Leistungssportlern. Diese Betreuung umfasst sowohl die Planung von Trainingseinheiten als auch die Auswertung der Aktivitäten. Mit zunehmender Sportlerzahl pro Coach wird die Übersicht der absolvierten Aktivitäten zu einer zeitintensiven Aufgabe. Diese Arbeit untersucht verschiedene Ansätze zur Optimierung der Effizienz der Coaches bei der Übersicht von absolvierten Trainingseinheiten. Eine detaillierte Analyse der bestehenden Software sowie ein Vergleich mit Konkurrenzprodukten identifizieren Verbesserungspotenziale von AZUM. In einem Prototyp, welcher direkt in die bestehende Plattform integriert wird, werden die Konzepte zur Verbesserung der Aktivitätsübersicht umgesetzt und getestet. Dabei werden Trainings mit verschiedenen Messwerten farblich klassifiziert. Eine Darstellung der Leistungsdaten in einer Heatmap bringt gemäss der Evaluation der implementierten Funktionalitäten einen grossen Mehrwert. Der Einsatz von Heatmaps findet bereits in anderen Anwendungsbereichen statt und wurde in dieser Arbeit erfolgreich auf den Leistungssportkontext erweitert.

Keywords: Athletencoaching, Leistungsanalyse, Fitness-Tracker, Zeitbasierte Visualisierungen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Gesamtproblemstellung.....	3
1.3	Detailproblemstellung dieser Arbeit	4
2	Marktanalyse zur Darstellung von Leistungsdaten.....	5
2.1	Grundlagen zur Datenvisualisierung.....	5
2.2	Grundlagen zu Kennzahlenberechnungen im Leistungssport	6
2.3	Detailanalyse der bestehenden Softwarelösung von AZUM zur Anzeige von Aktivitäten	7
2.4	Nutzerzufriedenheit der Plattform AZUM: Eine Analyse auf Basis einer Umfrage bei Coaches	9
3	Stand der Forschung in Bezug auf die Darstellung von Leistungsdaten.....	15
3.2	Recherche zu geeigneten Userinterface Elementen	27
3.3	Konkurrenzanalyse	28
4	Konzept zur Verbesserung der Übersicht.....	32
4.1	Datenvisualisierung basierend auf der Listenansicht	32
4.2	Heatmap zur Übersicht von Aktivitäten	37
5	Umsetzung der konzipierten Funktionalitäten	39
5.1	Übersicht zur Architektur und verwendeten Technologien	39
5.2	Berechnung der Kennzahlen	41
5.3	Datenschnittstelle	46
5.4	Implementierung Tooltip Icons	47
5.5	Implementierung Heatmap	50
6	Evaluierung der umgesetzten Funktionen	53
6.1	Usertesting.....	53
7	Schlussfolgerung und Beantwortung der Forschungsfragen	62
7.1	Projektreflexion	63

8	Literaturverzeichnis	64
9	Abbildungsverzeichnis.....	65
10	Tabellenverzeichnis	67
11	Glossar	68
12	Anhang	70

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Ausdauersportarten wie Radfahren, Schwimmen oder Triathlon werden weltweit immer populärer. Dementsprechend ist in den letzten Jahren auch die Nachfrage nach einer professionellen Trainingsbegleitung stark gewachsen. Zusätzlich zum Bedürfnis nach körperlicher Fitness und Gesundheit treiben die Online-Trends und Individualisierung die Nachfrage nach digitalisierten Coaching-Dienstleistungen und -Lösungen an. Die Firma AZUM System AG hat diesbezüglich eine eigene, proprietäre Online-Trainingsplattform entwickelt, mit der Personaltrainer und Coaches über eine ganzheitliche und flexible Lösung verfügen, die auf dem aktuellen Wissen zur Planung und Auswertung von Trainingseinheiten aufgebaut ist.

1.1.1 Details zur Plattform AZUM

Die Plattform AZUM umfasst eine breite Palette an Features. Alleinstellungsmerkmal der Plattform ist die Planung von Trainings mit sogenannten Sportcodes. Dabei können Coaches ihren Athleten in kurzer Zeit Trainings bestehend aus verschiedenen Intensitätsstufen zusammenstellen. [1]

Des Weiteren gehört das Speichern von metabolischen Profilen aus der Leistungsdiagnostik sowie die Analyse von Trainingseinheiten zum Umfang der zurzeit umgesetzten Software. Die Firma AZUM Systems AG, welcher die Plattform gehört, ist nach wie vor in der Aufbauphase und möchte den Funktionsumfang ihrer Plattform erweitern.

In einem Vorprojekt wurde die Software mit einem Leistungsdaten-Editor erweitert. Die Coaches und Athleten haben nun die Möglichkeit, falsch aufgezeichnete Leistungsdaten zu bereinigen und damit eine saubere Datenbasis sicherzustellen. Darauf aufbauen lässt sich nun eine korrekte Auswertung der Leistungsdaten.

1.1.2 Grundlagen zu Leistungsdaten aus Fitnesstrackern

Grundlage der Trainingssoftware sind Leistungsdaten, die während eines Trainings gesammelt werden. Diese sind von Athleten zu Athleten unterschiedlich. In den folgenden Kapiteln dieser Arbeit werden absolvierte Trainings als Aktivitäten bezeichnet. Um eine bestmögliche Leistungssteigerung zu erzielen, müssen diese Leistungsdaten analysiert und ausgewertet werden. Diese Aufzeichnung geschieht mittels Fitness-Tracker.

Gemäss Brandes, Pischke, Steenbock, Zeeb und Pigeot werden Fitness-Tracker als Geräte bezeichnet, welche mit verschiedenen Messmethoden Trainingseinheiten aufzeichnen. [2, S. 409–425]

Diese können sowohl Sportuhren, Velocomputer und auch Brustgurte sein. Die Leistungsdaten können entweder direkt auf dem Gerät, über Smartphone-Apps oder auch auf Desktop-Anwendungen dargestellt werden. Die Gerätefunktionen sind sehr unterschiedlich. Je nach Modell und Ausstattung können Herzfrequenz, Schrittzahl, Standort, Beschleunigung und viele weitere Parameter gemessen werden. Dies geschieht mithilfe integrierter Sensoren wie Beschleunigungssensor, Winkel- und Wärmesensoren, Herzfrequenzsensor und weitere.

In einer aufgezeichneten sportlichen Aktivität werden neben dem sportartübergreifenden Parameter Herzfrequenz auch spezifische Leistungsdaten erfasst, die für die jeweilige Sportart charakteristisch sind.

1.2 Gesamtproblemstellung

Die Gesamtproblemstellung lässt sich wie folgt beschreiben: Coaches, welche die Plattform AZUM nutzen, können Aktivitäten nicht zeiteffizient auswerten. Dies zeigt sich durch Nutzerberichte. Je mehr Athleten dein Coach betreut, desto zeiteffizienter muss er die Leistungen eines Athleten überschauen können. Zudem muss er auf eine einfache Art Trainings identifizieren, bei welchen er dem Athleten Feedback geben muss.

Die erste Problemanalyse, welche in einem Workshop mit dem Kunden erarbeitet wurde, teilt die Gesamtproblemstellung in folgende drei Unterthemen auf:

1. Übersicht von verschiedenen Aktivitäten

Fragestellung: Welche Aktivität muss ein Coach genauer anschauen?

Kurzzusammenfassung: Ein Coach muss zeiteffektiv mehrere Aktivitäten überblicken können. Das braucht er, um Trainings zu identifizieren, bei welchen er dem Athleten Rückmeldungen geben soll. Dies geschieht aktuell auf Basis einer Listen- oder einer Kalenderansicht.

2. Vergleich zum geplanten Training

Fragestellung: Hat der Athlet das Training nach den Vorgaben absolviert?

Kurzzusammenfassung: Es ist für den Coach wichtig zu sehen, was für ein Training geplant worden ist und ob der Athlet das Training nach seinen Vorgaben ausgeführt hat. Aktuell gibt es bei AZUM dafür keine Funktion. Die Trainingsplanung ist abgetrennt von der Trainingsauswertung

3. Detailanalyse einer Aktivität

Fragestellung: In welchen Teilen des Trainings hat der Athlet wie trainiert?

Kurzzusammenfassung: Ein Coach möchte die einzelne Aktivität detailliert studieren. Dazu gehört eine visuelle Ansicht der Leistungsdaten vom Fitnessstracker sowie berechneten Kennzahlen aus der Aktivität. Diese Funktionen sind auf AZUM bereits verfügbar. Gemäss Dan Aeschlimann (CEO und Gründer) sind diese aber unzureichend und müssen verbessert werden

1.3 Detailproblemstellung dieser Arbeit

Die zuvor beschriebenen drei Teilbereiche umfassen die Gesamtproblemstellung. Aufgrund des grossen Umfangs konzentriert sich diese Arbeit auf den ersten Teilbereich «Übersicht von verschiedenen Aktivitäten». Dieses Problem gilt als erstes zu lösen, bevor sich der Coach auf die anderen Bereiche vertiefen kann. Deshalb ist die Übersichtlichkeit das Thema mit dem grössten Verbesserungspotential.

1.3.1 Forschungsfragen

RQ1 – Klassifizierung von Aktivitäten:

Wie können gespeicherte Aktivitäten klassifiziert werden, damit Coaches eine Übersicht zur Qualität der absolvierten Trainingseinheiten erhalten?

Damit ein Coach schneller eine Übersicht über die absolvierten Einheiten seines Athleten erhält, sollen diese in Klassen eingeteilt werden. Zum Beispiel können Aktivitäten nach vordefinierten Regeln eingestuft und der Klasse entsprechend markiert werden. Diese Indikatoren könnten dem Coach helfen, Trainingsfehler oder Unstimmigkeiten schnell zu identifizieren

RQ2 – Mechanismus zur Analyse von Aktivitäten:

Welcher Mechanismus könnte die Trainer am besten bei der Analyse der Aktivitäten unterstützen?

In der Darstellung von grossen Datenmengen über einen längeren Zeitraum gibt es verschiedene Visualisierungstechniken. Es soll untersucht werden, welche sich im Kontakt von Leistungsdaten eignen.

2 Marktanalyse zur Darstellung von Leistungsdaten

2.1 Grundlagen zur Datenvisualisierung

Im Profi- wie auch im Amateursport sind Fitness-Tracker unabdingbar. Die interaktive und automatische Datenanalyse ist ein wichtiges Instrument, um die wachsenden Mengen an zusammengesetzten Informationen zu nutzen.[3, S. 1] .

Aus Ihnen können hilfreiche Informationen gewonnen werden, die zu einer Leistungssteigerung des Athleten führen und Verletzungsrisiken minimieren können.

Eine Herausforderung ist es, Informationen aus der grossen Menge erhaltener Daten zu extrahieren. Eine weitere Herausforderung ist, die gewonnen Daten aufzubereiten und diese dem Betrachter Benutzergerecht darzustellen.

Dies liegt an veralteten Analysemethoden und -Werkzeugen, die den heutigen Anforderungen nicht gerecht werden können.

Damit die Erkenntnis aus den Daten verständlich dargestellt und vom Betrachter verstanden werden können, müssen diese Informationen visuell dargestellt werden. Dabei muss man die richtige Visualisierung auswählen.

Für verschiedene Datentypen sind jeweils unterschiedliche Visualisierungsmethoden von Vorteil bzw. ermöglichen überhaupt erst eine Darstellung.[4, S. 19]

Die Stärkung der Kognition, definierten sie als Erwerb und Nutzung des menschlichen Wissens. Diese soll zu Erkenntnissen führen, etwa durch Erkundung, Analyse, Entscheidungsfindung oder Erläuterung [5, S. 479]

2.2 Grundlagen zu Kennzahlenberechnungen im Leistungssport

Die Thematik der Berechnung von Kennzahlen im Leistungssport ist komplex. In dieser Arbeit fokussieren wir uns auf die Entwicklung der Softwarelösung und nicht auf die Herleitung der verwendeten Formeln. Trotzdem werden diese in fortfolgendem Kapitel dokumentiert. Die Formeln stammen von Johannes Dörr, Sportwissenschaftler bei der Firma AZUM.

Folgende Kennzahlen können zur Analyse von Leistungsdaten berechnet werden:

Effizienzfaktor:

Bei einem Radtraining gibt Effizienzfaktor an, wie viele Watt ein Athlet pro Herzschlag leistet. Er ist ein Indikator, wie einfach dem Athleten ein Training gefallen ist und hilft dem Coach bei der Einschätzung der Leistung des Athleten. Bei Lauf- und Schwimmeinheiten werden die Werte erst noch umgerechnet, um eine lesbare Einheit zu erhalten. Die genauen Berechnungen sind im Anhang beigelegt und im Kapitel Umsetzung genauer beschreiben.

Herzfrequenz- Abweichung:

Kurz zusammengefasst vergleicht der Herzfrequenzfaktor die Effizienz der ersten Hälfte des Trainings mit der zweiten Hälfte. Durch diesen Wert kann der Athlet herausfinden, ob er beispielsweise ein Training zu schnell oder zu langsam angegangen ist. Die genaue Berechnungsformel ist im Anhang beigelegt und im Kapitel Umsetzung genauer beschrieben.

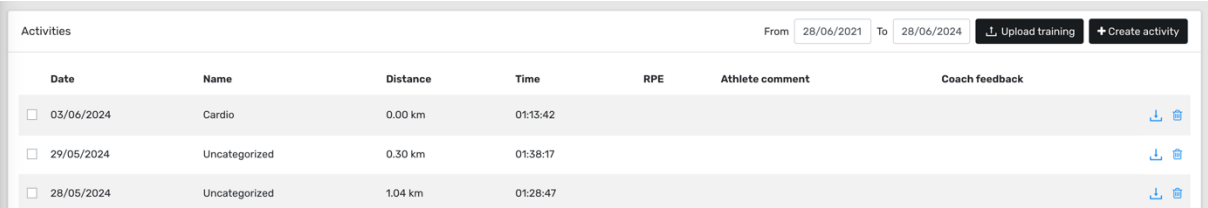
2.3 Detailanalyse der bestehenden Softwarelösung von AZUM zur Anzeige von Aktivitäten

Gemäss Informationen von AZUM Systems AG beläuft sich die Anzahl Coaches bei ca. 90 Personen (Stand Februar 2024). Durchschnittlich betreut ein Coach 15 Athleten und Athletinnen. Das Alleinstellungsmerkmal der Plattform ist, dass Coaches schneller und Effizienter mehrere Athleten gleichzeitig betreuen können, als wenn er Trainings von Athleten ohne Software macht. Dies gelingt AZUM im Bereich der Trainingsplanung bereits gut. Mit ihren «Sportscodes» ermöglichen sie dem Coach, in kürzester Zeit Trainingseinheiten zu planen und den Athleten und Athletinnen diese auf ihr mobiles Fitnessgerät zu spielen.

Bei der Trainingsauswertung und Überwachung ist dieses effiziente Arbeiten verbesserungsfähig. Grundsätzlich hat der Coach zwei Möglichkeiten, die Aktivitäten seines Athleten anzusehen. Damit gemeint ist die Listenansicht und die Kalenderansicht. Beide werden in den folgenden Kapiteln genauer analysiert.

2.3.1 Analyse Listenansicht

Aktuell steht den Coaches eine Liste an absolvierten Aktivitäten zur Verfügung. Aufgrund dieser muss er dann entscheiden, welcher Trainings er genauer anschauen möchte. Entscheidungsgrundlage dafür sind Attribute wie Datum, Trainingstyp, Distanz und Zeit.



Date	Name	Distance	Time	RPE	Athlete comment	Coach feedback
☐ 03/06/2024	Cardio	0.00 km	01:13:42			↓ 🗄
☐ 29/05/2024	Uncategorized	0.30 km	01:38:17			↓ 🗄
☐ 28/05/2024	Uncategorized	1.04 km	01:28:47			↓ 🗄

Abbildung 1 Listenansicht von Aktivitäten

Die Abbildung 1 zeigt die aktuell implementierte Listenansicht bei AZUM. Der Nutzer hat die Möglichkeit, Trainings nach Datum zu filtern. Des Weiteren kann ein Nutzer Aktivitäten hochladen sowie eine Aktivität manuell kreieren. Ansonsten stehen keine weiteren Funktionalitäten zur Verfügung. Die Auswahl eines Trainings gestaltet sich für den Coach schwierig, weil er sehr wenig Informationen angezeigt bekommt. Der Vorteil davon ist, dass die Seite übersichtlich und aufgeräumt aussieht.

2.3.2 Analyse Kalenderansicht

In der Kalenderansicht werden sowohl geplante Trainings als auch absolvierte Aktivitäten angezeigt. Dies hilft dem Coach zu erkennen, ob die Einheit gemäss der Planung absolviert wurde. Eine echtes Vergleichsfeature fehlt aber. Eine Aktivität kann nicht mit der Trainingsplanung im Anschluss an das Training gekoppelt werden. Dadurch fehlen wichtige Vergleichsdaten. Wenn zum Beispiel die geplanten Intervalle mit den tatsächlich absolvierten Intervallen verglichen werden könnten, würde das dem Coach viel Arbeit ersparen.

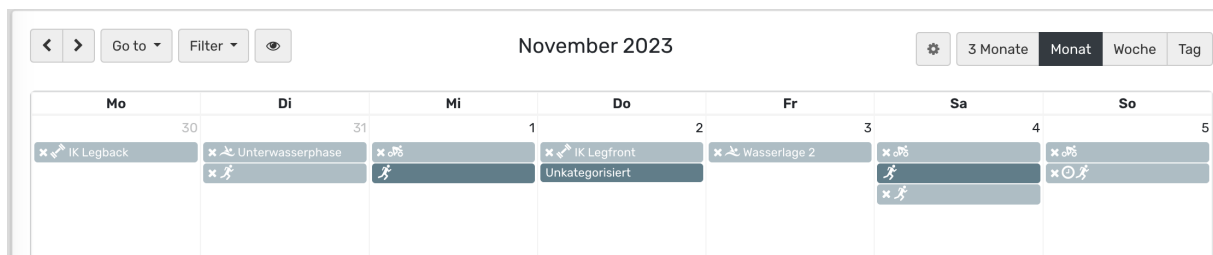


Abbildung 2 Kalenderansicht bei AZUM

Die Abbildung 2 zeigt die aktuell implementierte Ansicht für einen Coach. Hier wird mit Details gespart. Als einziges Indiz zur Erkennung der Einheit wird dem Coach ein Icon angeboten, über welches die Sportart identifiziert werden kann. Bei geplanten Einheiten wird zudem noch der Trainingstyp als Text dargestellt.

Beim Klick auf eine Aktivität erhält der Coach zusätzliche Informationen. Diese sind gut strukturiert und übersichtlich dargestellt. Gemäss Dan Aeschlimann, CEO von AZUM, fehlen allerdings wichtige Kennzahlen zum Training. Zum Beispiel sind Vollständigkeit der Daten, Berechnung des Herzfrequenz Abweichung und der Effizienz des Trainings wichtige Indikatoren zur Einstufung einer Trainingseinheit.

Falls ein Coach detaillierte Einsicht in die Aktivität haben möchte, muss er sie anklicken und in eine Detailview Wechseln. Dabei verlässt er die Kalenderansicht komplett und wechselt die Seite. Angenommen ein Coach möchte von einem Athleten herausfinden, wann er das letzte Mal bei einer Intervalleinheit eine zu hohe Herzfrequenz hatte, muss er sich einzeln durch die Aktivitäten durchklicken, in welchem Zeitraum er die gesuchte Aktivität vermutet. Diese Suche ist gemäss Dan Aeschlimann sehr mühsam und nicht zeiteffizient.

2.4 Nutzerzufriedenheit der Plattform AZUM: Eine Analyse auf Basis einer Umfrage bei Coaches

In diesem Kapitel wird die Nutzung der Liste und des Kalenders für das Auswählen von Aktivitäten untersucht. Dies geschieht anhand einer Nutzerumfrage, welche in diesem Kapitel detailliert beschrieben wird.

2.4.1 Vorbereitung und Durchführung

Die quantitative Nutzerumfrage wurde online durchgeführt. Hierzu erhielten alle AZUM Coaches, die im E-Mail Verteiler der AZUM hinterlegt sind, im März 2023 einen Link zur Umfrage per E-Mail. An der Umfrage nahmen zehn Personen teil, die alle Kunden bei AZUM sind. Eine Ordinalskala zeigt die Auswertung der Ergebnisse. Dadurch können die Resultate in Ränge eingeordnet werden. Die Analyse der Antworten erfolgt mittels Häufigkeitsanalyse. Die Resultate der Umfrage liegen dem Anhang bei.

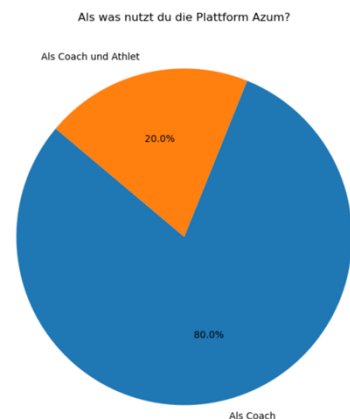


Abbildung 3: Verteilung der Nutzergruppe in die Gruppen Coach und Coach Nutzerumfrage /Athlet bei der durchgeführten Umfrage aus

Alle zehn Teilnehmenden haben die Rolle eines Coaches, wobei zwei Personen zusätzlich die Rolle eines Athleten einnehmen. Diese Tatsache trägt dazu bei, dass die Lösung am richtigen Punkt ansetzt und den Nutzern einen effektiven Mehrwert bietet. In Abbildung 3 wird die prozentuale Verteilung der befragten Nutzergruppen dargestellt.

Die befragten Coaches haben unterschiedliche Ausgangslagen. Die Bandbreite der betreuten Athleten pro Coach liegt zwischen 5 bis über 30 Athleten. Zudem unterscheiden sie sich auch in der Berufserfahrung. Diese Diversifikation gibt eine interessante Datenbasis für die Auswertung.

Mit dieser Umfrage wurde das Nutzerverhalten untersucht, um die Forschungsfrage «RQ1 – Übersichtlichkeit von Aktivitäten» beantworten zu können. Interessant zu erforschen, war mit welcher Form der Darstellung die Coaches die Aktivitäten Ihrer Athleten verwalten und wie die Zufriedenheit der Übersichtlichkeit mit der von Ihnen verwendeten Methodik ist.

2.4.2 Resultate der Nutzerumfrage

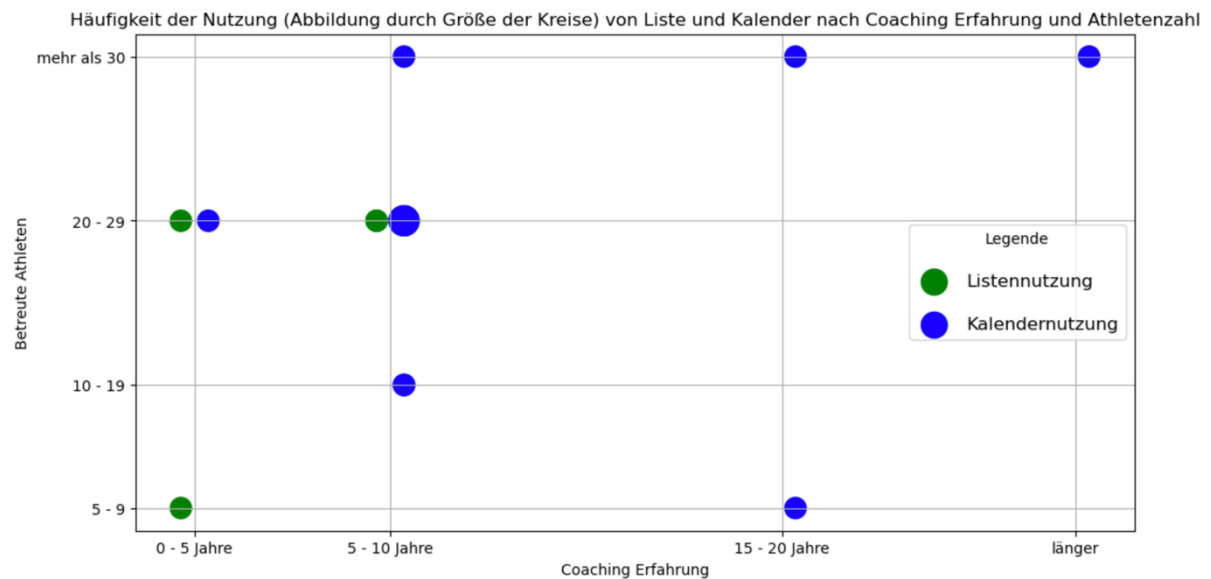


Abbildung 4 Nutzungsintensität der Liste und des Kalenders in Abhängigkeit der Anzahl betreuter Athleten und der Berufserfahrung der Coaches

Die Umfrage bei den Coaches, welche die Plattform AZUM nutzen, hat gezeigt, dass die Nutzung des Kalenders bevorzugt wird. Bei der Frage 5.1 «*Ich nutze hauptsächlich den Kalender für die Ansicht der Aktivitäten*» haben 60% der Teilnehmer mit «*trifft voll und ganz zu*» geantwortet. Weitere 20% der Befragten antworteten mit «*trifft eher zu*». Auch diese Gruppe nutzt den Kalender überwiegend. Bei der Listennutzung haben 3 von 10 Teilnehmenden angegeben, die Liste zu nutzen.

Durch die Erhebung der Berufserfahrung und der betreuten Athleten, wurde eine Auswertung aufbereitet, wie sie in Abbildung 4 zu sehen ist. Hier wird ersichtlich, dass die Berufserfahrung als Coach und die Nutzung des Kalenders unabhängig von der Anzahl der betreuten Athleten ist. Die Nutzung der Liste für die einzelnen Aktivitäten der betreuten Athleten nimmt mit Anstieg der Berufserfahrung oder der Anzahl von betreuten Athleten ab.

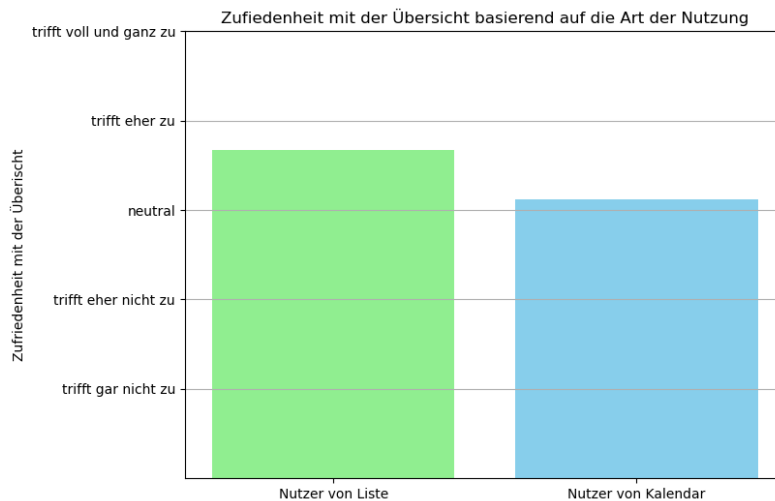


Abbildung 5: Zufriedenheit mit der Übersicht bei der Nutzung der Liste und des Kalenders.

Bei der Frage 5.4 «Es fällt mir leicht, die Übersicht zu behalten, auch wenn ich mehrere Athleten gleichzeitig betreue» haben 50% der Befragten angegeben, dass es Ihnen nicht leicht fällt. Die restlichen 50% sind der Ansicht, die Übersicht weiterhin behalten zu können. Mit diesen Aussagen und unter Berücksichtigung der Berufserfahrung wurde eine weitere Berechnung durchgeführt. Diese ist in Abbildung 5 dargestellt. Sie zeigt, dass mit zunehmender Berufserfahrung die Zufriedenheit mit der Übersichtlichkeit der Aktivitäten abnimmt. Daraus lässt sich schliessen, dass sowohl die Übersichtlichkeit des Kalenders als auch die der Liste gleichermassen eine Herausforderung für Coaches darstellt.

Zur Steigerung der Übersichtlichkeit der Aktivitäten, würden Markierungen sehr hilfreich sein. Dies ist in Abbildung 6 ersichtlich. Bei der Frage 6.2 sind 7 von 10 Coaches der Ansicht, dass eine automatische Markierung bei fehlenden Messwerten zu einer Vereinfachung herbeiführen wird. Daraus bedingt sprechen sich 8 von 10 Teilnehmenden für die Funktionalität aus, dass eine Aktivität Grün angezeigt wird, wenn diese messtechnisch einwandfrei ist.

6. Klassifizierung von Trainings: Es vereinfacht mir die Übersicht, wenn...

[Weitere Details](#)

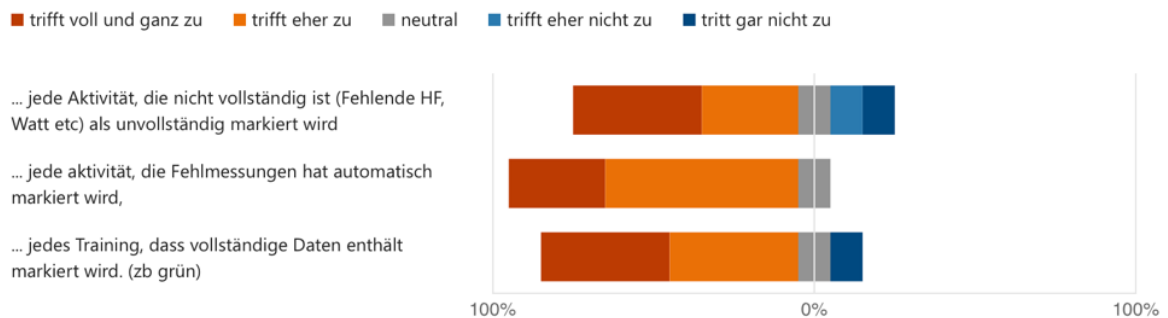


Abbildung 6: Frage 6 in der Umfrage, zur Klassifizierung der Aktivitäten.

Eine weitere Frage befasste sich mit dem Vergleich der Aktivitäten und dem Profil des Sportlers. Die Umfrageergebnisse sind in Abbildung 7 zu sehen. Bei der Frage zum Vergleich mit dem metabolischen Profil (Frage 9.1) stimmten alle 10 Coaches dieser Funktionalität zu.

AZUM erklärt ein metabolisches Profil folgendermassen: «Ein individuelles metabolisches Profil zeigt die Stoffwechsellage in einer Athletin oder einem Athleten bei verschiedenen Intensitäten auf. Erhoben wird ein solches Profil in einer Leistungsdiagnostik.» [6]

Die Frage nach einem Editor, der eine Aktivität korrigieren kann, haben zwei Teilnehmer mit neutral abgestimmt. Da 80% der Teilnehmer überwiegend für diese Möglichkeit gestimmt haben, lässt vermuten, dass es immer wieder zu fehlerhaften Ausreiser kommt. Dies bestätigt die implementierten Features aus dem Vorgängerprojekt und beweist, dass Leistungsdaten von Fitnesstrackern regelmässig falsche oder unkomplette Daten liefern

9. Vergleich zum Profil des Sportlers. Es hilft mir bei der Arbeit, wenn...

[Weitere Details](#)

■ trifft voll und ganz zu ■ trifft eher zu ■ neutral ■ trifft eher nicht zu ■ trifft gar nicht zu

... jede Aktivität mit dem hinterlegten Metabolischen Profil verglichen wird

... ich in einem Editor ausreisser korrigieren kann, sodass die Aktivität danach automatisch korrekt...

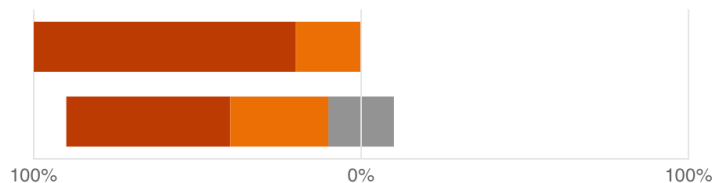


Abbildung 7: Frage 9 der Umfrage. Vergleich mit dem Profil des Sportlers

In der Umfrage wurde auch über die Notwendigkeit einer Berechnung von Kennzahlen gefragt. Wie aus der Abbildung 8 zu entnehmen ist, bringt es eine Vereinfachung bei der Analyse einer Aktivität, wenn Kennzahlen bereitgestellt werden. 80% der Teilnehmer bestätigt diese Aussage.

Es wird als hilfreich bewertet, wenn das Herzfrequenz Delta und die Effizienz automatisch berechnet werden. Gemäss der Aussage von Coaches von AZUM werden solche Kennzahlen aktuell manuell mithilfe von Excel-Dateien berechnet und die Daten händisch einzeln eingetragen werden.

13. Kennzahlen: Es vereinfacht mir die Analyse, wenn...

[Weitere Details](#)

■ trifft voll und ganz zu ■ trifft eher zu ■ neutral ■ trifft eher nicht zu ■ trifft gar nicht zu

...für jede vollständige Aktivität automatisch das Herzfrequenz Delta berechnet wird

... für jede Aktivität automatisch die Effizienz in Prozent berechnet wird.

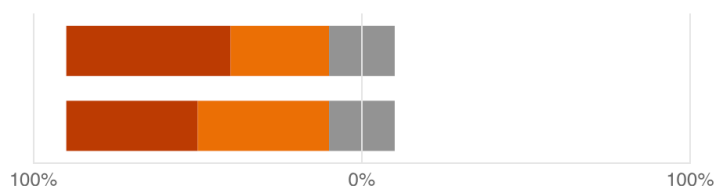


Abbildung 8: Frage 13 in der Umfrage. Analyse mit Kennzahlen

Das Resultat der Frage nach dem individuellen Setzen von Richtwerten zeigt ein grosses Bedürfnis danach. 80% der Teilnehmer bekräftigen die Aussagen. Dies zeigt die Auswertungsgrafik aus Abbildung 9.

8. Da jeder Athlet sehr unterschiedlich ist, möchte ich Richtwerte selber setzen können, wann ein Training wie eingeteilt werden soll. (ZB bei 20% Abweichung zur Durchschnitts-Herzfrequenz oder ähnliches)

[Weitere Details](#)

● Ja	8
● Nein	1
● egal	1

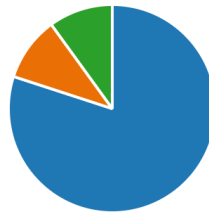


Abbildung 9: Frage 8 in der Umfrage. Setzen von individuellen Richtwerten

3 Stand der Forschung in Bezug auf die Darstellung von Leistungsdaten

Dieses Kapitel gibt einen Überblick zu wissenschaftlichen Papers aus der Thematik Visualisierung von Leistungsdaten. Zudem werden Grenzen der aktuellen Forschungsfelder aufgezeigt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden hier beschrieben und auf die Problematik bei AZUM projiziert. Die Recherche bezieht sich auf die zuvor in Kapitel 1.3.1 definierten Forschungsfrage. Bei der Wahl der Methodik haben wir uns für eine zwei Phasen Strategie entschieden. Phase 1 (systematische Recherche) und Phase 2 (Detailanalyse) welche in den folgenden Abschnitten dokumentiert werden.

3.1.1 Phase 1: Systematische Recherche

Die Recherche wurde auf Basis der Suchmaschine «Google Scholar» durchgeführt. Wir haben uns für diese Methode entschieden, da sie sich besonders in Bereichen, wo noch keine bzw. wenige Forschungsbeiträge bekannt sind. [7, S. 17]

Auf Basis der Forschungsfragen wurden drei Bereiche für die Recherche definiert. Für jeden Bereich wurden anschliessend Schlüsselbegriffe definiert. Diese dienen zur Ausführung der Google Scholar Recherche. Die Ergebnisse werden in den folgenden Tabellen strukturiert dokumentiert. Zusätzlich sind für jeden Forschungsbereich relevante Papers für Phase 2 vorgemerkt.

Forschungsbereich	Klassifizierung von Fitnessdaten
Bezug auf Forschungsfrage	RQ1
Ziel	Übersicht schaffen, was im Bereich der Klassifizierung von Fitnessdaten erforscht wurde.
Schlüsselbegriffe / Suchbegriff	Classification sport activities fitness tracker
Spezifizierung	Publikationen ab dem Jahr 2020
Anzahl gefundener Resultate	17'000
Anzahl interessante Papers in Bezug auf unsere Arbeit	Papers zur Erkennung von Sportarten gefunden, allerdings keine zur Steigerung der Übersichtlichkeit
Auswahl der für Phase 2 vorgemerkten Papers:	keine

Tabelle 1 Übersicht "Klassifizierung von Fitnessdaten"

Die Tabelle 1 zeigt die recherchierten Resultate aus dem Bereich der Klassifizierung von Sportdaten. Die Resultat-Liste der Suchergebnisse ist sehr lang. Sie zeigt, dass im Sportbereich schon sehr viel zu Klassifizierung geforscht wurde. Die Mehrheit der Resultate aus dieser Suchanfrage konzentriert sich auf die Erkennung der Sportart anhand der vom Fitness-Tracker aufgezeichneten Leistungsdaten. In den folgenden Kapiteln wurden deshalb konkretere Suchanfragen gestellt, um das Thema stärker einzugrenzen.

Zur Erkennung von Sportarten gibt es interessante Papers, welche mithilfe künstlicher Intelligenz solche Einteilungen vornehmen können. In unserem Kontext ist die Erkennung der Sportart unwichtig, da dies bereits durch den Fitness-Tracker gegeben ist. Zudem gehen die gefundenen Resultate tief in die Leistungsdiagnostik ein und haben nur wenig Bezug zur Visualisierung als Softwarelösung.

In unserer Arbeit relevant ist die Darstellungsart sowie die Verbesserung der Übersichtlichkeit für den Benutzer als die maschinelle Verarbeitung der Daten. Deshalb geht der zweite Forschungsbereich mehr auf diese Thematik ein.

Forschungsbereich	Darstellungsformen von klassifizierten Daten anhand von Visuellen Mappings
Bezug auf Forschungsfrage	RQ1
Ziel	Grundlagen zur Visualisierung von klassifizierten Daten aus der Forschung erhalten. Wie stellt man klassifizierte Daten dar, sodass der Nutzer Erkenntnisse gewinnen kann?
Schlüsselbegriffe / Suchbegriff	Glyph visualization
Spezifizierung	
Anzahl gefundener Resultate	20'000
Anzahl interessante Papers in Bezug auf unsere Arbeit	9
Auswahl der für Phase 2 vorgemerkten Papers:	MatchPad: Interactive Glyph-Based Visualization for Real-Time Sports Performance Analysis, 2012

Tabelle 2 Übersicht "Glyph Visualisations"

Zusammenfassend aus den relevanten Papers lässt sich sagen, dass in der Visualisierung bezüglich der Darstellung von klassifizierten Daten viel geforscht wurde. Die Thematik ist sehr komplex und hat viel Potential. Da die Zielgruppe der Coaches allerdings keine Forschenden, sondern eher einfache Anwender einer Sportplattform sind, sollten die Dargestellten Resultate nicht zu komplex sein. Eine einfache Darstellung der Klassifikationen eignet sich deshalb für unseren Kontext besser. Am besten geeignet könnte dafür ein Ampelprinzip sein, welches mit den einfachen Farbcodierungen Rot, Orange, Grün arbeitet, welche in mehreren Papers als eine der einfachsten Farbklassifizierungen beschrieben wird.

Forschungsbereich	Visualisierung von Fitnessdaten
Bezug auf Forschungsfrage	RQ2
Ziel	Übersicht schaffen, was im Bereich der Klassifizierung von Fitnessdaten erforscht wurde.
Schlüsselbegriffe / Suchbegriff	sports data visualization fitness tracker
Spezifizierung	Publikationen ab dem Jahr 2020
Anzahl gefundener Resultate	16'900
Anzahl interessante Papers in Bezug auf unsere Arbeit	> 100
Auswahl der für Phase 2 vorgemerkten Papers:	1. A survey of competitive sports data visualization and visual analysis, M Du, X Yuan - Journal of Visualization, 2021 – Springer

Tabelle 3 Übersicht Visualisierung von Fitnessdaten

Auch bei dieser Recherche gibt es sehr viele Papers. Die Resultate der Tabelle 3 beziehen sich stark auf die Analyse von grossen Datenmengen. Für uns interessant sind dabei Papers, welche sich auf die Visualisierung einzelner Aktivitäten fokussieren.

Forschungsbereich	Visualisierung von zeitbasierten Daten - Spezifischer
Bezug auf Forschungsfrage	RQ2
Ziel	Aktueller Stand der Forschung zu zeitbasierten Visualisierungen durchsuchen. Spezifisch ausgeschlossen werden die ganzen Forschungsergebnisse aus dem Ernährungsbereich
Schlüsselbegriffe / Suchbegriff	“time series data visualization” AND “sport” NOT “nutrition”
Spezifizierung	Kein Jahresfilter
Anzahl gefundener Resultate	4
Anzahl interessante Papers in Bezug auf unsere Arbeit	2
Auswahl der für Phase 2 vorgemerkten Papers:	1. Timeline Navigators: User Interface Design Patterns for Time 2. Hybrid design for sports data visualization using AI and big data analytics,

Tabelle 4 Übersicht "Time based visualisations"

Problem der vorangehenden Suchanfragen war, dass viele Resultate aus der Sport- und Ernährungswissenschaft miteingeflossen sind. Diese sind zwar relevant, bringen uns aber nicht zur Erreichung unseres Zieles eines verbesserten User Interfaces für Coaches. Der Suchbegriff NOT «Nutrition» soll deshalb die Suchresultate eingrenzen. Die Resultate sind dadurch viel spezifischer und passender für unsere Arbeit.

Forschungsbereich	Kalenderbasierte Visualisierungen
Bezug auf Forschungsfrage	RQ2
Ziel	Stand der Forschung zum Thema Visualisierung von Daten auf Basis einer Kalenderansicht erforschen.
Schlüsselbegriffe / Suchbegriff	"calendar design" AND "data"
Spezifizierung	Kein Jahresfilter
Anzahl gefundener Resultate	544
Anzahl interessante Papers in Bezug auf unsere Arbeit	2
Auswahl der für Phase 2 vorgemerkten Papers:	1. Visualizing Personal Data in Context: An On-Calendar Design Strategy for Behavior Feedback by Dandan Huang 2. A field study of on-calendar visualizations, Dandan Huang, Melanie Tory, Lyn Bartram

Tabelle 5 Übersicht kalenderbasierte Visualisierungen

Aus dem Forschungsbereich ist speziell die Arbeiten von Dr. Dandan Huang herauszuheben. Dieser konzentriert sich unter anderem sich auf die Visualisierung von Gesundheitsdaten innerhalb des Kalenders. Diese werden wir in Phase 2 genauer untersucht.

Gesamtübersicht der wichtigsten Papers als Tabelle

Titel der Arbeit	Verwandte Themen	Inhalt	Grenzen	Bezug zu Thesis
<i>An On-Calendar Design Strategy for Behavior Feedback, Duong Huang, 2016</i>	Gesundheitsdaten auf einer Kalenderansicht darstellen	Untersucht, welche Arten von Visualisierungen sich für Kalender eignen	Fokussiert auf Darstellung einer Einheit. Nicht mehrere kombiniert	Erweiterung der Forschungsergebnisse durch Darstellung mehrerer Datentypen auf einer Kalenderansicht
<i>It's Not as Simple as Just Looking at One Chart, 2020</i>	Analyse von Visualisierungen für grosse Zeiträume	Untersuchung der Meinungen von Mediziner*innen zu verschiedenen Visualisierungen von physikalischen Patienten-Aktivitäten	Beim Anwendungsfall Heatmap: Fehlender Kontext relativiert die gewonnenen Informationen	Anwendung der Erkenntnisse auf Leistungsdaten und hinzufügen von zusätzlich relevanten Informationen
<i>Visualization and Analysis of Wearable Health Data From COVID-19 Patients</i>	Analyse von Visualisierungen für grosse Zeiträume	Das Paper untersucht die Anwendung von Heatmaps bei Covid Patienten. Resultate sind Erkenntnisse zur Eignung im spezifischen Anwendungsbereich	Keine Anwendung auf Daten aus dem Leistungssportbereich	Erweiterung der Forschungsergebnisse durch Anwendung gleicher Techniken im Sportbereich
<i>A survey of competitive sports data visualization and visual analysis, 2021</i>	Visualisierung von Sportdaten zur Wissensgewinnung	Analysiert und bewertet verschiedene Techniken zur Analyse von Leistungssportdaten. Detaillierte Analysen von Einheiten	Keine Anwendung von Daten über einen längeren Zeitraum	Relevante Verbindungen zur Visualisierung einzelner Einheiten. Keine Relevanz bezüglich Übersichtlichkeit

3.1.2 Phase 2 (Detailanalyse)

Dieses Kapitel dokumentiert meist relevante Papers aus Phase 1 und adaptiert die Inhalte auf unseren Kontext. Zudem werden weitere Papers aus anderen Quellen beigezogen, aus welchen wichtige Erkenntnisse in Bezug auf unsere Arbeit Relevanz haben.

Datenvisualisierungen in der Kalenderansicht

Eine interessante Sichtweise auf die Herausforderung der Datenvisualisierung bringt Dr. Huang Dangan in seiner Dokorthesis mit dem Titel «Visualizing Personal Data in Context: An On-Calendar Design Strategy for Behaviour Feedback». Er versucht, Nutzern ein Verhaltensfeedback in Form von Datenvisualisierungen zu geben. Dies tut er durch Integration der Daten in die tägliche Routine. In seiner Arbeit visualisiert er Daten innerhalb des Alltagskalenders der Versuchspersonen. Zum Beispiel persönliche Fitnessdaten. Damit möchte er es den Nutzern ermöglichen, in ihren täglichen Kalendercheck direkt Lernmöglichkeiten zu bieten, um ihren Alltag selbst zu optimieren. [8]

Diese Erkenntnisse wenden wir an dieser Arbeit gezielt an. Dangans Arbeit beweist, dass Menschen anhand der Kalenderansicht vereinfacht aus Daten lernen können.

In seiner Arbeit stellt Dangan nur ein Datentyp (z.B. Herzfrequenz) dar. Zur Analyse von einem Training werden laut den Coaches von AZUM allerdings mehrere Datentypen benötigt. Wir erweitern diese Datengrundlage mit Kennzahlen aus der Leistungsdiagnostik sowie weiteren Messwerten vom Fitnesstracker und versuchen damit einen Weg zu finden, wie der Coach die Leistung seiner Athleten in kurzer Zeit einstufen kann.

Datenvisualisierungen zur Übersicht von Aktivitäten

Verhältnisdaten sind ebenfalls metrische Werte, die jedoch einen festen Nullpunkt haben. Das sind zum Beispiel Grösse und Gewicht. Im sportlichen Bereich, sind dass die Herzfrequenz, Effektivitätskennzahl, Höhenmeter und weitere.

Es bestehen bewährte Verfahren für die Visualisierung von Daten. Je nach Datengrundlage haben gängige Diagrammtypen starke Einschränkungen.

Im Buch «Datenvisualisierung – Grundlagen und Praxis» von Claus sind Balken oder Punkte Diagramme ein weitverbreiteter Ansatz zur Visualisierung von Mengen, die zum Beispiel bestimmte Kategorien anzeigen. Bei mehreren Kategorien können Balken gruppiert werden. [9]

Claus Wilke beschreibt eine Einschränkungen von Balkendiagramme so:

«Eine wichtige Einschränkung von Balken besteht darin, dass sie bei null beginnen müssen, damit die Balkenlänge proportional zum angezeigten Betrag ist. Bei einigen Datensätzen kann dies unpraktisch sein oder Schlüsselmerkmale verdecken.» [9]

Im sportlichen Bereich werden viele Daten erhoben und ausgewertet, so dass es eine Unmenge an Daten und somit an Kategorien gibt. Dadurch steigt die Menge an gruppierte Balken und mit ihr auch die Unübersichtlichkeit.

Punktdiagramme lösen das Problem mit der proportionalen Balkenlänge, die bei null beginnen muss. Anstelle eines Balkens wird ein Punkt an der entsprechenden Stelle im Diagramm gezeichnet. So kann auch bei grossen Datenmengen die Übersichtlichkeit bewahrt werden.

Verdeutlicht wird das in Abbildung 10. Da die Länge aller Balken fast gleichlang sind, wird der Blick des Betrachters eher zur Mitte der Balken gezogen, als zum eigentlichen Datenwert, dem Ende des Balkens. Geschuldet wegen des Nullpunktes bei dem Balkendiagramm, ist die Differenz nicht sofort sichtbar. Die eigentliche Botschaft, geht dadurch verloren.

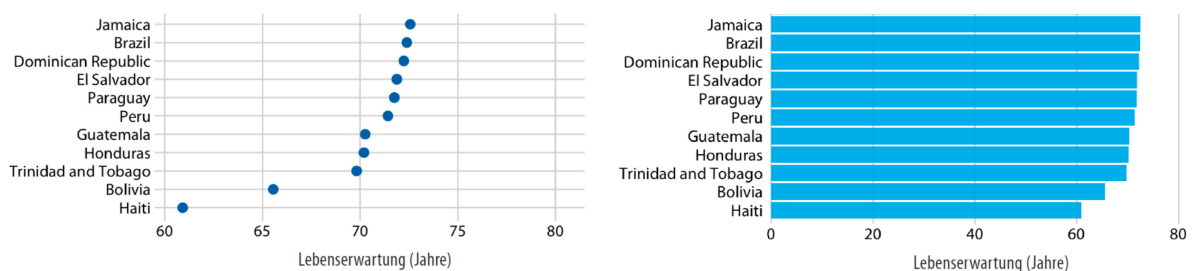


Abbildung 10 Beispielhafte Grafik eines Punkt- und Balkendiagramms, um die Übersichtlichkeit zu demonstrieren

Bei einem Punktdiagramm muss die Datenreihenfolge beachtet werden. Wird diese nicht beachtet, kann ein Punktdiagramm auch zu Verwirrung sorgen. Das bringt ein grosser Nachteil mit sich. Wird ein Punktdiagramm in einem Dashboard verwendet, welches die sportliche Leistung des Athleten widerspiegeln soll, so muss wie oben bereits beschrieben auf die Reihenfolge der Datenwerte geachtet werden. Das könnte dem Nutzer des Dashboards jedoch zu Verwirrung führen.

Vergleichen wir zwei Aktivitäten vom Typ Radfahren miteinander und deren Darstellungsform anhand eines Punktediagramms. Die Aktivität 1 hat eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 47 km/h und eine durchschnittliche Leistung von 45 Watt. Diese Aktivität wurde auf einer ebenen Strecke durchgeführt. Bei Aktivität 2 handelt es sich um eine Berganfahrt. Hier ergibt sich eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 37 km/h und eine durchschnittliche Leistung von 95 Watt.

Folgt man der Erkenntnis von Claus Wilke, sollten die Werte in einer grafischen Darstellung horizontal entweder ansteigend oder absteigend geordnet sein. Abbildung 11 visualisiert die zuvor beschriebenen Aktivitäten und zeigt ein gleichmässiges Bild. Ein signifikanter Nachteil besteht jedoch darin, dass ein Coach für jede dargestellte Aktivität das Punktediagramm sorgfältig analysieren muss, da die Position der Metriken variieren kann. Im spezifischen Fall verändern die Metriken Power, Cadence und Speed ihre Positionen im Diagramm, was zu Verwechslungen führen kann. Aufgrund dieser Problematik wird das Punktediagramm in unserer Arbeit nicht berücksichtigt.

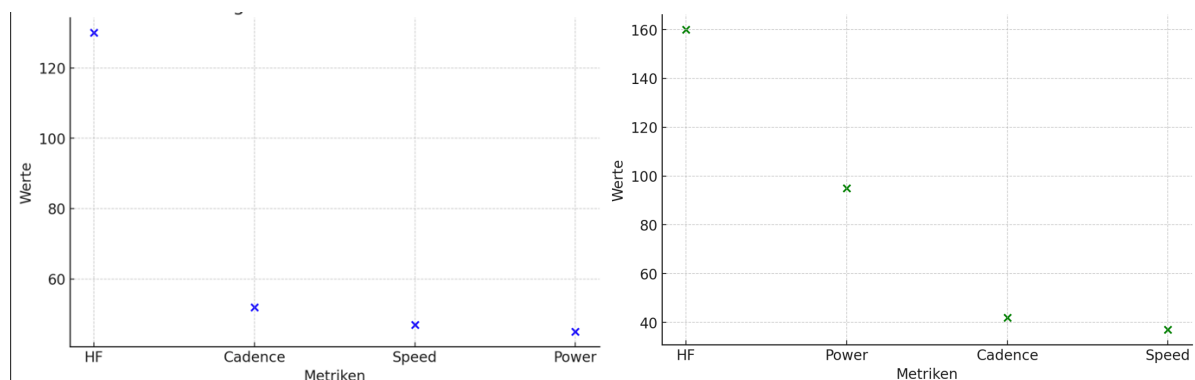


Abbildung 11 Zwei Fahrrad Aktivitäten mit unterschiedlicher Belastung und absteigend nach Datenwerte sortiert

In der klinischen Studie «It's Not as Simple as Just Looking at One Chart» wurden mit tragbaren Messgeräten die täglichen physikalischen Aktivitäten von Patienten aufgezeichnet. Die Daten wurden in Linien- und Balkendiagramme, sowie in zwei verschiedenen Heatmap Varianten visuell aufbereitet. Nach der Auswertung der Umfrageergebnisse wurden drei Themen identifiziert. « (1) die Bedeutung des Kontexts, (2) die Interpretation der Visualisierungen und (3) die Anwendung der Visualisierungen in der klinischen Praxis» [10, S. 92]

Der Kontext spielt eine entscheidende Rolle bei der Interpretation der Daten. Klinische Mitarbeiter berichteten, dass jegliche Art der Visualisierung allein nicht ausreiche, um klare Erkenntnisse zu gewinnen. Es ist stets notwendig, den Kontext zu berücksichtigen, um die gewonnenen Informationen als relevant betrachten zu können.

Zur Interpretation der Visualisierung kam die Studie zum Ergebnis, dass Physiotherapeuten Heatmaps als Art von Visualisierung bevorzugen. Insbesondere die Möglichkeit, Schlafperioden (in weiss dargestellt) von den Aktivitätsdaten (bläuliche Darstellung, je nach Intensität mehr Sättigung) unterscheiden zu können, wie in Abbildung 12 und Abbildung 13 zu sehen ist. Ärzte unterstützten diese Meinung nicht, da sie diesen Detaillierungsgrad als nicht wichtig hielten.

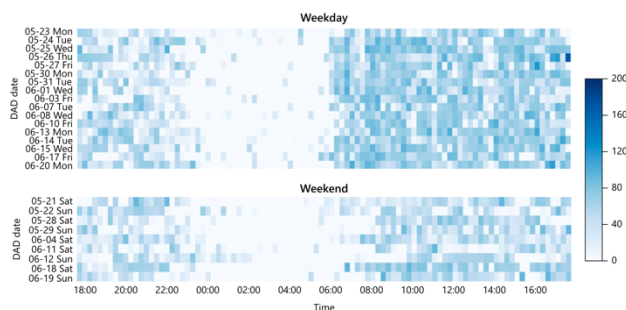


Abbildung 12 Auszug aus der Studie "It's Not as Simple as Just Looking at One Chart". Zu sehen sind die Aktivitäten der Patienten

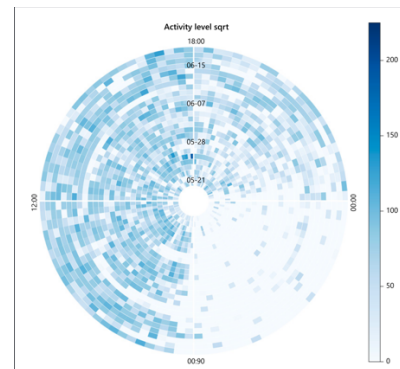


Abbildung 13 Auszug aus der Studie "It's Not as Simple as Just Looking at One Chart". Hier werden die Aktivitäten in einer sog. radial Heatmap dargestellt

Über das Thema «Anwendung der Visualisierungen in der klinischen Praxis» waren sich alle Teilnehmer der Umfrage einig, dass es vorteilhaft wäre, die Schlafphasen von den Aktivitätsdaten zu trennen. Die Heatmap forderte jedoch für einige Teilnehmer eine gewisse Aufklärungsarbeit, damit sie vom Teilnehmer interpretiert werden konnte.

In der Studie «Visualization and Analysis of Wearable Health Data From COVID-19 Patients» vom 2022, haben sieben Forschende untersucht, wie man Gesundheitsdaten von COVID-19 Patienten intuitiv und selbsterklärend visualisieren kann. Zum Einsatz kamen Balkendiagramme und Heatmaps.

Suter fand heraus, dass eine Heatmap als leicht verständlich empfunden wird, weil sie eine schnelle und übersichtliche Darstellung der Entwicklung des

Gesundheitszustands des Patienten ermöglichen und dabei sowohl Trends als auch kritische Werte aufzeigen [11, S. 8]

Aus den gewonnenen Kenntnissen scheiden Balken- sowie Punktediagramme zur Visualisierung von Aktivitäten aus. Die Visualisierung durch eine Heatmap kristallisiert sich als geeignetes Anzeigeinstrument. Grenzen von Heatmaps zeigen sich beim Detailgrad der Informationen. Aus der farblichen Darstellung eines Datensatzes, lassen sich nicht die relativen Werte rauslesen. Zwar kann ein Coach beurteilen, ob dieser Wert gut oder nicht gut ist, mehr jedoch nicht. Ohne den entsprechenden Kontext, können die Informationen die eine Heatmap bietet als irrelevant angesehen werden.

3.2 Recherche zu geeigneten Userinterface Elementen

Der letzte Teil der Recherche handelt von der Evaluation geeigneter User Interface Elementen «engl. UI-Building Blocks». Ziel der Analyse ist, eine Übersicht an geeigneten Elementen zu erhalten. Grosse Datenmengen in einem Userinterface auf kleinem Raum darzustellen, ist eine Herausforderungen in der Konzeption des User Interfaces. Dazu wurde bereits viel geforscht und publiziert. Der klassische Weg, grosse Datenmengen in einem User-Interface darzustellen ist das UI Pattern «Master/Detail View». Dieses wird meist vom Nutzer unbemerkt verwendet. Zum Beispiel bei der Auswahl eines Listenelementes zur Detailansicht. Auch in der Darstellung von Aktivitätsdaten könnte der Einsatz dieses Pattern interessant sein. Die Masterview gibt einen Überblick über die Einheiten, die Detailview zeigt Einblicke ins Training.

Es gibt unzählige Möglichkeiten, User Interfaces zu gestalten. Für den Kontext dieser Arbeit haben wir uns intensiver mit Accordions, Tooltips, Filtern/Suchen/Sortieren, Modals und Indikatoren auseinandergesetzt. Bei der Selektion des richtigen Elementes gibt es kein richtig und falsch. Jedes Element hat eigene Vor- und Nachteile. Dies zeigt zum Beispiel auch die Publikation von Helin und Eklund aus dem Jahr 2023 die Verwendung von Tooltips und Brushing. In ihrer Arbeit kommen sie zu dem Ergebnis, dass Tooltips und Brushing die Effizienz bei der Analyse von Daten hilft, allerdings haben sie auch herausgefunden, dass die Verwendung von Tooltips auch zu einer längeren Bearbeitungszeit für den User führt. [12]

In den folgenden Kapiteln werden die User Interfaces aus anderen Sporttools detailliert betrachtet und analysiert. Im Kapitel darauf werden dann die Elemente Tooltip und Indikatoren auf unseren Kontext angewendet und auf ihre Eignung geprüft.

3.3 Konkurrenzanalyse

Dieses Kapitel fasst die Resultate der detaillierten Analyse der wichtigsten Konkurrenztools zusammen. Zu beachten ist, dass viele der analysierten Plattformen sich hauptsächlich auf B2C Beziehung konzentrieren. Als Folge davon ist das Hauptziel dieser, die Aktivitäten eines einzelnen Athleten bestmöglich darzustellen. Bei AZUM allerdings liegt der Fokus auf den Coaches. Deshalb kommt die erweiterte Schwierigkeit dazu, dass sich ein Coach möglichst schnell einen Überblick verschaffen muss. Diese Funktionalität wird bei keiner der analysierten Fitnessplattformen dargestellt.

Im Rahmen dieser Analyse wurden 9 Softwarelösungen betrachtet und hinsichtlich der Übersichtlichkeit von Trainings sowie ihres Funktionsumfangs detailliert analysiert. Die gemäss dem Kunden wichtigsten drei Player auf dem Markt (MATS, Garmin, Intervals) sind in den folgenden Abschnitten festgehalten. Ziel dieser Analyse ist es, ein Verständnis der Stärken und Schwächen der Tools zu erlangen, um so informierte Entscheidungen in Bezug auf den zu implementierenden Features für AZUM zu erhalten.

Zusammenfassend halten wir fest, dass das Tool MATS durch die gute Übersicht heraussticht und im Vergleich die besten Resultate erzielt. Ganzheitlich lässt sich aber sagen, dass keines der Tools sowohl in der Übersicht sowie auch Funktionsumfang Bestnoten erzielt. Besonders gibt es bei den Analysefunktionen noch viel Luft nach oben. Viele der Tools haben gute Diagramme zur allgemeinen Trainingsleistung. Eine Darstellung zur Identifikation von Ausreissern oder zur Verbesserung der Übersicht fehlt häufig.

Folgende Erkenntnisse konnten bei der detaillierten Betrachtung der Tools gewonnen werden:

Mats

Link: <https://app.mats.coach>

MATS hebt sich durch seine benutzerfreundliche Oberfläche hervor, die durch einen grünen Haken direkt sichtbar macht, welche Trainings absolviert wurden. Das spezielle Element des "MATS-Scores" auf jedem Training trägt signifikant zur Benutzererfahrung bei, da es eine schnelle und eindeutige Identifikation von Trainingseinheiten ermöglicht. Die Kalenderansicht stellt eine effiziente Übersicht über Dauer und Distanz der Trainings zur Verfügung. Diagramme sind für detailliertere Analysen in einem eigenen Popup zugänglich.

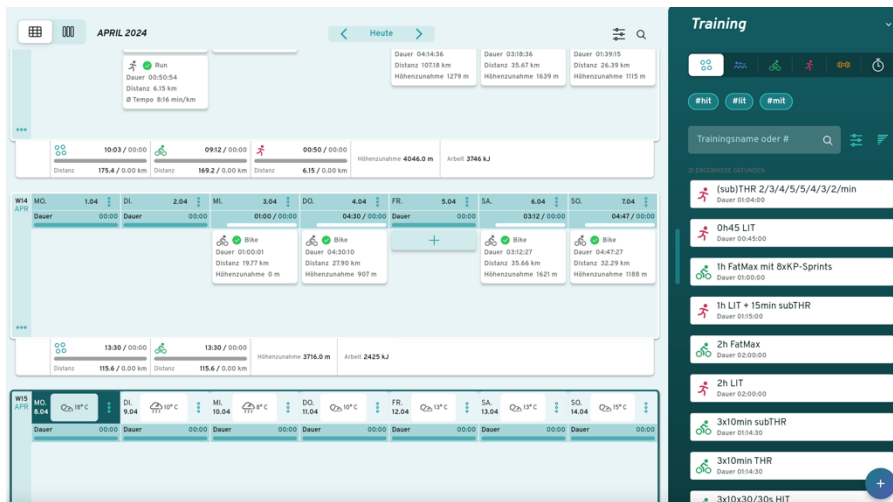


Abbildung 14 Screenshot Plattform Mats : Stand 15.04.2024

Trotz des sauberen visuellen Designs und der angenehmen Übersicht, mangelt es der Plattform an einer Reihe technischer Funktionen. Die Detailseiten sind zwar reich an grafischen Elementen, bieten aber keine erweiterten technischen Möglichkeiten, wie das Übereinanderlegen von Trainingsdaten oder ähnliche analytische Tools. Das Fehlen einer Listenansicht erschwert jedoch das Wiederauffinden älterer Einheiten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass MATS eine äusserst benutzerfreundliche Plattform mit einem klaren Fokus auf das visuelle Design ist. Allerdings ist der Funktionsumfang für fortgeschrittene Analysen und Langzeitvergleiche von Trainingsdaten beschränkt.

Garmin Connect

Link: <https://www.garmin.com>

Garmin Connect hat ein neu entwickeltes Webinterface eingeführt. Die Übersicht über die Aktivitäten ist effektiv gestaltet, und die Klassifizierung von Aktivitäten anhand von

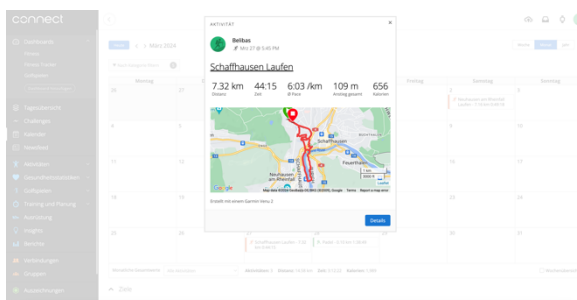


Abbildung 15 Screenshot 1 Plattform Gramin : Stand 15.04.2024

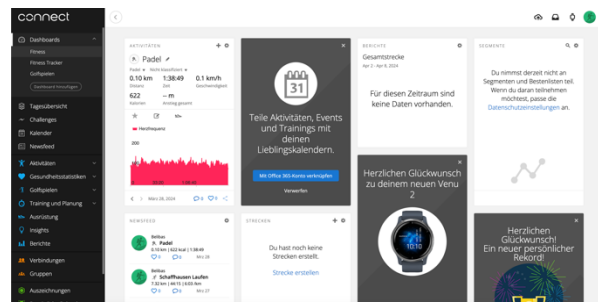


Abbildung 16 Screenshot 1 Plattform Garmin : Stand 15.04.2024

Farben je nach Sportart in der Kalenderansicht erleichtert die Orientierung. Allerdings wird das visuelle Design von uns als nicht besonders ansprechend empfunden. Die zentrale Darstellung der Fitness-Tracker wie Uhren mag aus der Marketingperspektive von Garmin verständlich sein, doch aus der Sicht der Nutzenden, insbesondere der Coaches, sind diese zu Dominant dargestellt

Ein weiteres kritisches Element ist die Detailansicht der Aktivitäten, die durch lange Ladezeiten gekennzeichnet ist und dadurch die Benutzererfahrung negativ beeinflusst. Diese Verzögerungen können bei einer regelmässigen und effizienten Nutzung durch Coaches und Sportler als störend empfunden werden.

Garmin Connect integriert zudem Gamification-Elemente, welche zwar bei Endkunden beliebt sein mögen, für die Zwecke eines professionellen Coachings jedoch weniger Interessant sind. Dies zeigt eine Diskrepanz zwischen den Anforderungen von Freizeitnutzern und professionellen Anwendern.

Intervals

Link: <https://intervals.icu>

Die Plattform zeichnet sich durch eine übersichtliche Kalenderansicht aus, die Nutzern erlaubt, Details zu aktuellen Trainings direkt anzusehen, während gleichzeitig eine kompakte Darstellung beibehalten wird. Die Integration von Diagrammen innerhalb der Agenda-Ansicht liefert auf den ersten Blick informative Einblicke in Trainingsmuster und -intensitäten, wobei Farbabstufungen strategisch eingesetzt werden, um unterschiedliche Intensitätsniveaus zu differenzieren. Diese visuelle Komponente fördert das Verständnis der Daten und erleichtert die Langzeitüberwachung des Trainingsfortschritts.

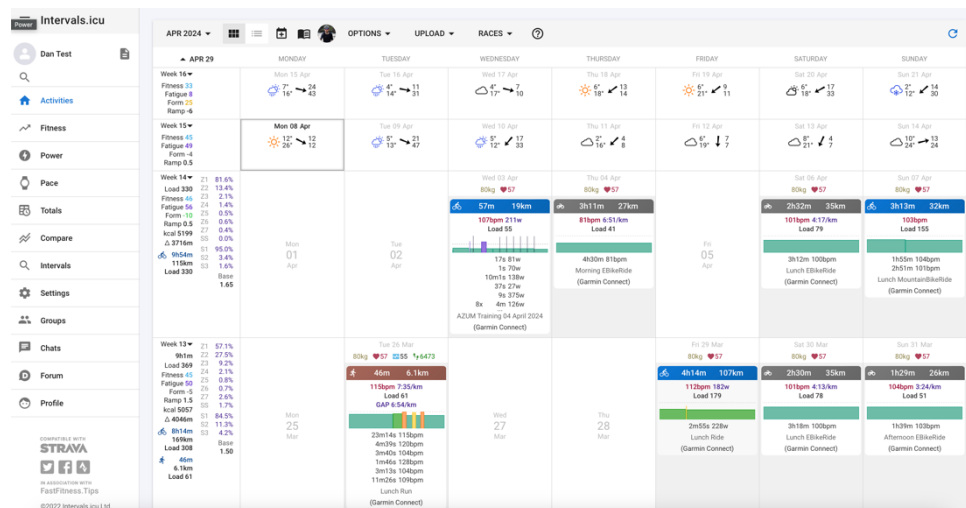


Abbildung 17 Screenshot Plattform Intervals : Stand 15.04.2024

Allerdings offenbart die Usability-Bewertung, dass die Plattform in einigen Bereichen noch verbessert werden könnte. Zum Erhalt tiefergehender Informationen ist es erforderlich, ein spezifisches Training auszuwählen, da es an interaktiven Elementen wie Tooltips fehlt, die einen sofortigen Überblick über die Daten bieten könnten, ohne die Notwendigkeit eines Klicks auf die Aktivität. Die Implementierung solcher Elemente könnte die Benutzererfahrung erheblich bereichern und somit den Usability-Score der Plattform verbessern.

4 Konzept zur Verbesserung der Übersicht

In diesem Kapitel werden die auf Basis der Literaturrecherche gefundenen Resultate auf unsere Problemstellung konzeptionell angewendet. Dafür setzten wir auf einen iterativen Prozess, welchen wir in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden durchgeführt haben. Der Prozess beinhaltet das Sammeln der Problemstellungen und Lösungsansätze, das Skizzieren von Lösungsideen (an der Wandtafel gemeinsam mit dem Kunden) und dem Erstellen von detaillierten Screendesigns in Figma, welche wir als Basis für die Umsetzung verwenden. Als Resultat dieser Arbeitsschritte entstanden zwei Ansätze, welche die Übersichtlichkeit für die Coaches verbessern kann. Diese werden im folgenden Kapitel genauer dokumentiert.

Zum einen einer neuen Darstellungsform mit Icons und Tooltips basierend auf der bestehenden Listenansicht. Der zweite Ansatz zielt auf die Effizienz Verbesserung in Form von Analysecharts, welche dem Coach die Arbeit erleichtern.

4.1 Datenvisualisierung basierend auf der Listenansicht

Eine mögliche Verbesserung der Übersichtlichkeit von Aktivitäten ist die Darstellung von Kennzahlen aufbauend auf der bestehenden Listenaufsicht auf der Plattform AZUM. Dieses Konzept soll einen möglichen Lösungsweg zur Beantwortung der Forschungsfrage 1 bieten. Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass eine allgemeine Klassifizierung von Leistungssportdaten nicht möglich ist. Die übersichtliche Darstellung von Kennzahlen allerdings kann dem Coach eine Erleichterung bieten und somit die Arbeit effektiver gestalten.

Dieses Konzept adaptiert die im Paper von Duong Huang gefunden Resultate zur Darstellung von Gesundheitsdaten auf einer Kalenderansicht hin zur klassischen Listenansicht, welche von den AZUM Coaches häufig genutzt wird.[8]

Die Idee ist, die wichtigsten Daten zu einem Training einfach zugänglich zu machen in einer leicht zugänglichen Art. Dabei haben wir uns bei der Wahl des User Interfaces für eine Darstellung mit Farben, Icons und Tooltips entschieden.



Abbildung 18 Ausschnitt aus der Konzeptionsphase aus Miro

Zu Beginn wurden die Klassifizierungen in einem Miro Board gemeinsam mit dem Kunden erarbeitet. Die Abbildung 18 zeigt einen Ausschnitt aus dem [Miroboard](#), welches auch im Anhang des Berichtes verlinkt ist

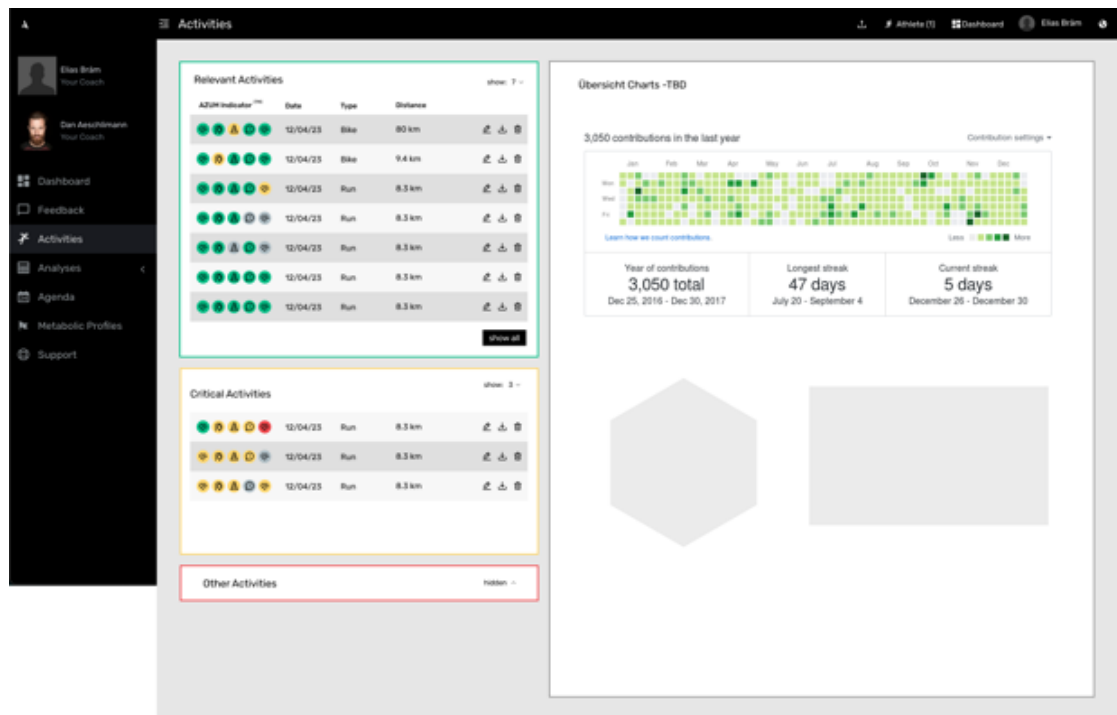


Abbildung 19 Figma Prototyp für die Listenansicht

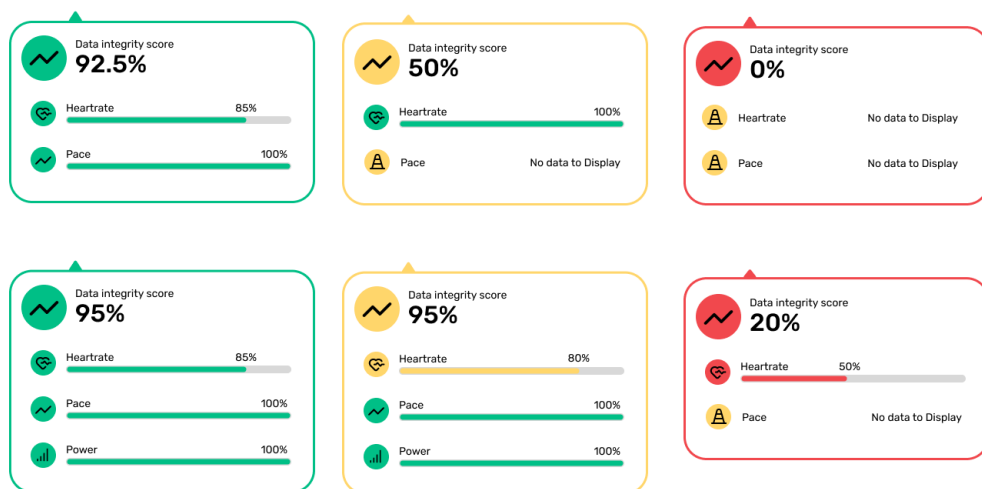


Abbildung 20 Figma Prototyp für Tooltips

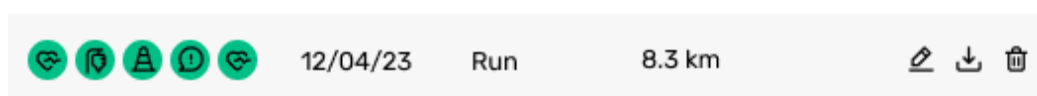


Abbildung 21 Figma Prototyp für ein einzelnes Listenelement

Des Weiteren wurde ein Figma -Prototyp erstellt, welcher als Basis für die Entwicklungsarbeit gegolten hat. Die Abbildungen Abbildung 19 –Abbildung 21 zeigen die gestalteten Figma-Prototypen.

Die Benutzerführung geschieht in zwei Schritten. Als erstes Erkennungsmerkmal erhält der Benutzer auf jeder Trainingseinheit ein Icon in einer der Farben Rot, Orange oder Grün. Dieses gibt bereits einen ersten Anhaltspunkt, ob es sich aus Sicht des Coaches lohnt, dieses Training detaillierter anzuschauen.

Sobald ein Coach mehr zu einem bestimmten Icon erfahren möchte, kann er durch das Bewegen des Mauszeigers über das Icon mehr Informationen abholen. Diese werden in einem Tooltip dargestellt.

Dank dieser zeitstufigen Interaktionsmöglichkeit ist es möglich, viele Informationen auf einem kleinen Platz darzustellen. Diese Konzeptlösung soll es dem Benutzer ermöglichen, Trainings mit den zusätzlich bereitgestellten Informationen zu klassifizieren.

Grundsätzlich arbeiten wir mit einem einfachen Ampelsystem mit Grün, Orange und Rot. Ähnlich wie im Strassenverkehr nutzen wir die Bedeutung der Farben als Indikatoren zur Klassifizierung.

- **Grau:** Steht in unserem Kontext meist für inaktiv. Wenn etwas nicht relevant oder nicht interessant für den Nutzer ist.
- **Grün:** Steht in unserem Kontext für keine Auffälligkeiten gefunden. Bei Grün kann ein Auto fahren, bei uns kann ein Coach das Grüne Icon als positiv einstufen und davon ausgehen, dass die Werte in Ordnung sind.
- **Orange/Gelb:** Ist in unserem Kontext ein Zeichen für Warnung. Es stellt einen Bereich zwischen Grün und Rot dar, welcher zur Aufmerksamkeit bewegen soll, jedoch noch keinen konkreten Fehler vorhersagt.
- **Rot:** Steht in unserem Kontext meist für Gefahr oder problematische Erkenntnisse. Die Farbe Rot steht hier auch für «Stopp», hier ist etwas falsch. Es soll den Coach darauf hinweisen, dass er diese Daten manuell prüfen soll, um dem Sportler Feedback zu geben.

Die folgende Tabelle beschreibt die einzelnen Icons, welche das Training jeweils nach den neu erstellten Regeln klassifiziert:

Icon				
Titel	Datenintegrität	Athletenprofil	Herzfrequenz-Abweichung	Trainingseffizienz
Beschreibung	Zeigt die Vollständigkeit der Daten, welche vom Fitnesstracker aufgezeichnet werden. Daran kann ein Coach fehlende oder inkomplette Aufzeichnungen von Trainings erkennen.	Das Athletenprofil-Icon gibt dem User Informationen zum Training im Zusammenhang mit dem in AZUM hinterlegten Profil.	Die Herzfrequenzabweichung ist ein Indikator aus der Sportwissenschaft.	Die Trainingseffizienz ist ein Indikator aus der Sportwissenschaft.
Regeln	Die Herzfrequenzmessung ist für den Coach die wichtigste. Die meisten Erkenntnisse kann er aus der Kombination von der Herzfrequenz mit Pace oder Power ziehen	Es werden zwei Dinge geprüft: Die maximale Herzfrequenz darf die aus dem metabolischen Profil nicht überschreiben und die maximale Zeit über der anaeroben Schwelle darf nicht höher als 60min sein	Die Herzfrequenz sollte den Bereich von 0% - 5% nicht über oder unterschreiten.	Die Effizienz kann nicht mit Grenzwerten eingeteilt werden, da er für jedes Training einen anderen Effizienzwert haben soll. Sie hilft dem Coach aber trotzdem, ein Training schneller einzustufen
Farben	Sobald ein Training entweder einer der Werte HF oder Power/Pace fehlt, wird das Training gelb markiert. Zudem wird das Training rot markiert, falls einer der Werte unter 70% vom Training aufgezeichnet hat	Sobald eine der oben genannten Regeln zutrifft, wird das Icon in Orange angezeigt.	Falls der kalkulierte Wert die Grenzwerte über oder unterschreitet, wird das Icon Orange. Falls er den Grenzwert doppelt über oder unterschreitet, wird das Icon Rot angezeigt	Das Icon wird immer grau angezeigt, da eine generalistische Abstufung nicht möglich ist.

4.2 Heatmap zur Übersicht von Aktivitäten

Eine weitere Verbesserung für eine zeitlich begrenzte Übersicht der Aktivitäten ist das Konzept einer Heatmap. Dieser Ansatz soll zur Beantwortung der Forschungsfrage RQ2 dienen. Durch eine Heatmap ist es gemäss den recherchierten Studien zufolge möglich, eine schnelle Übersicht über die Aktivitäten zu bekommen.

Dieses Konzept erweitert die Plattform AZUM mit einem leicht zu verstehenden Mechanismus zur schnellen Erkennung von Muster oder Trends.

Da für einen Coach mehrere Trainingsattribute relevant sind, wird eine Möglichkeit geboten, verschiedene Kennzahlen zu selektieren und diese visuell darzustellen.

Ein Ergebnis der Studie «It's Not as Simple as Just Looking at One Chart» [10] hat gezeigt, dass die Nutzung von Visualisierung nicht immer einen Mehrwert bietet, wenn diese nicht mit dem Kontext in Verbindung gebracht werden kann. Um diese Grenze zu beseitigen und die Visualisierung einer Heatmap als Mehrwert zu implementieren, erweitern wir sie mit Kontext. Der Kontext, welcher in diesem Fall eine Aktivität ist, wird in Form eines Tooltips angezeigt. Damit werden bereits wichtige Informationen der ausgewählten Aktivität dem Coach zur Verfügung gestellt, sobald er mit der Maus über eine einzelne Kachel in der Heatmap fährt. Um auf die eigentliche Aktivität zu gelangen, bedarf es lediglich einen Klick auf die Kachel. Es öffnet sich die gewünschte Aktivität, die hinter der farblichen Anzeige verlinkt ist.

Die angezeigten Leistungsdaten sind teilweise bereits in der Plattform AZUM vorhanden. Die Tabelle 6 zeigt eine Übersicht zu den potenziellen Attributen für die Darstellung der Heatmap

	Daten bereits verfügbar?	Mehrwert
Datenintegrität	Nein	Einfaches Finden von Aktivitäten, welche schlecht aufgezeichnet sind. evtl. Erkennung von Trackerfehlfunktionen
Max HR	Ja	Erkennung von zu intensivem Training und Tendenzen (intensiv vs. moderates Training)
Avg. HR	Ja	Erkennung von Tendenzen bei HF, Identifikation von zu intensiven Trainingseinheiten, schneller Vergleich zur Vorwoche/Monat
Pace	Ja	Hilfreich bei der Suche nach sehr langsamen oder schnellen Einheiten. Interessant auch bei der Trenderkennung.
Kadenz	Ja	Bringt keinen grossen Mehrwert zur Verbesserung der Übersichtlichkeit.
Herzfrequenz Abweichung?	Nein	Der Coach sieht sofort, bei welchem Trainings der Athlet eine grosse Herzfrequenzabweichung hat
Effizienz	Nein	Der Coach erkennt einen Trend bei der Entwicklung des Effizienzfaktors

Tabelle 6 Übersicht der potenziellen Attribute für die Heatmap

5 Umsetzung der konzipierten Funktionalitäten

In diesem Kapitel werden die Details zur Art der Implementierung dokumentiert und begründet. Die Wahl der Abhängigkeiten für die Visualisierungen wird detailliert aufgezeigt sowie die Details zur Berechnung der Daten belegt.

5.1 Übersicht zur Architektur und verwendeten Technologien

Die zuvor konzipierten Funktionalitäten werden als Teil der AZUM-Plattform im Framework Django (Python) entwickelt. Grafische Ansichten werden in Vue.js-Komponenten (JavaScript) clientseitig generiert.

5.1.1 Das Django Framework

Das Django-Framework (im Folgenden Django genannt) enthält eine Reihe von Designprinzipien und Kompromisse, die es zu einem der produktivsten Frameworks machen. Dieses Framework wird für die meisten mittleren bis grossen Webanwendungen benötigt. Das Framework verwendet eine Model-View-Template (MVT) Architektur.

5.1.2 Vue.js

Vue.js ist ein auf Javascript basierendes Frontend Framework. Die Vue.js-Community beschreibt Vue.js wie folgt: "Es baut auf Standard-HTML, CSS und JavaScript auf und bietet ein deklaratives und komponentenbasiertes Programmiermodell, mit dem sich einfache und komplexe Benutzeroberflächen effizient entwickeln lassen.“[13]

Vue.js wird in unserem Kontext als Erweiterung zu Django genutzt. Das bedeutet, dass auf der Plattform AZUM die Seiten zwar von Django mit Templates erzeugt werden, diese dann aber clientseitig von JavaScript code mit Vue.js Komponenten erweitert und strukturiert werden.

Vorteil davon ist, dass bei der Erstellung des Frontend viele Pakete aus der Vue.js-Welt benutzt werden können. Dazu gehören zum Beispiel Diagramme, Routing, Mehrsprachigkeit etc. Zudem ist Vue.js ein weitverbreitetes Framework, welches im Web gut dokumentiert ist. Clientseitige User Interfaces lassen sich damit gut umsetzen und viele alltägliche Anforderungen können sehr leicht implementiert werden. Damit gemeint sind zum Beispiel die Verwaltung des Zustandes der Applikation oder auch die Weitergabe von Eigenschaften über mehrere Komponenten hinweg.

5.1.3 CI/CD

Ein bedeutender Vorteil der direkten Integration unserer Funktionen in AZUM liegt in der Nutzung bereits vorhandener Pipelines. Dies ermöglicht eine effiziente und reibungslose Implementierung, da bestehende Automatisierungsprozesse und Prüfmechanismen verwendet werden können. Die Nutzung dieser Pipelines setzt eine hohe Codequalität voraus, die kontinuierlich durch die Pipeline selbst überprüft und sichergestellt wird.

#8590		reload activity_router.py from disk	Francesco Lucia	 a1c9602	 feature/ip6-master-new	 Successful
#8588		change attribut in add_activity_extra_fields	Francesco Lucia	 b1e83dd	 feature/ip6-master-new	 Failed

Abbildung 22 Beispiele von implementierten Features, welche die Pipeline durchlaufen haben

Im Bereich der Versionskontrolle orientieren wir uns am Git-Flow-Workflow. Dieser Ansatz sieht vor, dass jedes neue Feature auf einem eigenen Branch entwickelt wird. Bei der Fertigstellung eines Features wird dieses direkt in unseren IP6 Master Branch integriert. Der IP6 Master Branch ist eine Kopie des aktuell im Produktivsystem verwendeten Quellcodes. Diese Kopie stellt sicher, dass stets eine lauffähige Version der aktuell implementierten Features vorliegt, was eine kontinuierliche Integration und Bereitstellung von neuen Funktionen ermöglicht.

Durch die Anwendung dieser Methodik konnten wir eine effiziente und effektive Zusammenarbeit mit dem Kunden sicherstellen. Zudem bietet dieser Workflow die Möglichkeit, regelmässig Benutzer in den Testprozess einzubeziehen, wodurch wertvolles Feedback gesammelt und die Benutzerfreundlichkeit der entwickelten Funktionen kontinuierlich verbessert werden kann.

Die hohe Qualität des Codes wird durch mehrere Mechanismen innerhalb der Pipeline gewährleistet. Dazu gehören automatisierte Tests, statische Code-Analysen und regelmässige Code-Reviews. Diese Massnahmen tragen dazu bei, dass Integrationsprobleme frühzeitig erkannt und behoben werden können, wodurch die Stabilität und Zuverlässigkeit der Software erhöht wird.

Ein weiterer Vorteil des Git-Flow-Workflows ist die klare Trennung zwischen der Entwicklung neuer Features und der Stabilität des Hauptzweigs. Neue Features werden in isolierten Branches entwickelt und erst nach ausführlicher Prüfung in den

Hauptzweig integriert. Dies minimiert das Risiko, instabile oder fehlerhafte Features in die Produktionsumgebung zu bringen.

Erfolgreiche Pipelines können auf eine dedizierte Testumgebung deployt werden. Diese Testumgebung ist speziell für die Evaluierung neuer Features und Funktionen ausgelegt. Die Verfügbarkeit dieser Umgebung für Benutzer auf einem abgeschirmten System stellt sicher, dass neue Implementierungen intensiv getestet werden können, ohne die Produktionsumgebung zu beeinträchtigen. Dies ist besonders wichtig, um potenzielle Fehler frühzeitig zu identifizieren und zu beheben sowie um Feedback zu sammeln, das in die weitere Entwicklung einfließen kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Integration unserer Funktionen in AZUM durch die Nutzung vorhandener Pipelines und die Anwendung des Git-Flow-Workflows eine hohe Effizienz und Qualität in der Softwareentwicklung ermöglicht. Die kontinuierliche Überprüfung der Codequalität, die regelmässige Einbindung von Benutzern in den Testprozess und die enge Zusammenarbeit mit dem Kunden tragen massgeblich zum Erfolg des Projekts bei. Die dargestellten Prozesse und Methoden sind entscheidend für die Sicherstellung einer stabilen und benutzerfreundlichen Softwarelösung, die den Anforderungen und Erwartungen des Kunden entspricht.

5.2 Berechnung der Kennzahlen

Für die Berechnung der Kennzahlen werden die in der Sportwissenschaft angewandten Formeln verwendet. Diese wurden uns freundlicherweise von der Firma AZUM zur Verfügung gestellt.

Eine Grundvoraussetzung zur Berechnung der Kennzahlen ist das Vorhandensein der Herzfrequenz, Laufgeschwindigkeit und die Leistung des Athleten für die absolvierte Trainingseinheit.

Eine wichtige Kennzahl ist der Effizienzfaktor. Diese errechnet sich aus dem Verhältnis zwischen der normalisierten Leistung beim Radfahren und der Herzfrequenz. Bei einer Laufaktivität wird das Verhältnis zwischen normalisierter Laufgeschwindigkeit zur Herzfrequenz berechnet.

Ein Effizienzfaktor zwischen 0% und 5% werden als gut erachtet.

Für die Berechnung des Effizienzfaktor wird die Aktivität in zwei gleichlange Abschnitte geteilt.

Formel beim Lauf- oder Schwimmtraining:

$$ef1 = speed1 / hr1$$

$$ef2 = speed2 / hr2$$

$$\textbf{Effizienzfaktor} = ef1 + ef2 / 2$$

Formel beim Radfahren:

$$ef1 = power1 / hr1$$

$$ef2 = power2 / hr2$$

$$\textbf{Effizienzfaktor} = ef1 + ef2 / 2$$

Eine weitere wichtige Kennzahl, die auf dem Effizienzfaktor basiert, ist die aerobe Entkopplung, auch Herzfrequenz Abweichung genannt. Diese Kennzahl vergleicht den Effizienzfaktor der ersten Hälfte der Aktivität mit dem zweiten Effizienzfaktor der zweiten Hälfte der Aktivität. Abweichungen von bis zu 5% werden als gut bewertet.

Die Formel wird wie folgt zur Effizienzfaktor Formel erweitert:

$$\textbf{Herzfrequenz Abweichung} = total\ ef / ef1 * 100$$

Erläuterungen:

- ef1: Effizienzfaktor erste Hälfte der Aktivität
- ef2: Effizienzfaktor zweite Hälfte der Aktivität
- speed1: Durchschnittsgeschwindigkeit erste Hälfte
- speed2: Durchschnittsgeschwindigkeit zweite Hälfte
- hr1: Durchschnittsgeschwindigkeit erste Hälfte
- hr2: Durchschnittsgeschwindigkeit zweite Hälfte
- power1: Effizienzfaktor erste Hälfte der Aktivität
- power2: Effizienzfaktor zweite Hälfte der Aktivität

Die Berechnungen der Kennzahlen werden im Backend ausgeführt. Neben der Berechnung der Kennzahlen, wird die Datenintegrität der Aktivität berechnet. Hierzu zählen die Herzfrequenz, die Leistung sowie die Kadenz. Die Berechnungen dieser Werte

wird automatisch angestoßen, mit dem Hochladen einer Aktivität. Dies gilt auch für die Aktivitäten, die beim Hersteller des Trackinggerätes liegen und von der Plattform-AZUM selbst importiert werden.

Da die Plattform-AZUM mehrere Hersteller von Trackinggeräte unterstützt, existieren mehrere sog. «Data Provider». Diese Provider legen fest, wie eine einzelne Aktivität bei jedem Hersteller implementiert ist. Das ist eine wichtige Komponente, damit ein Austausch mit verschiedenem Hersteller möglich ist. Damit eine Berechnung der Kennzahlen und der Datenintegrität über alle Hersteller hinweg möglich ist, wurden die einzelnen Data Provider angepasst. Um die Lesbarkeit zu gewährleisten, ist ein kleiner Ausschnitt von einem Data Provider in Abbildung 23 zu sehen. Aus der Abbildung ist zu entnehmen, dass ein Objekt namens «ActivityDataIntegrity» der Aktivität hinzugefügt wird. Zu diesem neuen erstellten Objekt wird im selben Kapitel noch eingegangen.

```
182     def set_activity_data_integrity_data(self, data):
183         with transaction.atomic():
184             activity_data_integrity_obj = ActivityDataIntegrity(
185                 sys_company_id=self._obj.user.sys_company_id,
186                 **data
187             )
188             activity_data_integrity_obj.save()
189             self._obj.activity_data_integrity = activity_data_integrity_obj
190             self._obj.save()
```

Abbildung 23. Auszug eines Data Provider Objekt

Sobald der Berechnungsprozess angestoßen wird, wird ein Command-Objekt erzeugt. Das wird benötigt, um das System anzuweisen, eine Berechnung auszuführen. Durch die Verwendung von Command-Objekten, entsteht eine geringe Kopplung zwischen den Komponenten des Systems. Die Logik zur Ausführung von Befehlen wird von der Logik zur Erzeugung der Befehle getrennt. Das erhöht die Modularität und Testbarkeit.

```

8 class Command(BaseCommand):
9     help = 'Fill activity data integrity for past activities'
10
11     def add_arguments(self, parser):
12         parser.add_argument(
13             "user_id",
14             type=int,
15             help="User ID",
16             nargs='?',
17         )
18         parser.add_argument(
19             "company_id",
20             type=int,
21             help="Company ID",
22             nargs='?',
23         )
24
25     def handle(self, *args, **options):
26         self.stdout.write("{}\n".format("Loading activities..."))
27         users = User.objects.all()
28         if options.get('user_id'):
29             users = users.filter(id=options.get('user_id'))
30         if options.get('company_id'):
31             users = users.filter(id=options.get('company_id'))
32         activity_router = ActivityRouter()
33         for user in users:
34             self.stdout.write(
35                 "Retrieving activities from user - {}".format(user))
36             activities = activity_router.get_activities(
37                 sort_attr="start",
38                 user=user.id,
39             )
40             self.stdout.write("Launching async tasks to fill")
41             for activity in activities:
42                 if activity.details is True and activity.activity_data_integrity is None:
43                     async_task(
44                         func: "analytics.tasks.get_activity_and_create_data_integrity_data",
45                         activity=activity
46                     )
47                 self.stdout.write(
48                     "Scheduled activity fill - {}".format(activity))
49             self.stdout.write("{}\n".format("Done. "))

```

Abbildung 24: Das "Fill activity data integrity" Command Objekt

Das in Abbildung 24 zu sehende «Fill activity data Integrity» Command-Objekt, wird verwendet, um die Berechnungen der Kennzahlen sowie die Prüfung der Datenintegrität anzustossen. Das Command-Objekt fügt weitere Attribute wie zum Beispiel die ID des Users oder die des Unternehmens hinzu. Mit diesen Informationen werden die dem User oder Unternehmen zugeordneten Aktivitäten geladen und für die Berechnung bereitgestellt. Ein Athlet oder Coach kann selbstverständlich auch sog. manuelle

Aktivitäten erstellen. Diese enthalten jedoch keine Datenreihen zu Herzfrequenz, Leistung oder Kadenz. Solche Aktivitäten werden aus der Berechnung rausgefiltert. Dies geschieht auf Zeile 42 im Command-Objekt. Ausserdem werden auf denselben Zeilen nur die Aktivitäten berechnet, die kein «activity_data_integrity» Objekt besitzen. In diesem Objekt werden alle Berechnungen hinterlegt. Im weiteren Verlauf wird das Objekt näher erklärt.

```
209 def get_activity_and_create_data_integrity_data(activity):
210     dp_activity = get_dp_activity(activity)
211     data = get_activity_measurements(dp_activity, activity)
212     dp_activity.set_activity_data_integrity_data(data)
```

Abbildung 25: Funktion für das Ausführen der Berechnungen einer Aktivität

Mit dem Datenpunkt «analytics.tasks.get_activity_and_create_data_integrity_data» wird die eigentliche Aufgabe getriggert, die für die Berechnung der erforderlichen Werte zuständig ist. Diese ist in Abbildung 25 zu sehen. Der Funktionsname entspricht dem Datenpunktname im Command-Objekt.

Wie zuvor erwähnt, wird jeder Aktivität ein ActivityDataIntegrity hinzugefügt. Dieses Objekt beinhaltet alle notwendigen Informationen, die aus den Berechnungen der Kennzahlen und der Datenintegrität stammen.

```
19 class ActivityDataIntegrity(TenantAwareModelMixin, models.Model):
20     hr_drift = models.FloatField(null=True, blank=True)
21     efficiency = models.FloatField(null=True, blank=True)
22     hr_completeness = models.FloatField(null=True, blank=True)
23     power_completeness = models.FloatField(null=True, blank=True)
24     cadence_completeness = models.FloatField(null=True, blank=True)
25     hr_available = models.BooleanField(default=False)
26     power_available = models.BooleanField(default=False)
27     cadence_available = models.BooleanField(default=False)
28     hr_max = models.FloatField(null=True, blank=True)
29
30     class Meta:
31         verbose_name = _("Activity Data Integration")
32         verbose_name_plural = _("Activity Data Integration")
```

Abbildung 26: Ein Activity Data Integrity Objekt, welches Informationen aus den Berechnungen enthält

Die Abbildung 26 zeigt die Datenstruktur des Activity Data Integrity Objekts. Darin werden alle Informationen zu den berechneten Werten hinterlegt. Jede Aktivität, die für eine Berechnung geeignet ist, beinhaltet ein solches Objekt.

5.3 Datenschnittstelle

Wie im vorherigen Kapitel erwähnt, befinden sich die berechneten Informationen in dem «Activity Data Integrity» Objekt. Damit diese Informationen im Frontend angezeigt werden können, müssen diese Daten von einem Datenpunkt geholt werden.

Damit an der bestehenden Datenschnittstelle keine grossen Änderungen durchgeführt werden müssen und eventuelle unerwünschte Seiteneffekte auftreten bzgl. neuer Abhängigkeiten, werden die berechneten Daten an den bisherigen Datenpunkt angehängt. Die erweiterte Datenstruktur ist in Abbildung 27 ersichtlich. Der blau markierte Bereich enthält das für die Visualisierung erstellte «Activity Data Integrity» Objekt mit den berechneten Werten.

```
{
  "id": "5-84248",
  "ext_id": null,
  "ext_url": null,
  "source": "UPLOADS",
  "start": "2024-05-29T16:53:30+03:00",
  "tz_offset": "P00T02H00M00S",
  "timer_time": "P00T01H38M17S",
  "distance": 300.76,
  "type": "Uncategorized",
  "name": "Padel",
  "editable": false,
  "deletable": true,
  "details": true,
  "export": true,
  "export_name": "20240529_135330_wLS8mYN.fit",
  "rpe": null,
  "sport_id": null,
  "is_irrelevant": false,
  "can_comment_athlete": true,
  "can_comment_coach": true,
  "activity_data_integrity": {
    "hr_max": 163.0,
    "hr_drift": 0.0,
    "efficiency": 0.0,
    "completeness": [
      {
        "name": "HR",
        "value": 100.0,
        "available": true
      },
      {
        "name": "Pace",
        "value": 0.0,
        "available": false
      },
      {
        "name": "Power",
        "value": 0.0,
        "available": false
      }
    ]
  }
},
```

Abbildung 27 JSON Datenstruktur beim Laden einer einzelnen Aktivität in der Listenansicht

5.4 Implementierung Tooltip Icons

Bei der Umsetzung des Features «Tooltips und Icons» wurde besonderen Wert auf den Verzicht von zusätzlichen Abhängigkeiten der Plattform AZUM zu externen Bibliotheken gelegt. Der implementierte Tooltip basiert auf einer bereits verwendeten JQuery Extension. Diese bietet einen beschränkten Funktionsumfang an, reicht aber für unsere Anwendung aus.

Beim Bewegen des Mauszeigers über die Icons wird innerhalb des Tooltips nicht nur statische Informationen angezeigt, sondern auch zusätzliche Informationen in Form von Balkendiagrammen. Diese sind als eigenständige und wiederverwendbare Vue Komponenten implementiert und sind dadurch nicht nur wiederverwendbar, sondern kommen auch ganz ohne Abhängigkeit zu externen Libraries zurecht. Dies bedeutet, dass diese Komponente auch bei einem allfälligen Update von Abhängigkeiten weder überprüft noch angepasst werden muss. Dies verringert den Wartungsaufwand bei gleichbleibendem Funktionsumfang. Der initiale Entwicklungsaufwand ist dagegen etwas grösser.

☐	   	10/06/2024	Radfahren	59.77 km	02:15:40
☐	   	08/06/2024	Laufen	64.88 km	04:11:09
☐	   	07/06/2024	Radfahren	88.80 km	02:59:19
☐		06/06/2024	Radfahren	97.46 km	03:21:16

Abbildung 28 Listenansicht der Aktivitäten mit Klassifizierungs-Icons

Die Abbildung 28 zeigt die neu hinzugefügten vier Icons wie sie in der Konzeptlösung beschrieben werden. Falls ein Training von einem Nutzer als irrelevant gekennzeichnet wurde, wird dies auch bei den Icons so gekennzeichnet. Dies ist in Abbildung auf Zeile 4 erkennbar

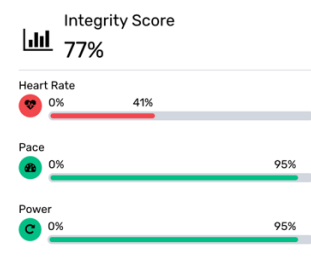


Abbildung 29 Icon 1: Tooltip zur Datenintegrität

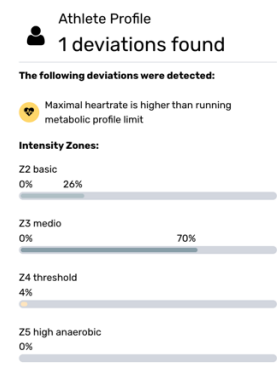


Abbildung 30 Icon 2: Tooltip zum Athletenprofil

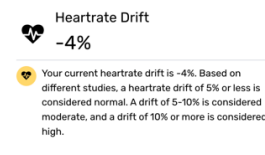


Abbildung 31 Icon 3: Tooltip zur Herzfrequenzabweichung

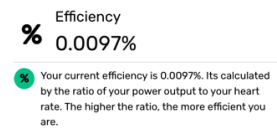


Abbildung 32 Icon 4: Tooltip zur Effizienz

Die Abbildung 29 bis Abbildung 32 zeigen die angezeigten Tooltips in der implementierten Version. Diese wird im nächsten Kapitel als Basis für die Evaluation verwendet. Die Inhalte sind so gebaut, dass vom Backend nur die Zahlen geliefert werden. Das Frontend macht dann das Mapping zu den Darstellungsformen (Farben, Werte, Diagramme).

11/06/2024	Radfahren	104.63 km	03:34:32
10/06/2024	Radfahren	59.77 km	02:15:40
08/06/2024	Laufen	64.88 km	04:11:09
07/06/2024	Radfahren	88.80 km	02:59:19
06/06/2024	Radfahren	97.46 km	03:21:16
05/06/2024	Laufen	13.38 km	01:09:04
04/06/2024	Radfahren	63.59 km	01:58:13
04/06/2024	Laufen	14.23 km	01:10:15

Abbildung 33 Fertige Implementierung eines Tooltips, welcher zeigt, ob die Daten richtig aufgezeichnet wurden

Die Abbildung 33 zeigt ein fertig implementiertes Tooltip-Icon. Hier wäre das Szenario, dass das erste Icon auf dem Training rot markiert wird. Dieses Zeigt dem Coach an, dass bei der Vollständigkeit der Daten ein Problem vorliegt. Beim Hovern mit der Maus erscheinen dann innerhalb des Tooltips genauere Informationen. Hier sieht ein Coach dann sofort, dass es sich um ein Problem bei der Aufzeichnung der Herzfrequenz handelt. Diese wurde hier nur knapp zur Hälfte gespeichert. Grund dafür könnte zu wenig Akku auf dem Trackinggerät oder auch der Verlust des Gerätes sein. Dies ist für den

Coach relevant, da zum Beispiel die Berechnung der Durchschnittsherzfrequenz oder auch der maximalen Herzfrequenz falsch und somit irrelevant sind.

5.5 Implementierung Heatmap

Für den Einsatz einer Heatmap, wurde auf eine bereits existierende Bibliothek zurückgegriffen. Für die Auswahl einer Bibliothek wurde akribisch recherchiert und besonders Wert auf die Erweiterbarkeit und Wartbarkeit gelegt. In der Tabelle 7 sind einige Libraries gegenübergestellt.

	ApexCharts	Chart.js	High-Charts	C3
Abhängigkeiten	–	Ja	–	Ja
Wöchentliche Downloads	800k	3.3m	1.2m	66k
Dokumentation	gut	umfangreich	gut	gut
Seit	2018	2013	2010	2014
Lizenz	Open Source	Open Source	Kommerziell	Open Source

Tabelle 7: Bibliothekenvergleich

Chart.js wird bereits in der Plattform AZUM verwendet. Diese Bibliothek kann jedoch nicht verwendet werden. Die implementierte Version ist nicht auf dem neusten Stand. Eine Heatmap ist in der implementierten Version nicht verfügbar.

HighCharts ist eine beliebte Bibliothek. Vorteil der Bibliothek ist, dass sie keine weiteren Abhängigkeiten hat. Jedoch ist die Nutzung mit Kosten verbunden.

C3 ist eine frei zur Nutzung stehende Bibliothek, die sehr verbreitet ist. Zu Ungunsten für das Projekt, hat sie eine Abhängigkeit zu D3.

ApexCharts ist eine neuere Bibliothek, die keine Abhängigkeiten zu anderen Bibliotheken hat. Die Lizenz ermöglicht eine kostenlose Nutzung der Software. Des Weiteren besteht eine Integration zu dem Framework VUE, welche in der Plattform AZUM

bereits verwendet wird. Aus diesen Argumenten wie sie der Tabelle 7 zu entnehmen sind, ist die ApexCharts Bibliothek für das Projekt am besten geeignet.

Durch die Integration mit VUE ist die Verwendung der Bibliothek sehr einfach gehalten. In Abbildung 34 kann der Code entnommen werden, den es für die Erzeugung einer Heatmap benötigt. Die anzuzeigenden Datenpunkte werden mit der Variable «series» aus Zeile 19 der Bibliothek übergeben. Diese müssen zuvor pro Datenreihe passend aufbereitet werden.

```
13      <apexchart
14        ref="heatmapChart"
15        :width="width"
16        height="200"
17        type="heatmap"
18        :options="options"
19        :series="series">
20      </apexchart>
```

Abbildung 34: Code aus dem Projekt, um eine Heatmap mit ApexCharts zu erstellen

Die implementierte Heatmap, wie sie in der Abbildung 35 zu sehen ist, kann mehrere Datenquellen visualisieren. Dafür sind rechts oberhalb der Heatmap zwei Schaltflächen verfügbar. Durch die Auswahl der Schaltfläche, werden der Variable «series» andere Daten mitgegeben. Somit kann die Heatmap problemlos erweitert und den Anforderungen angepasst werden. Aktuell können die Datenintegrität und die maximale Herzfrequenz selektiert werden. Die aktive Datenreihe ist jeweils schwarz markiert.

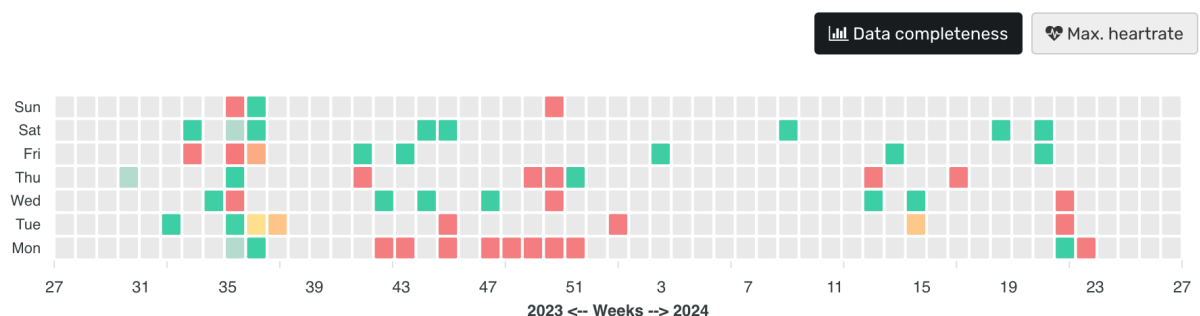


Abbildung 35: Implementierte Heatmap in der Plattform AZUM – Messert: Datenvollständigkeit

Die Abbildung 35 zeigt eine Variante der fertig implementierten Heatmap von einem Amateursportler. Dies ist daran zu erkennen, dass eher wenig Aktivitäten in der Heatmap zu sehen sind. In diesem Szenario sieht man die Aktivitäten beurteilt auf die

Vollständigkeit der Daten. Hier müsste der Coach eingreifen, denn bei diesem Sportler gibt es viele rote Felder und deshalb einen dringenden Aufruf, das Aufzeichnungsgerät zu überprüfen. Diese roten Trainings sind nicht auswertbar, weil Daten entweder fehlen oder unvollständig sind.

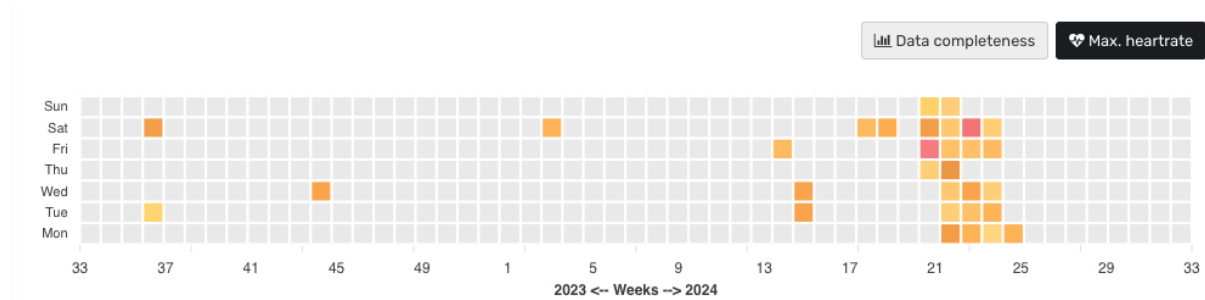


Abbildung 36 Implementierte Heatmap in der Plattform AZUM - Messwert: Maximale Herzfrequenz

Die Abbildung 36 zeigt die Heatmap angewendet auf einen Profiathleten, Dieser hat fast an jedem Tag ein Training absolviert. Hier wird die Heatmap mit dem Wert Maximale Herzfrequenz angezeigt. Der Coach dieses Athleten kann nun aufgrund der farblichen Unterscheidung auf einen Blick sehen, wann sein Athlet eine zu hohe Herzfrequenz hatte. Dies könnte der Fall sein, wenn ein Athlet zu intensiv trainiert hat oder aufgrund anderer Störfaktoren einen aussergewöhnlichen Messwert hat.

6 Evaluierung der umgesetzten Funktionen

Dieses Kapitel umfasst die Evaluation der neuen Funktionalitäten bezüglich Usability sowie bezogen auf den aktuellen Stand der Forschung. Es wird dokumentiert, inwiefern die erforschten Resultate den aktuellen State of the Art erweitern.

6.1 Usertesting

Beim Testen der Funktionen setzen wir auf die Phasen Zieldefinition, Methodendefinition, Metrikdefinition, Testvorbereitung, Testdurchführung und Testnachbearbeitung. In den folgenden Zeilen werden diese Phasen dokumentiert.

Basis für die Nutzertests ist der Vergleich der aktuellen Lösung, welcher gleichzeitig den aktuellen Stand der Darstellung von Leistungssportdaten abbildet, mit den beiden neu implementierten Lösungen. Diese Methode ist abgeleitet von einer im UX-Bereich viel verwendeten Methode «A/B» Testing. Die Testpersonen erhalten dabei zwei Aufgaben, welche Sie auf den 3 Systemen nacheinander lösen. Um eine Verfälschung durch Vorwissen zu vermeiden, erhalten die Testpersonen die Systeme in verschiedenen Reihenfolgen. Die Aufgaben sind auf allen 3 Systemen gleich, die Datenbasis (Fit-Files) ist allerdings verschieden, sodass keine Verzerrung der Resultate aufgrund vom Vorwissen der Nutzer gibt.

Zieldefinition anhand von Hypothesen:

1. Eine der neu implementierten Lösungen bringt einen klaren Mehrwert gegenüber der aktuellen Lösung in Bezug auf Übersichtlichkeit von Leistungsdaten.
Ziel der Hypothese ist die Prüfung des Mehrwertes der implementierten Lösung bezogen auf die Forschungsfrage 1 und 2
2. Die aus anderen Anwendungsbereichen adaptierten Visualisierungstechniken eignen sich auch zur Verbesserung der Übersichtlichkeit von Leistungsdaten.
Ziel der Hypothese ist die Prüfung der Anwendbarkeit von Forschungsergebnissen aus verwandten Feldern auf den Kontext von AZUM bezogen auf Forschungsfrage 2.

Wahl der Methodik:

Für die Durchführung der Tests entscheiden wir uns für eine qualitative Datenerhebung. In einem moderierten Remoteinterview werden den Testpersonen nach einem

klar strukturierten Testprotokoll verschiedene Fragen gestellt. Die Datenerhebung geschieht zum einen durch die Beobachtungen vom Moderator sowie einem online Formular, welche die Testperson im Anschluss selbstständig beantwortet.

Metrikdefinition:

Als erste Gruppe Metrikgruppe sind die vom Moderator aufgenommenen Messwerte. Diese umfassen:

1. **Time-to-completion:** Als Hauptmetrik des Usertesting gilt die «Time-to-completion». Die Effektivität der Arbeit von Coaches kann durch diese Einheit quantifiziert werden. Die Zeit wird dabei von Start der Aufgabe bis zur Beendigung (Erfüllung) gemessen. Falls ein User an der Aufgabe scheitert, wird die Zeit nicht in die Auswertung miteinbezogen, Bei zu hohen Anteil von gescheiterten Usern wird dies bei der Auswertung selbstverständlich miteinbezogen, da dies grössten Grund zur Massnahmenergreifung darstellt.
2. **Smile Rate:** Als zweite Testmetrik ziehen wir die Smile Rate dazu. Denn es ist nicht nur entscheidend, wie schnell ein Nutzer die Aufgabe erledigen kann, sondern auch wie sich der Weg dazu anfühlt. Die Simile Rate wird vom Moderator nach seiner Beobachtung ausgefüllt.

Als zweite Metrikgruppe dient Anschluss an die Testingsession durch die Testperson ausgefüllten Online-Formular. Dieses Umfasst folgende Metriken:

1. **Funktionspräferenz-Metrik:** Diese Metrik gibt Aufschluss darüber, welche der angebotenen Funktionalitäten für die Benutzer am wertvollsten oder nützlichsten ist. Sie wird sowohl bei den bestehenden Nutzern als auch bei den potentiellen/externen Testpersonen abgefragt
2. **Effizienzsteigerungs-Metrik** bewertet, wie sehr eine bestimmte Funktionalität die Arbeitsleistung und Effizienz eines Benutzers beeinflusst. Diese Metrik hilft zu verstehen, ob die eingeführte Änderung (die neuen Icons) tatsächlich den gewünschten Effekt in Bezug auf die Produktivität hat oder ob sie als wenig hilfreich wahrgenommen wird. Diese wird nur bei bestehenden Coaches abgefragt, da unerfahrene externe Personen nicht die Effizient der Arbeit beurteilen können, die sie gar nicht verrichten müssen.

Selektion der Testpersonen

Name	Azum Rolle	Coaching Erfahrung
Azum Coach 1	Coach	5 Jahre
Azum Coach 2	Coach	4 Jahre
Azum Coach 3	Coach	3 Jahre
Azum Coach 4	Coach	2 Jahre

Tabelle 8 Übersicht interne Testpersonen Usability-Testing

Die Tabelle 8 zeigt eine Übersicht der Coaches, welche aktuell die Plattform AZUM aktiv nutzen und sich als Testpersonen zur Verfügung gestellt haben. Für die Durchführung wurden 89 Coaches per Mail angefragt. Davon haben vier für eine Testdurchführung angemeldet. Da vier Usertests zu wenig sind, um eine konkrete Aussage zum Nutzen der neuen Features zu machen, wurden zusätzlich 10 externe Testpersonen beigezogen. Bei der Selektion der externen Testpersonen wurde darauf geachtet, dass Sie entweder selber als Coach im Laufbericht tätig sind und somit potentielle Kunden von AZUM sein könnten oder dass sie zumindest einen Bezug zum Lauf- oder Radsport haben. Die Tabelle 9 zeigt eine Übersicht von den gewählten externen Testpersonen.

Name	Bezug	Coaching Erfahrung
Externe Testperson 1	Coach von Elite-Orientierungsläuferin, hat viel Erfahrung mit Lauftrainings	7 Jahre
Externe Testperson 2	Jugendtrainer im Orientierungslauf	2 Jahre
Externe Testperson 3	Amateurläufer	0 Jahre
Externe Testperson 4	Fussballspieler und Hobbyläufer	0 Jahre
Externe Testperson 5	Unihockeytrainer Stufe 2. Liga	5 Jahre
Externe Testperson 6	Hobby Orientierungsläuferin	0 Jahre
Externe Testperson 7	Amateur-Läuferin	0 Jahre
Externe Testperson 8	Ehemalige Kader-Orientierungsläuferin	0

Externe Testperson 9	Nationalliga B Unihockey- spieler und Hobbyläufer	0 Jahre
Externe Testperson 10	Hobbyläuferin	0 Jahre

Tabelle 9 Übersicht externe Testpersonen Usability Testing

Das Testscript sowie die Protokollvorlage sind im Anhang ersichtlich.

6.1.1 Auswertung Usability-Testing mit den Azum Coaches

Die durchgeführten Tests bringen interessante Resultate. Speziell die Testszenarien 1 und 2, welche anhand einer «Time to Completion» gemessen wurden.

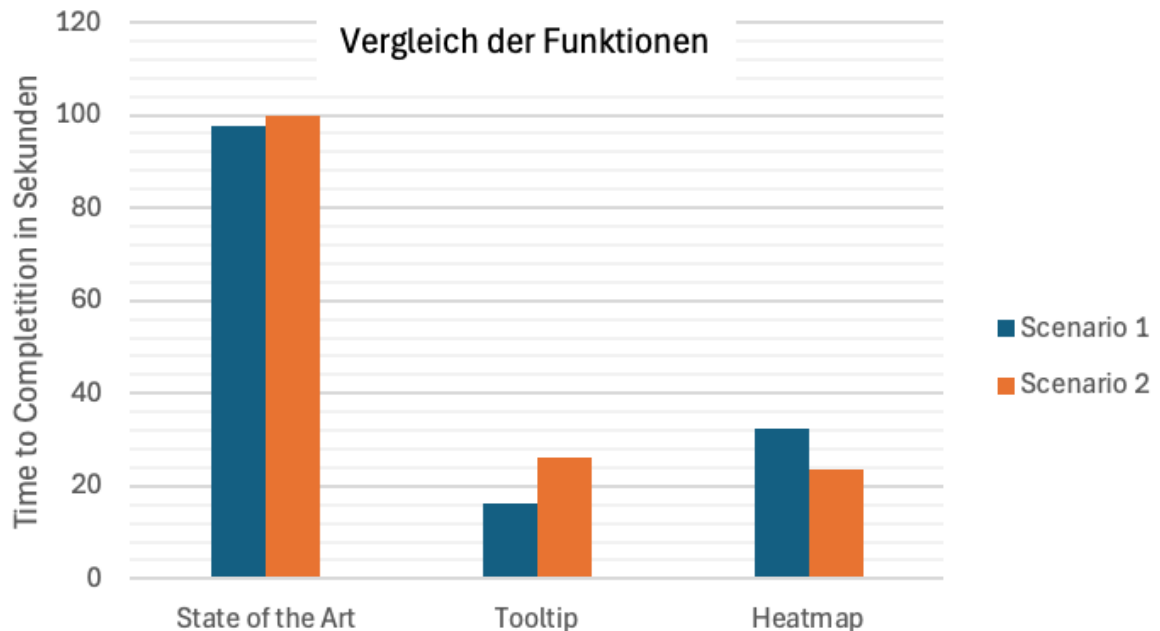


Abbildung 37 Balkendiagramm zum Vergleich der Testergebnisse (interne Coaches)

Die Abbildung 37 zeigt auf, welchen Mehrwert die implementierten Features haben. Betrachten wir das Scenario 1 im Detail so erkennen wir, dass der Coach mithilfe der Tooltips nur noch 16 Sekunden zur Erledigung der Aufgabe benötigt. Dies entspricht einer Zeitreduktion zum «State of the Art» (herkömmliche Lösung bei AZUM) von rund 82 Sekunden. Auch die implementierte Heatmap steigert die Zeiteffizienz des Coaches. Im Durchschnitt braucht der Coach für die Erledigung 32 Sekunden. Die Zeitreduktion rund 72 Sekunden ist etwas tiefer als bei den Tooltips, jedoch auch eine grosse Zeitreduktion zur herkömmlichen Lösung.

Auch bei dem Scenario 2 sind die Unterschiede sehr gross. Die beiden neu implementierten Features reduzieren den Zeitaufwand des Coaches bei der spezifischen Aufgabe um rund 83 s (Tooltip) und 75 s (Heatmap).

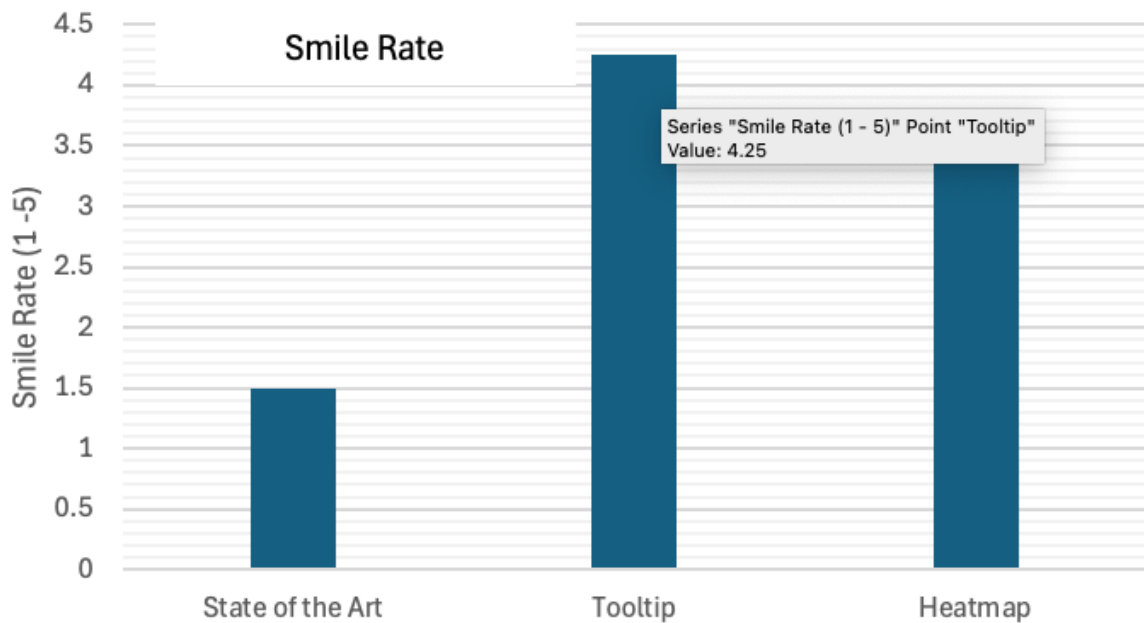


Abbildung 38 Testszenario 3: Durchschnittswerte Smile Rate

Abschliessend lässt sich festhalten, dass die Tooltip-Icons gesamthaft leicht besser abschliessen als die Heatmap. Daraus folgt die Annahme, dass diese für Coaches intuitiver zu bedienen und einfacher zu verstehen sind. Dies bestätigt auch das Szenario 3 gemessen an der Smile Rate in Abbildung 38, bei welcher der Tooltip leicht über der Heatmap abschliesst.

6.1.2 Auswertung Usability-Testing mit den externen Testpersonen

Die Resultate der Usability Tests mit den externen Testpersonen unterscheiden sich nur gering zu den im vorhergehenden Kapitel dokumentierten Tests.

Der grösste Unterschied liegt bei der etwas höheren Bearbeitungszeit der Aufgaben sowie dem kleineren Unterschied zwischen den einzelnen Lösungen. Es bestätigte sich die Annahme, dass die potenziellen Neukunden erst etwas Zeit brauchten, um sich auf der Übersicht zurechtzufinden.

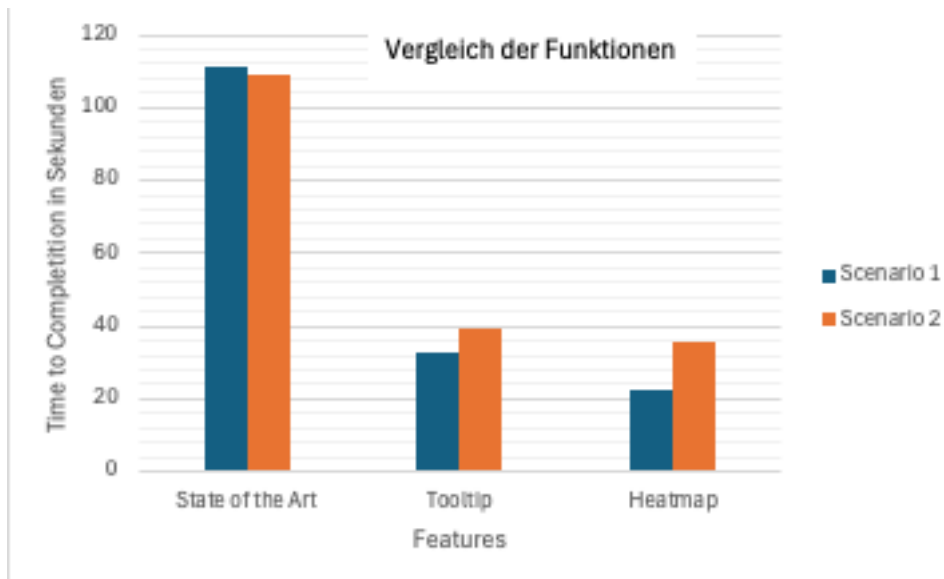


Abbildung 39 Balkendiagramm zum Vergleich der Testergebnisse (externe Testpersonen)

Trotzdem sind auch bei den externen Testpersonen eine klare Effizienzsteigerung ersichtlich. Die Abbildung 39 zeigt klar auf, welchen Mehrwert die implementierten Features auch bei externen Testpersonen haben. Betrachten wir das Szenario 1 im Detail so erkennen wir, dass die Testpersonen mithilfe der Tooltips im Vergleich zum «State of the Art» (herkömmliche Lösung bei AZUM) eine durchschnittliche Zeitreduktion von rund 78 Sekunden verzeichnet. Beim Feature Heatmap ist die Zeitreduktion von rund 89 Sekunden sogar noch etwas grösser

Beim Szenario 2 sind ähnliche Resultate zu sehen, allerdings unterscheiden sich Heatmap () und Tooltip weniger stark. Die beiden Features sind also für die potentiellen Neukunden in Bezug auf Effizienzsteigerungen ähnlich zu bewerten.

Die dritte Auswertungsmetrik war aufgrund der mangelnden Erfahrung der externen Testpersonen schwierig zu bewerten und fließt deshalb nicht in die Auswertung ein.

6.1.3 Auswertung der anschliessenden Nutzerumfrage

Umfrageresultate bezüglich der **Funktionspräferenz-Metrik**:

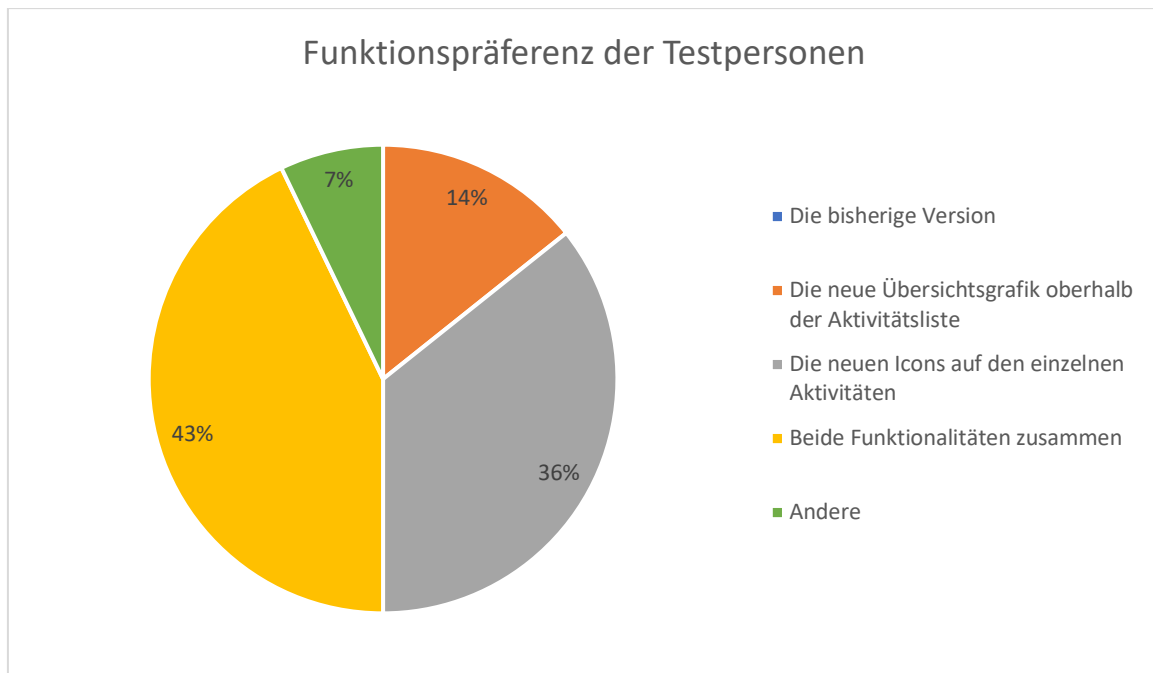


Abbildung 40 Resultate der Funktionspräferenz - Frage aus der Umfrage mit den Testpersonen

Die in Abbildung 40 zeigen die Resultate der Funktionspräferenz aus der Umfrage mit den Testpersonen. Diese wurde von 14 Personen ausgefüllt. Interessant dabei ist, dass 6 von 14 Personen (43%) beide Funktionalitäten gleichzeitig nutzen würden. Zusätzlich herauszuheben ist, dass die Tooltip-Icons (5 von 14 – 36%) deutlich vor der Heatmap (2 von 14 – 14%) bewertet werden.

Umfrageresultate bezüglich der **Effizienzsteigerungs-Metrik**:

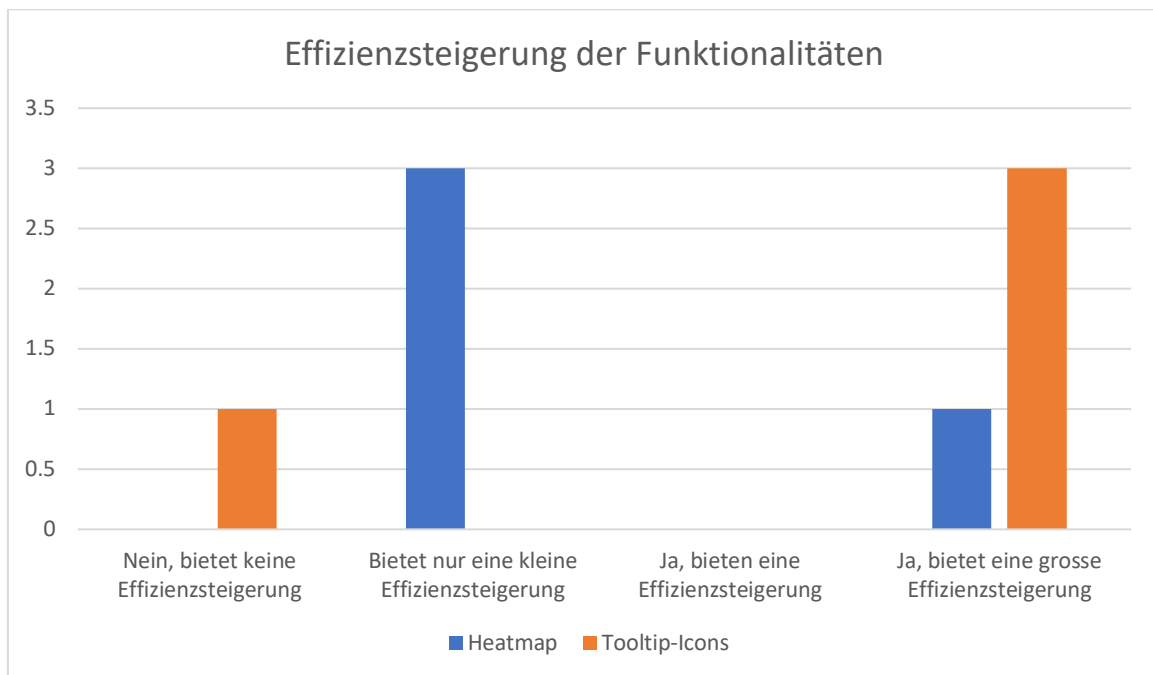


Abbildung 41 Umfrageresultate Frage zur Effizienzsteigerung

Die Abbildung 41 zeigt die Resultate der Effizienzsteigerungsfrage. Diese ist mit Vorsicht zu geniessen, weil sie nur von 4 Testpersonen (AZUM-Coaches) ausgefüllt wurde. Interessant zu sehen ist, dass die Tooltip-Icons deutlich effizienzsteigernd abschneiden als die Heatmap.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Resultate der Funktionspräferenz und der Effizienzsteigerung die Resultate aus der «Time-to-completion» unterstreichen. Denn die Testpersonen scheinen bemerkt zu haben, dass sie durch die neuen Features eine Effizienzsteigerung bei der Arbeit haben können.

Zum Schluss der Auswertung möchten wir noch Testpersonen zitieren, welche uns am Schluss zu den Formularen ein Feedback geben durften. Dieses war sehr erfreulich und wir möchten es darum dem Leser nicht vorenthalten. Zum Beispiel teilte uns ein Nutzer mit: «Super gemacht. Das verbessert die Übersicht und wird mir die Arbeit erleichtern». Ein anderer Nutzer bezeichnete die neu implementierten Features als «Cooles Produkt»

7 Schlussfolgerung und Beantwortung der Forschungsfragen

Aus den Ergebnissen der Evaluation lässt sich ableiten, dass unsere Arbeit, aufbauend auf den genannten Forschungsergebnissen, neue und wertvolle Erkenntnisse liefert. Insbesondere in Bezug auf die Forschungsfrage **RQ1** – «Klassifizierung von Aktivitäten» wurde festgestellt, dass die Klassifizierung von Leistungsdaten die Effizienz von Coaches bei der Übersicht und Analyse dieser Daten signifikant steigern kann. Ein entscheidender Faktor hierbei ist die Darstellungsform, die wir in der zweiten Forschungsfrage **RQ2** – «Mechanismus zur Analyse von Aktivitäten» detailliert untersucht haben. Es lässt sich festhalten, dass die Darstellung von Klassifikationen sowohl in Form von Tooltips als auch in Form von Heatmaps geeignet ist. Diese Visualisierungsmethoden ermöglichen es den Coaches, Leistungsdaten schneller zu interpretieren und fundierte Entscheidungen zu treffen.

Im Vergleich zu anderen Softwareprodukten bietet AZUM mit diesem Feature eine einzigartige Kombination aus Datenvisualisierung und Klassifizierung. Diese Integration schliesst nicht nur eine bestehende Lücke, sondern erweitert auch die Funktionalitäten der Software in einer Weise, die derzeit von keiner Konkurrenzsoftware erreicht wird. Dies hebt AZUM deutlich von anderen Anbietern ab und stellt einen erheblichen Mehrwert dar.

Wir empfehlen der Firma AZUM, die in diesem Projekt entwickelten Features in die Produktivumgebung zu integrieren und diese den Coaches standardmässig zur Verfügung zu stellen. Diese Integration wird die Übersichtlichkeit der Aktivitäten verbessern und den Coaches die Arbeit erheblich erleichtern. Durch die erhöhte Effizienz und Benutzerfreundlichkeit können Coaches ihre Ressourcen besser nutzen und ihre Leistungsanalyse optimieren. Die Implementierung dieser Features ist ein entscheidender Schritt zur Optimierung des gesamten Coaching-Prozesses und zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von AZUM im Markt. Dies zeigt auch das Zitat von unserem Auftraggeber Dan Aeschlimann, welcher am Ende des Projektes folgendes gesagt hat: «Für mich ist es wichtig, die Klassifizierungen möglichst schnell auf dem Produktivsystem zu haben, denn dadurch kann ich 20 potenzielle Neukunden gewinnen».

7.1 Projektreflexion

Die Erarbeitung der Bachelorthesis war für das Projektteam eine Herausforderung. Insbesondere die erste Phase des Projektes war von vielen richtungsweisenden Entscheidungen geprägt, bevor das Projekt eine klare Form angenommen hatte. Es war schwierig, gemeinsam mit dem Kunden einen Weg zu finden und gerade aufgrund der Komplexität der Leistungsdiagnostik schwer greifbar. Da sich AZUM auf dem absolut höchsten Level der Sportwissenschaft bewegt, war es eine grosse Herausforderung, das Thema mit der Softwareentwicklung zu kombinieren und zu vereinfachen. Gerade bei der Klassifikation von Aktivitäten und dem Erstellen des Regelbuches beinhaltete viele Tücken. Als das Konzept dann stand war die Implementierung der konzipierten Features weniger anspruchsvoll. Die grosse Herausforderung dabei war eher der Umgang mit der existierenden Code-Basis von AZUM, welche man vorsichtig gesagt auch als veraltet deklarieren kann.

Das Projekt hat uns im Grossen und Ganzen aber viel Spass gemacht und wir sind stolz darauf, dass unsere entwickelten Features bei den Testpersonen so gut angekommen sind und schon bald in die Liveumgebung von AZUM integriert werden.

7.1.1 Dank

Unser Dank geht an unsere Ansprechpersonen von AZUM, Dan Aeschlimann und Johannes Dörr, mit welchen wir einen unkomplizierten und doch intensiven Austausch haben durften. Ein weiterer Dank geht an unser Betreuerteam der FHNW, Norbert Seyff und Nitish Patkar.

8 Literaturverzeichnis

- [1] «Trainingsplattform - Azum». Zugegriffen: 28. Dezember 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.azum.com/>
- [2] M. Brandes, *Fitness-Tracker Zukunft für Prävention? Präventionsmanagement in Gesundheitssystemen*. Heidelberg: medhochzwei., 2016.
- [3] A. Liu, R. P. Mahapatra, und A. V. R. Mayuri, «Hybrid design for sports data visualization using AI and big data analytics», *Complex Intell. Syst.*, Bd. 9, Nr. 3, S. 2969–2980, Juni 2023, doi: 10.1007/s40747-021-00557-w.
- [4] B. Ast, «Interaktive und inkrementelle Visualisierung im Kontext von Big Data».
- [5] K. Nazemi, L. Kaupp, D. Burkhardt, und N. Below, «5.4 Datenvisualisierung», in *Praxishandbuch Forschungsdatenmanagement*, M. Putnings, H. Neuroth, und J. Neumann, Hrsg., De Gruyter, 2021, S. 477–502. doi: 10.1515/9783110657807-026.
- [6] Azum, «Azum - Metabolisches Profil». [Online]. Verfügbar unter: <https://www.azum.com/metabolisches-profil/>
- [7] Dr.-Ing. Martin Kache, Marcus Römer, Michael Müller, und Sebastian Günther, «Leitfaden Literaturrecherche», *Tech. Univ. Dresd.*, 2015.
- [8] H. Dandan, «Visualizing Personal Data in Context: An On-Calendar Design Strategy for Behaviour Feedback». University of Victoria, 2016.
- [9] C. Wilke, *Datenvisualisierung - Grundlagen und Praxis: wie Sie aussagekräftige Diagramme und Grafiken gestalten*, 1. Auflage. Heidelberg: O'Reilly, 2020.
- [10] A. Keogh u. a., «“It’s Not as Simple as Just Looking at One Chart”: A Qualitative Study Exploring Clinician’s Opinions on Various Visualisation Strategies to Represent Longitudinal Actigraphy Data», *Digit. Biomark.*, Bd. 4, Nr. Suppl. 1, S. 87–99, Nov. 2020, doi: 10.1159/000512044.
- [11] S. K. Suter u. a., «Visualization and Analysis of Wearable Health Data From COVID-19 Patients». arXiv, 19. Januar 2022. Zugegriffen: 7. Mai 2024. [Online]. Verfügbar unter: <http://arxiv.org/abs/2201.07698>
- [12] S. Helin und A. Eklund, «Evaluating the use of Brush and Tooltip for Time Series visualizations: A comparative study».
- [13] «Vue.js». Zugegriffen: 1. Januar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://vuejs.org/>

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Listenansicht von Aktivitäten	7
Abbildung 2 Kalenderansicht bei AZUM	8
Abbildung 3: Verteilung der Nutzergruppe in die Gruppen Coach und Coach Nutzerumfrage /Athlet bei der durchgeführten Umfrage aus	9
Abbildung 4 Nutzungsintensität der Liste und des Kalenders in Abhängigkeit der Anzahl betreuter Athleten und der Berufserfahrung der Coaches	10
Abbildung 5: Zufriedenheit mit der Übersicht bei der Nutzung der Liste und des Kalenders.....	11
Abbildung 6: Frage 6 in der Umfrage, zur Klassifizierung der Aktivitäten.	12
Abbildung 7: Frage 9 der Umfrage. Vergleich mit dem Profil des Sportlers.....	13
Abbildung 8: Frage 13 in der Umfrage. Analyse mit Kennzahlen	13
Abbildung 9: Frage 8 in der Umfrage. Setzen von individuellen Richtwerten	14
Abbildung 10 Beispielhafte Grafik eines Punkt- und Balkendiagramms, um die Übersichtlichkeit zu demonstrieren	23
Abbildung 11 Zwei Fahrrad Aktivitäten mit unterschiedlicher Belastung und absteigend nach Datenwerte sortiert	24
Abbildung 12 Auszug aus der Studie "It's Not as Simple as Just Looking at One Chart". Zu sehen sind die Aktivitäten der Patienten.....	25
Abbildung 13 Auszug aus der Studie "It's Not as Simple as Just Looking at One Chart". Hier werden die Aktivitäten in einer sog. radial Heatmap dargestellt.....	25
Abbildung 14 Screenshot Plattform Mats : Stand 15.04.2024	29
Abbildung 15 Screenshot 1 Plattform Gramin : Stand 15.04.2024	29
Abbildung 16 Screenshot 1 Plattform Garmin : Stand 15.04.2024	29
Abbildung 17 Screenshot Plattform Intervals : Stand 15.04.2024	31
Abbildung 18 Ausschnitt aus der Konzeptionsphase aus Miro	33
Abbildung 19 Figma Prototyp für die Listenansicht.....	34
Abbildung 20 Figma Prototyp für Tooltips	34
Abbildung 21 Figma Prototyp für ein einzelnes Listenelement	34
Abbildung 22 Beispiele von implementierten Features, welche die Pipeline durchlaufen haben	40
Abbildung 23. Auszug eines Data Provider Objekt	43
Abbildung 24: Das "Fill activity data integrity" Command Objekt.....	44
Abbildung 25: Funktion für das Ausführen der Berechnungen einer Aktivität.....	45

Abbildung 26: Ein Activity Data Integrity Objekt, welches Informationen aus den Berechnungen enthält.....	45
Abbildung 27 JSON Datenstruktur beim Laden einer einzelnen Aktivität in der Listenansicht	46
Abbildung 28 Listenansicht der Aktivitäten mit Klassifizierungs-Icons.....	47
Abbildung 29 Icon 1: Tooltip zur Datenintegrität	48
Abbildung 30 Icon 2: Tooltip zum Athletenprofil	48
Abbildung 31 Icon 3: Tooltip zur Herzfrequenz Abweichung.....	48
Abbildung 32 Icon 4: Tooltip zur Effizienz	48
Abbildung 33 Fertige Implementierung eines Tooltips, welcher zeigt, ob die Daten richtig aufgezeichnet wurden	48
Abbildung 34: Code aus dem Projekt, um eine Heatmap mit ApexCharts zu erstellen	51
Abbildung 35: Implementierte Heatmap in der Plattform AZUM – Messert: Datenvollständigkeit.....	51
Abbildung 36 Implementierte Heatmap in der Plattform AZUM - Messwert: Maximale Herzfrequenz	52
Abbildung 37 Balkendiagramm zum Vergleich der Testergebnisse (interne Coaches)	57
Abbildung 38 Testszenario 3: Durchschnittswerte Smile Rate.....	58
Abbildung 39 Balkendiagramm zum Vergleich der Testergebnisse (externe Testpersonen)	59
Abbildung 40 Resultate der Funktionspräferenz - Frage aus der Umfrage mit den Testpersonen	60
Abbildung 41 Umfrageresultate Frage zur Effizienzsteigerung.....	61

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht "Klassifizierung von Fitnessdaten"	16
Tabelle 2 Übersicht "Glyph Visualisations"	17
Tabelle 3 Übersicht Visualisierung von Fitnessdaten.....	18
Tabelle 4 Übersicht "Time based visualisations"	19
Tabelle 5 Übersicht kalenderbasierte Visualisierungen	20
Tabelle 6 Übersicht der potenziellen Attribute für die Heatmap	38
Tabelle 7: Bibliothekenvergleich.....	50
Tabelle 8 Übersicht interne Testpersonen Usability-Testing.....	55
Tabelle 9 Übersicht externe Testpersonen Usability Testing	56
Tabelle 10 Glossar	68

11 Glossar

UI	User Interface
Athlet	Person (m,w,*), die sportliche Aktivitäten ausführt und seine Leistung verbessern möchte.
Coach	Person (m,w,*),, die den Athleten bei der Trainingsplanung und Trainingsauswertung unterstützt. Hauptnutzer der Plattform AZUM
Nutzer	Athlet oder Coach, welcher die Plattform AZUM nutzt.
Training	Geplante Trainingseinheit -vom Coach oder Athleten geplante Einheit, die in Zukunft ausgeführt werden soll
Aktivität	Absolvierte Trainingseinheit – vom Athleten absolvierte sportliche Leistung
Leistungsdaten	Kennzahlen aus einer Aktivität
Trainingsauswertung	Darstellung der Leistungsdaten
Heatmap	Eine Heatmap ist eine grafische Darstellung von Daten, bei der Werte durch Farben dargestellt werden, um Muster oder Intensitäten in den Daten sichtbar zu machen.
Tooltip	Ein Tooltip ist ein kleines Informationsfenster, das angezeigt wird, wenn der Benutzer mit der Maus über ein Element fährt, und zusätzliche Informationen oder Hinweise zu diesem Element liefert.
HF und HR	Herzfrequenz und Heart-Rate
Pace	Tempo des Athleten, (Radsport in km/h, Laufsport in min/km)
Datenbereich	Teilmenge der Leistungsdaten
Runden	Zeitliche Unterteilung der Leistungsdaten – kann vom Athleten während der Trainingseinheit auf der Smartwatch oder dem Bordcomputer gesetzt werden
Auftraggeber	Mit Auftraggeber sind sowohl Dan Aeschlimann (Gründer und CEO von AZUM) als auch Peter Spörri (Verwaltungsratsmitglied und Sportler) gemeint
Kunde	Der Kunde des Projektes ist die AZUM System AG.

Tabelle 10 Glossar

12Anhang

Alle Inhalte sind unter diesem [Link](#) verfügbar.