

Eat your Colors - Konzeption, Implementierung und Evaluation eines mobilen Ernährungstagebuchs für das farbbasierte Erfassen der Ernährung

Bachelorarbeit

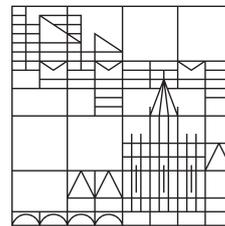
vorgelegt von

Juliane Wendler

Matrikelnummer: 01/924276

an der

Universität
Konstanz



Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Sektion
Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft

1. Gutachter: Prof. Dr. Harald Reiterer
2. Gutachter: Prof. Dr. Bastian Goldlücke

Konstanz, 2019

Zusammenfassung

Die Ernährung ist ein wichtiger Bestandteil des Alltags und hat große Auswirkungen auf die Lebensqualität und die Gesundheit. Gerade um eine gesunde und balancierte Ernährung aufrechtzuerhalten, ist es wichtig, entsprechende Lebensmittel wie Gemüse zu sich zu nehmen und die Süßigkeitaufnahme zu vermindern. Hierbei können mobile Ernährungstagebücher in Form von Smartphone-Applikationen unterstützend wirken. Meistens wird dabei aber auf die Dokumentation der Kalorien von Mahlzeiten zurückgegriffen, was nicht unbedingt zielführend ist, da der Nutzer damit nicht erfährt, wie gesund das Gericht ist. Da die Gesundheit von Mahlzeiten auch anhand der Buntheit eingeschätzt werden kann, wurde in Anbetracht dessen die Smartphone-Applikation EatYourColors entwickelt. Dieses Ernährungstagebuch dokumentiert die Farben von Mahlzeiten und zeigt den Nutzern ein farbbasiertes Feedback. In einer 14-tägigen *in the wild* Studie wurde EatYourColors von 12 Probanden unter anderem auf die User Experience und die Farbgetreue des Feedbacks getestet, wobei hierfür zwei unterschiedliche Versionen des Feedbacks implementiert und verglichen wurden. Die Ergebnisse werden in dieser Arbeit diskutiert, wobei hier auch näher auf technische und designspezifische Verbesserungen eingegangen wird.

Abstract

The consumption of food is an important element of daily life with great impact on quality of life and health. In order to maintain a healthy and balanced diet, it is important to eat appropriate food items such as vegetables and to reduce the intake of sweets. Here, mobile food diaries in the form of smartphone applications can have a supporting effect. Those however mostly document the calories of meals which is not necessarily helpful, as the user thereby does not know healthy the meals is. Since the healthiness of meals can also be estimated on the basis of colorfulness, the smartphone application EatYourColors was developed with this in mind. This food diary documents the colors of meals and shows the users a color-based feedback. In a 14-day in *the wild* study EatYourColors was tested by twelve participants for the user experience and the color fidelity of the feedback among others, whereby two different versions of feedback were implemented. The results are discussed in this thesis, whereby technical and design-specific improvements are also described in more detail.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Diagrammverzeichnis	8
1 Einleitung	9
2 Grundlagen & Verwandte Arbeiten	11
2.1 Bedeutung von Farbe in Mahlzeiten	11
2.2 Einordnung mobiler Ernährungstagebücher in das HAPA-Modell	13
2.3 Mobile Ernährungstagebücher	15
2.4 Fazit & Anforderungen	24
3 Der Prototyp EatYourColors	27
3.1 Konzeption & Funktionsweise der App	27
3.2 Segmentierungsalgorithmus und Segmentauswahl	31
3.3 Farbvisualisierung	36
3.4 Zusammenfassung	39
4 Studiendurchführung	40
4.1 Forschungsfragen	40
4.2 Datenerfassungsmethoden	41
4.3 Studiendesign	43
4.4 Teilnehmer	45
5 Ergebnisse der Evaluation	46
5.1 Farbgetreueheit	46
5.2 Verhaltensänderung	49
5.3 Auswahlkonzept	50
5.4 User Experience	51
5.5 Usability	54

5.6	Diskussion & Einschränkungen	55
5.7	Verbesserungsvorschläge & Designvorschläge	60
6	Zusammenfassung & Ausblick	64
	Referenzen	66
	Anhang	73

Abbildungsverzeichnis

1	Das HAPA-Modell. <i>Bild modifiziert und übernommen aus</i> Schwarzer [46]	13
2	Einblick in <i>MyFitnessPal</i> . <i>Bild übernommen von</i> Wareing's Gym [53]	15
3	Tagesübersicht, Auswahlmenü und tägliche Ernährungspyramide von <i>SNU-DI</i> . <i>Bild übernommen aus</i> Meyer u. a. [35]	16
4	Auswahl der Lebensmittelkategorien und Zielübersicht bei <i>Few Touch</i> . <i>Bild übernommen aus</i> Årsand u. a. [6]	17
5	Darstellung des <i>VERA</i> -Interfaces. <i>Bild übernommen aus</i> Baumer u. a. [9]	18
6	Tagesübersicht von <i>See How You Eat</i> . <i>Bild übernommen aus dem Google Play Store Eintrag von</i> Health Revolution [28]	19
7	Darstellung von <i>DietCam</i> vor der Berechnung (links) und nach der Berechnung (rechts). <i>Bild übernommen aus</i> Kong und Tan [32]	20
8	Eine Liste der verschiedenen Portionsgrößen. <i>Bild übernommen aus</i> Ming u. a. [36]	21
9	Chatverlauf mit <i>Nombot</i> . <i>Bild übernommen aus</i> Graf u. a. [23]	22
10	Aufgezeichneter Chatverlauf mit <i>Forksny</i> [52]	23
11	Einblick in die Funktionsweise von <i>Food diary</i> . <i>Bild übernommen aus</i> Butscher u. a. [12]	24
12	Navigation: Kamera (links), Reflexion (mittig), Kalender (rechts).	28
13	Anwahl der Segmente innerhalb der Applikation	29
14	Der gegenwärtige Kalender der Applikation	30
15	Beispiel eines Eingabebildes [40]	31
16	Links: Pixel P vor der Berechnung. Rechts: Pixel P, nachdem Erhalt der neuen Farbe [54]	33
17	Konzept einer Gauß-Pyramide [38]	33
18	Eingabebild nach Anwendung des Mean-Shift Algorithmuses [54]	34
19	Ausdehnung der Segmente [54]	34
20	Verschmelzung der Segmente [54]	35
21	Darstellung der Farbvisualisierungen	36
22	Implementierter In-App Fragebogen zur Studie	42

23	Oben: Mahlzeit mit zugehöriger kategorischer Visualisierung. Unten: Mahlzeit mit zugehöriger feingranularer Visualisierung	48
24	Einordnung des SUS-Ergebnisses in den Punktebereich von 0-100 [8] . .	55
25	Designvorschlag für ein erweitertes Feedback	63

Tabellenverzeichnis

1	Datenerfassungsmethoden zur Beantwortung der Forschungsfragen . . .	41
2	Smartphonenutzung pro Tag in Stunden	45
3	Änderungen im Ernährungsverhalten	50
4	Ergebnisse des System Usability Scales auf einer 5-Punkt-Likert-Skala . .	54
5	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Farbgetreueheit	56
6	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Verhaltensänderung . .	57
7	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des Auswahlkonzepts . . .	58
8	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse bezüglich der User Experience	58
9	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse bezüglich der Usability . . .	60

Diagrammverzeichnis

1	Schema der feingranularen Farbvisualisierung	37
2	Schema der kategorischen Farbvisualisierung	38
3	Zeitlicher Verlauf der Studie	44
4	Beantwortung der Aussage: Der Ring spiegelt die Farbvielfalt meiner Mahlzeit wider (Anzahl Aussagen: $n = 101$).	47
5	Verteilung der Antworten über einen Zeitraum von 14 Tagen	49
6	Ergebnisse des UEQ: Durchschnittliche Bewertung von EatYourColors	52
7	Benchmark für EatYourColors	53
8	Darstellung der Auslagerung	61

KAPITEL 1

Einleitung

„Eat only foods that will eventually rot.“,
„Avoid foods you see advertised on television.“,
„Don’t eat anything your great-grandmother wouldn’t recognize as food.“
(Michael Pollan)[39]

Dies sind nur drei von 64 Regeln, die Pollan [39] zum Führen einer gesünderen Lebensweise aufgestellt hat. Vor allem die Ernährung ist für Pollan ein wichtiger Aspekt, da diese der Hauptgrund für Übergewicht, Herzerkrankungen, Diabetes oder andere chronische Krankheiten ist [39, 35]. Diese Krankheiten werden besonders durch die hohe Verfügbarkeit von Lebensmitteln begünstigt, die einen hohen Anteil an Zucker und Fett besitzen, und nur eine geringe Menge an Nährstoffen beinhalten [39]. Mittlerweile gibt es einige staatliche Kampagnen, die darauf abzielen, den Menschen eine gesündere Essstrategie näher zu bringen, indem sie auf den wichtigen Gesundheitsaspekt von Gemüse und Obst aufmerksam machen [54]. So versucht die südaustralische Regierung mittels des Slogans „Eat a Rainbow“ [22] besonders bei Kindern und Jugendlichen den Konsum von Gemüse und Obst zu fördern. Dass Gesundheit und Ernährung ein wichtiger Aspekt sind, ist auch an der Vielzahl verfügbarer mobiler Applikationen zum Thema 'Gesundheit und Fitness' erkennbar. Alleine im Google Play Store gibt es mittlerweile über 80.000 mobile Applikationen (Stand 2019), die sich mit dieser Thematik befassen [5]. Jene, die sich dabei auf die Ernährung spezialisiert haben, besitzen unterschiedliche Herangehensweisen zur Dokumentation des Ernährungsverhaltens. Bei näherer Betrachtung dieser mobilen Ernährungstagebücher fällt allerdings auch auf, dass der Fokus dabei vor allem oft auf dem Kalorienzählen liegt. Dies ist mühsam, zeitaufwendig und nicht unbedingt zielführend, da Kalorien nicht zwangsläufig eine Auskunft darüber geben, wie gesund die Ernährung ist [29].

Mittlerweile existieren Forschungsergebnisse, die einen positiven Zusammenhang zwischen der Gesundheit einer Mahlzeit und deren Buntheit beschreiben. Diese weisen darauf hin, dass eine gesunde intuitive Essstrategie erreicht werden könnte, wenn versucht würde, Mahlzeiten durch den Einbezug von Gemüse, farbiger zu gestalten [33, 50]. Dies wird allerdings in den verfügbaren mobilen Ernährungstagebüchern nicht berücksichtigt und erschwert es, die Buntheit einer Mahlzeit gezielt zu betrachten [54].

Die vorliegende designorientierte Bachelorarbeit befasst sich daher mit der Konzeption, Implementierung und der Evaluation der Applikation EatYourColors. Hierbei handelt es sich um ein mobiles Ernährungstagebuch, das dem Nutzer farbbasiertes Feedback zu seiner Mahlzeit gibt und dabei eine leichtgewichtige Erfassungsmöglichkeit bietet.

Zu Beginn dieser Arbeit werden in Kapitel 2 verschiedene Grundlagen aus der Gesundheitspsychologie vorgestellt, um den Buntheitsaspekt von Mahlzeiten, und den Nutzen von Ernährungstagebüchern bei der gesundheitsspezifischen Verhaltensänderung, besser zu verstehen. Anschließend werden verschiedene mobile Ernährungstagebücher aus der Forschung und dem kommerziellen Bereich vorgestellt. Die Vorstellung des eigens entwickelten Prototypen EatYourColors ist Bestandteil von Kapitel 3. Hier wird näher auf die Konzeption und die Funktionsweise der Applikation eingegangen, wobei auch die technische Umsetzung der Konzeption und die Implementierung des Farbfeedbacks näher erklärt werden. In Kapitel 4 wird die durchgeführte Studie zum Prototypen beschrieben. Zu Beginn werden hierbei die aufgestellten Forschungsfragen und die Datenerfassungsmethoden definiert und durch den Ablauf der Studie und deren Teilnehmer abgeschlossen. Die Ergebnisse der Evaluation werden anschließend in Kapitel 5 vorgestellt und diskutiert, wobei hier auch auf Verbesserungsvorschläge des Prototypen eingegangen werden. Abgeschlossen wird diese Arbeit in Kapitel 6 mit einer Zusammenfassung der vorliegenden Arbeit und einem Ausblick auf Erweiterungsmöglichkeiten des Prototypen und zukünftige Forschungsarbeiten.

KAPITEL 2

Grundlagen & Verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen vorgestellt, die für die Entwicklung einer mobilen Ernährungstagebuch-App, mit farbbasierter Erfassung, herangezogen wurden. Hierbei wird in Abschnitt 2.1 neben dem Einfluss von Farbe auf Mahlzeiten auch der Einfluss der Farbvielfalt von Mahlzeiten auf das Essverhalten betrachtet. Weiterhin werden anschließend in Abschnitt 2.3 verschiedene Formen von verfügbaren mobilen Ernährungstagebüchern exemplarisch vorgestellt. Basierend auf diesen Grundlagen werden in Abschnitt 2.4 das Fazit und die ermittelten Anforderungen an ein mobiles Ernährungstagebuch mit farbbasierter Erfassung zusammengefasst dargestellt.

2.1 Bedeutung von Farbe in Mahlzeiten

„Das Essen soll zuerst das Auge erfreuen und dann den Magen.“
(Johann Wolfgang von Goethe)[20]

Mahlzeiten werden nicht nur aufgrund des Geschmacks ausgewählt, sondern auch aufgrund einer visuell ansprechenden Präsentation [42]. Die Forschung zeigt zudem, dass visuelle Reize Auswirkungen darauf haben können, wie Mahlzeiten und Getränke geschmacklich wahrgenommen und bewertet werden. Smith (2003) hat beispielsweise in einem Geschmackstest Rotwein mit einem geschmacklosen Farbstoff versetzt, der die Farbe des Weins verstärkt. Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass je dunkler die Farbe des Weins wahrgenommen wurde, desto süßer wurde dieser bewertet [48].

Ähnliche Ergebnisse wurden in einer Studie von Calvo, Salvador und Fiszman [14] erzielt. Die Studienteilnehmer testeten hier verschiedene Fruchtjoghurts, die geschmacklich gleich waren, allerdings unterschiedlich stark eingefärbt wurden. Calvo, Salvador und Fiszman fanden heraus, dass die Farbtintensität des Joghurts die Wahrnehmung des Fruchtgeschmacks beeinflusst. Je stärker die Intensität der Joghurtfarbe wahrgenommen wurde, desto intensiver wurde dessen Geschmack bewertet [14].

Diese genannten Studien stehen nur exemplarisch für eine Vielzahl anderer Studien, die sich damit beschäftigen haben, wie sich die Intensität einer Farbe (z. B. Rot) auf die Wahrnehmung eines bestimmten Lebensmittels (z. B. Wein) auswirkt. Mittlerweile gibt es auch Forschungsstudien [43, 30], die zeigen, dass Lebensmittel, die eine Farbvielfalt besitzen,

ebenfalls die Geschmackswahrnehmung und auch die Verzehrmenge beeinflussen [33]. So wurden beispielsweise bunte Schokoladenbonbons nicht nur als geschmacklich angenehmer empfunden als das einfarbige Äquivalent, sondern auch in einer höheren Menge verzehrt [43].

Aufgrund der visuellen Aspekte einer Mahlzeit und dessen Wirkung auf das Essverhalten stellt sich unter anderem die Frage, ob die erhöhte Farbvielfalt einer Mahlzeit auch zu einem erhöhten Konsum von Gemüse und Obst führt oder anders gesagt: ob 'bunt' mit 'gesund' assoziiert werden kann [33].

In einer mehrtägigen Studie evaluierten König und Renner [33] diese Frage. In einem Zeitraum von mindestens vier Tagen fotografierten 108 Studienteilnehmer täglich ihr Mittagessen mit dem eigenen oder einem bereitgestellten Smartphone. Das Mittagessen wurde deshalb gewählt, da es sich dabei in Deutschland um die Hauptmahlzeit handelt. Die Teilnehmer sollten darüber hinaus ihre Mahlzeit beschreiben und deren Farbvielfalt und Erscheinung bewerten. Weiterhin sollte eine Einschätzung des gesundheitlichen Wertes der Mahlzeit abgegeben werden. Mittels eines Sliders von 0 bis 100 (0 = eine Farbe, 100 = sehr viele Farben) konnten die Teilnehmer die Buntheit der Mahlzeit bewerten. Ebenfalls wurde abgefragt, ob das Mittagessen die folgenden Farben enthielt: orange/gelb, rot, grün, blau, weiß und andere. Für jede Farbe wurde hierbei mit ja/nein geantwortet. Die Daten wurden anschließend von trainiertem Forschungspersonal kodiert. Dabei wurden die Fotos unter anderem, basierend auf deutschen Ernährungsrichtlinien [10], in die sieben Lebensmittelgruppen (Gemüse, Obst, Fleischprodukte, Milchprodukte, Getreideprodukte, frittierte Produkte und Öle, Desserts und süße Extras) unterteilt. Insgesamt wurden in dieser Studie 486 Fotos ausgewertet.

Die Auswertung dieser Daten hat dabei ergeben, dass Gemüse und Getreideprodukte zu den am häufigsten verzehrten Lebensmittelgruppen mit jeweils 79% und 78,8% gehören. Bezüglich des Gemüsekonsums konnte zusätzlich gezeigt werden, dass eine signifikant positive Korrelation zwischen dem erhöhten Konsum von Gemüse und der hohen wahrgenommenen Farbvielfalt existiert. Daraus resultierend wird die hohe wahrgenommene Farbvielfalt auch mit einer geringeren Aufnahme von zuckerhaltigen Lebensmitteln in Zusammenhang gebracht. Mit diesen Ergebnissen konnten König und Renner aufzeigen, dass eine hohe wahrgenommene Farbvielfalt mit einem gesunden Essverhalten in Verbindung gebracht werden kann, und somit die anfängliche Frage bestätigt werden kann. Weiterhin beschreiben König und Renner ihre Ergebnisse als eine vielversprechende Möglichkeit, den Konsumenten eine intuitive und dennoch gesunde Essstrategie näher zu bringen [33].

2.2 Einordnung mobiler Ernährungstagebücher in das HAPA-Modell

Die Forschung hat gezeigt, dass das Führen von mobilen Ernährungstagebüchern eine effektive Methode darstellt, um das Ernährungsverhalten zu ändern. Durch das aktive Dokumentieren der Ernährung erhöht sich die Aufmerksamkeit, was das Treffen von gesünderen Entscheidungen fördern kann [26].

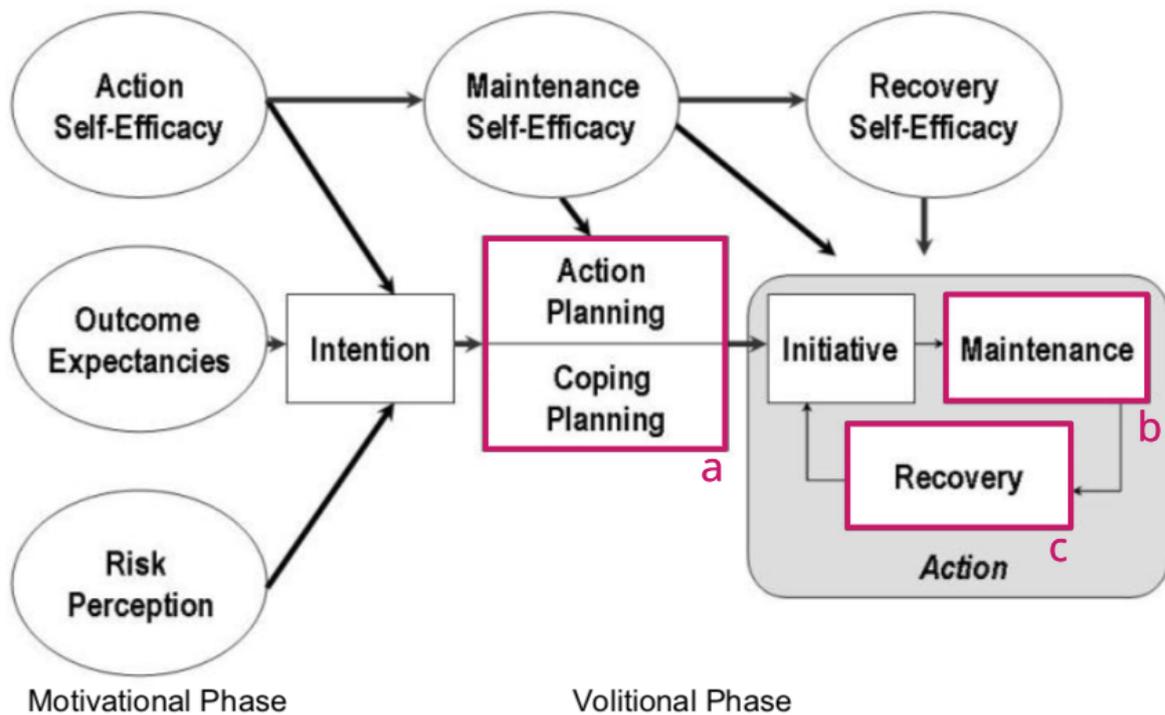


Abbildung 1 Das HAPA-Modell. Bild modifiziert und übernommen aus Schwarzer [46]

Der Nutzen von solchen Ernährungstagebüchern kann auch anhand des von Schwarzer [46] entwickelten HAPA-Modells (*Health Action Process Approach*) verdeutlicht werden. Hierbei handelt es sich um ein Modell, um das gesundheitsspezifische Verhalten von Personen erklären und auch vorhersagen zu können [57]. Generell lässt sich das HAPA-Modell (siehe Abbildung 1) in zwei Phasen aufteilen: die motivationale Phase und die willentliche Phase. Zu Beginn einer Änderung im Gesundheitsverhalten entwickelt eine Person in der motivationalen Phase eine Intention zum Handeln. Diese Intention zur Veränderung des Verhaltens wird dabei von der Risikowahrnehmung (*risk perception*), den Handlungsergebniserwartungen (*outcome expectancies*) und der Selbstwirksamkeitserwartung (*action self-efficacy*) beeinflusst [57]. Wurde nach Abwägung dieser drei Faktoren eine Intention zur Verhaltensänderung ausgebaut, setzt die willentliche Phase ein. In dieser Phase wird anfangs eine exakte Planung zum Erreichen der Verhaltensänderung durchgeführt. Wie Abbildung 1 zu entnehmen ist, besteht die Planung aus der Handlungsplanung (*action*

planning) und der Bewältigungsplanung (*coping planning*). Die Handlungsplanung bestimmt in welchen Situationen die geplante Handlung (*action*) zur Verhaltensänderung durchgeführt werden soll. Die Bewältigungsplanung hingegen deckt weitere Strategien ab, falls die geplante Handlung aufgrund von Hindernissen nicht durchgeführt werden konnte [57]. In beiden Fällen ist es dabei wichtig, die Selbstwirksamkeitserwartung aufrechtzuerhalten (*maintenance self-efficacy*). Anschließend folgt die eigentliche Handlung zur Verhaltensänderung die mit der Initiierung (*initiative*) beginnt. Nach dieser erfolgt die Aufrechterhaltung (*maintenance*) der Handlung und eventuell die Wiederherstellung (*recovery*) der Handlung, falls die Handlung nicht aufrechterhalten wurde. Entsprechend wird nach der Wiederherstellung, die Handlung neu initiiert, wobei generell für die gesamte Handlung die Fähigkeit zur Wiederherstellung der Selbstwirksamkeitserwartung berücksichtigt werden muss [46].

Bei einer beabsichtigten Verhaltensänderung der Ernährung, können beispielsweise mobile Ernährungstagebücher und deren Feedbackfunktion vor allem bei der Handlungsaufrechterhaltung (siehe Abbildung 1, b) und Handlungswiederherstellung (siehe Abbildung 1, c) unterstützend wirken. Hierfür ist es allerdings notwendig, dass als ein Schritt der Handlungsplanung (siehe Abbildung 1, a), ein mobiles Ernährungstagebuch, in Form einer Smartphone-Applikation, installiert wird. Für die Bewältigungsplanung hingegen, bieten einige Applikationen mittlerweile die Möglichkeit an, Einträge zur Ernährung zu einem späteren Zeitpunkt nachzutragen, falls vergessen wurde diese aufzuzeichnen (z. B. *My-FitnessPal* [19] oder *See How You Eat* [27]). Besonders bei der Aufrechterhaltung der Handlung kann ein mobiles Ernährungstagebuch mit eingebautem Feedback ein wichtiges Instrument sein. Zum einen können tägliche Erinnerungen bei der Aufrechterhaltung einer Handlung unterstützen, und zum anderen kann durch vor allem positives Feedback, die Motivation zur Aufrechterhaltung steigen oder entsprechend anhalten [25]. Wurde die Aufrechterhaltung allerdings aufgrund von Hindernissen unterbrochen, kann auch hier ein mobiles Ernährungstagebuch durch das senden von gelegentlichen Erinnerungen wie „Mach doch mal wieder Handlung X“, die Wiederherstellung der Handlung unterstützen. Dennoch sollte man berücksichtigen, dass das Führen eines Ernährungstagebuchs auch zu einem Hindernis werden und dazu führen kann, dass eine geplante Handlung nicht ausgeführt wird. Um dies zu vermeiden sollte ein mobiles Ernährungstagebuch daher eine geringe Hürde bei der Benutzung aufweisen und beispielsweise einen geringen Zeitaufwand in der Nutzung besitzen.

2.3 Mobile Ernährungstagebücher

Schon seit den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden Ernährungstagebücher verwendet, um das Essverhalten oder andere Ernährungsdaten zu dokumentieren [26]. Damals noch niedergeschrieben mit Papier und Stift, geschieht dies inzwischen größtenteils digital. Durch die breite Verfügbarkeit von Smartphones, die mittlerweile einen starken Bestandteil im Alltag der Menschen darstellen, haben sich mobile Ernährungstagebücher in Form von Smartphone-Applikationen durchgesetzt und die Papiervariante ersetzt [34]. In diesem Kapitel werden verschiedene Smartphone-Applikationen aus diesem Bereich vorgestellt. Hierbei werden die Applikationen in ihren verschiedenen Herangehensweisen zur Erfassung der Ernährung unterschieden [55].

2.3.1 Nährwertdetails

Das Erfassen von Nährwertdetails gehört zu den verbreitetsten Arten, Ernährungsdaten zu dokumentieren. Bei dieser Herangehensweise dokumentiert der Nutzer alle verzehrten Lebensmittel und Getränke, also die gesamte Kalorienaufnahme. Unterstützt wird der Nutzer durch eine Ernährungsdatenbank, die Informationen zu verschiedenen Lebensmitteln und Getränken enthält [16]. Ein Ernährungsbuch, das diesem Bereich zugeordnet werden kann, ist die kommerziell erhältliche App *MyFitnessPal* [19].



Abbildung 2 Einblick in *MyFitnessPal*. Bild übernommen von Wareing's Gym [53]

Mit dieser Applikation können sich Nutzer einen Überblick über den Nährwertgehalt

einer jeden verzehrten Mahlzeit oder Getränks anzeigen lassen, wie in Abbildung 2 dargestellt wird. Sowohl der wöchentliche, als auch der tägliche Gesamtverzehr wird den Nutzern in Form einer Grafik angezeigt. Diese Grafik enthält Informationen über den prozentual verzehrten Protein-, Fett-, und Kohlenhydratanteil [19].

Das Hinzufügen von Mahlzeiten geschieht über eine Ernährungsdatenbank. Aus einer Vielzahl von Einträgen können die Nutzer den passenden Eintrag wählen, der am ehesten der verzehrten Mahlzeit entspricht. Falls eine Mahlzeit nicht vorhanden ist, kann diese manuell eingetragen werden [16]. Ebenfalls gibt es die Möglichkeit, mittels eines Barcodescanners den Barcode verpackter Produkte zu scannen, um Informationen über den Nährwertgehalt zu erhalten und an *MyFitnessPal* weiterzuleiten [19]. Trotz dieser vielfältigen Möglichkeiten kann das Dokumentieren von Nährwertdetails besonders bei Mahlzeiten mit vielen verschiedenen Zutaten sehr zeitaufwändig sein. Ebenso ist die Menge und Art der Zutaten nicht zwangsläufig bekannt (z. B. beim Restaurantbesuch) [16].

2.3.2 Lebensmittelkategorien

Das Erfassen von Lebensmittelkategorien stellt eine Alternative zum Erfassen von Nährwertdetails dar. Diese Herangehensweise betrachtet ausschließlich die Kategorie zu der ein bestimmtes Lebensmittel gehört [16]. Die von Meyer u. a. [35] entwickelte Android Applikation *SNUDI* (Simple NUtrition DIary) benutzt dabei einen sogenannten "quickpick"-Ansatz [35]. Damit ist gemeint, dass die Applikation für den Nutzer schnell und leicht zu bedienen sein soll, ohne das tägliche Essverhalten zu beeinträchtigen. In der Kalenderübersicht (Abbildung 3, links) kann der Nutzer für den jeweiligen Tag seine Mahlzeiten eintragen. Durch Klicken auf ein leeres schwarzes Feld im jeweiligen Mahlzeitentyp (F=Frühstück, M=Mittagessen, A=Abendessen, S=Snack) wird das Auswahlmenü geöffnet (Abbildung 3, mittig).

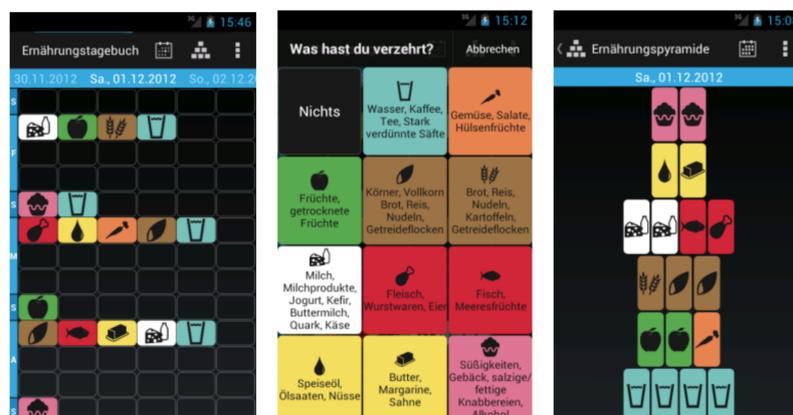


Abbildung 3 Tagesübersicht, Auswahlmenü und tägliche Ernährungspyramide von *SNUDI*. Bild übernommen aus Meyer u. a. [35]

Für den Nutzer stehen elf Kategorien zur Auswahl, mit denen er seine Mahlzeit beschreiben kann. Durch das Klicken auf eine Kategorie wird eine leere schwarze Zelle gefüllt, wobei jede Zelle eine Portion darstellt. Meyer u. a. definieren hierbei eine Portion als die Menge, die in eine Hand passt. Neben der Kalenderansicht gibt es auch die Option, eine Ernährungspyramide für den jeweiligen Tag zu betrachten (Abbildung 3, rechts). Kategorien, welche oft verzehrt werden sollen, stehen dabei unten in der Pyramide (z. B. Wasser, Obst, Gemüse), und Lebensmittel von denen man weniger zu sich nehmen sollte, oben (z. B. Süßigkeiten). Dennoch sollte man berücksichtigen, dass es sich hierbei, im Vergleich zu der beschriebenen Herangehensweise aus Abschnitt 2.3.1, um eine weitaus ungenauere Dokumentationsform handelt, die allerdings dadurch auch einen geringen Zeitaufwand in der Nutzung aufweist [35].

Die von Årsand u. a. [6] entwickelte Applikation *Few Touch* besitzt eine ähnliche Herangehensweise. Entwickelt wurde diese Applikation speziell für Personen mit Diabetes Typ 2. Die Auswahl der vorhandenen Kategorien (Abbildung 4, links) wurde in Zusammenarbeit mit Typ 2 Diabetes Patienten erarbeitet [6].



Abbildung 4 Auswahl der Lebensmittelkategorien und Zielübersicht bei *Few Touch*. Bild übernommen aus Årsand u. a. [6]

Da diese Nutzer andere Anforderungen an ein mobiles Ernährungstagebuch haben, wird bei *Few Touch* hauptsächlich zwischen kohlenhydratreicher und kohlenhydratarmer Nahrung unterschieden, wobei diese wiederum aufgeteilt ist in Snack, Mahlzeit und Getränk. Anders als *SNUDI* [35] erlaubt *Few Touch* das Setzen von drei Zielen, wie in Abbildung 4 (rechts) zu sehen ist. Die Nutzer können selbst entscheiden, welcher Nahrungstyp und welche Menge als Ziel erreicht werden soll. Das Erreichen des Ziels wird mit einem lächelnden Smiley belohnt [6].

Årsand u. a. erwähnen allerdings auch, dass die geringe Anzahl an verfügbaren Kategorien dazu führen kann, dass Nutzer zwangsläufig nicht in der Lage sind, ihre Nahrungsaufnahme vollständig zu erfassen, wodurch sich die Nutzer eingeschränkt fühlen [6].

2.3.3 Tonaufnahmen

Das Erfassen von Tonaufnahmen ist eine weitere Art der Herangehensweise zur Dokumentation von Ernährungsdaten. Im Gegensatz zu den bereits genannten Arten ist die Tonaufnahme allerdings eher selten und wird kaum verwendet. Die Mobiletelefon-Applikation *EatWell* von Grimes u. a. [24] ist eine der Applikationen, die sich mit dieser Thematik befasst hat. Mit *EatWell* können die Nutzer Tonaufnahmen anlegen und über ihre Ernährung, Kaufort, verzehrte Mahlzeiten oder zu sich genommene Getränke sprechen. Unter einer vorab gewählten Kategorie (z. B. Fastfood, Restaurant, Lebensmittelgeschäft) werden diese Aufnahmen dann abgespeichert. Sowohl die eigentlichen Nutzer, als auch andere Nutzer der Applikation haben daraufhin die Möglichkeit, sich die Tonaufnahmen anzuhören. Ein visuelles Feedback bietet *EatWell* jedoch nicht an [24]. Aus diesem Grund sollte man auch bedenken, dass Tonaufnahmen, die in einer geräuschvollen Umgebung aufgenommen wurden, eventuell nicht verständlich sein könnten und von den Nutzern daher nicht angehört werden könnten [16].

2.3.4 Fotos

Bei der folgenden Herangehensweise zur Dokumentation der Ernährung wird ausschließlich auf Fotos zurückgegriffen. Die von Baumer u. a. [9] entwickelte Smartphone-Applikation *VERA* (Virtual Environment for Raised Awareness) bedient sich dieses Ansatzes. Mit *VERA* können Nutzer ihren Alltag und gesundheitsbezogene Entscheidungen per Foto festhalten (Abbildung 5, links) und mit befreundeten *VERA*-Nutzern teilen.

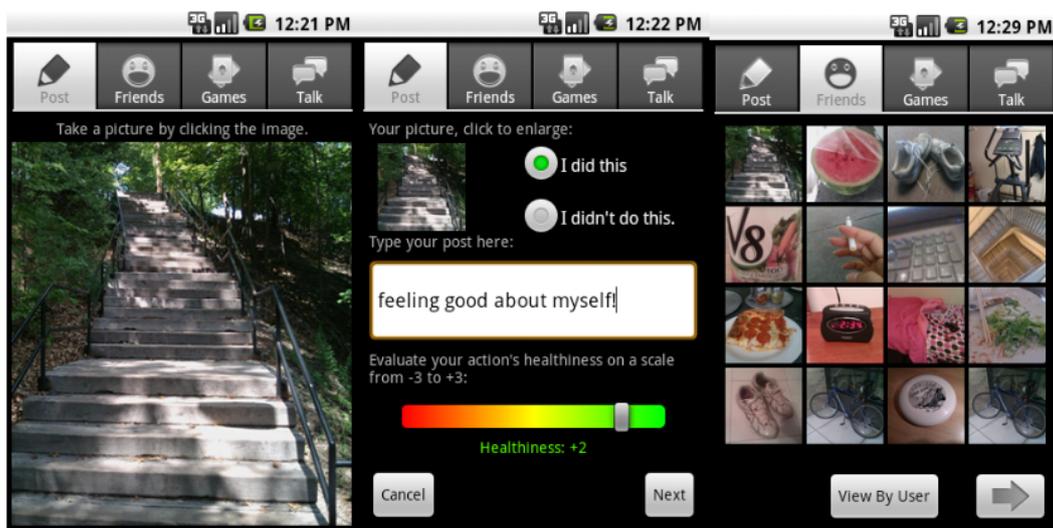


Abbildung 5 Darstellung des *VERA*-Interfaces. *Bild übernommen aus* Baumer u. a. [9]

Jedem Nutzer obliegt es, seine Fotos als gesund oder ungesund zu bewerten und mit

einem Kommentar zu versehen. Neben der Möglichkeit, eigene Bilder zu kommentieren, gibt es auch die Option, Fotos befreundeter Nutzer zu kommentieren [9].

Einen etwas anderen Ansatz besitzt die kommerziell erhältliche Applikation *See How you Eat* von Health Revolution [27]. Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, kann der Nutzer pro Tag sechs Mahlzeiten fotografieren. Aufgeteilt sind diese in drei Hauptmahlzeiten (Frühstück, Mittagessen und Abendessen) und in drei Snacks. Der Nutzer legt dabei selbst die Uhrzeiten fest, wann eine bestimmte Mahlzeit oder Snack zu sich genommen wird, und erhält entsprechend der festgelegten Zeit eine Erinnerung auf das Smartphone. Über eine Kalenderoption besteht die Möglichkeit, vergangene Tage mit den jeweiligen Fotos zu betrachten. Ebenfalls erhält der Nutzer pro Tag unterschiedliche Tipps zur eigenen Motivation und Inspiration [27].

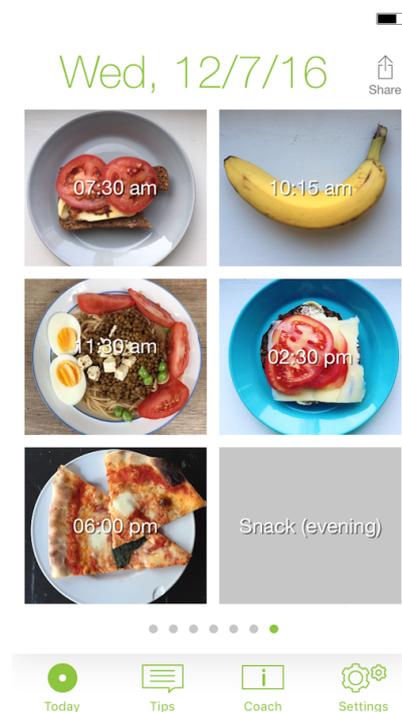


Abbildung 6 Tagesübersicht von *See How You Eat*. Bild übernommen aus dem Google Play Store Eintrag von Health Revolution [28]

Trotz der geringeren Informationsvielfalt die ein schlichtes Foto besitzt, da es kein direktes Feedback zur Gesundheit der Mahlzeit gibt, hat diese Dokumentationsmethode auch den Vorteil einen geringeren Zeitaufwand zu besitzen als es beispielsweise bei der Dokumentation von Nährwertdetails der Fall ist. Darüber hinaus wird die Mahlzeit prinzipiell vor dem Verzehr fotografiert, wodurch sich der Nutzer nochmals aktiv bewusst machen kann welche Produkte sich auf dem Teller befinden [16].

Lediglich bei gesellschaftlichen Ereignissen könnte das Fotografieren zu einer Hürde werden, da trotz der mittlerweile gesellschaftlichen Akzeptanz durch die sozialen Medien [47], es vielen Menschen weiterhin peinlich ist, in der Öffentlichkeit die bevorstehende Mahlzeit zu fotografieren. Die Vorstellung beobachtet zu werden, löst bei einigen Menschen

dadurch Unwohlsein aus [18, 16].

2.3.5 Automatische Erfassung

Die Herangehensweise der automatischen Erfassung hat sich aus der oben beschriebenen Fotoerfassung entwickelt. Der Nutzer erhält bei dieser Vorgehensweise automatisch detaillierte Informationen zu den Nährwertangaben seiner Mahlzeiten [16]. Prinzipiell unterscheidet man bei der automatischen Erfassungen zwischen den Bereichen *computer vision* und *crowdsourcing*.

Computer Vision Bei *computer vision* handelt es sich um ein Forschungsfeld, bei der durch die Analyse von Bilddaten Informationen extrahiert werden [1].

Die von Kong und Tan [32] entwickelte Smartphone-Applikation *DietCam* lässt sich thematisch diesem Bereich zuordnen und wurde speziell zur automatischen Kalorienberechnung und Identifizierung von Speisen entwickelt [32].

Um die Kalorienberechnung gewährleisten zu können, wird der Nutzer aufgefordert, eine Kreditkarte als Referenzobjekt neben die Mahlzeit zu legen. Dies ist notwendig, um das Volumen der Mahlzeit besser einschätzen zu können. Anschließend wird die bevorstehende Mahlzeit aus drei unterschiedlichen Perspektiven fotografiert (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7 Darstellung von *DietCam* vor der Berechnung (links) und nach der Berechnung (rechts). *Bild übernommen aus Kong und Tan [32]*

Zur Ermittlung des Kaloriengehalts und der Identifizierung der Mahlzeit verwenden Kong und Tan eine Kombination aus *structure-from-motion*- und Klassifizierungsalgorithmen.

Ebenso bietet diese Applikation die Möglichkeit an, übrig gebliebene Reste zu fotografieren, wodurch der Kaloriengehalt nochmals angepasst werden kann [32].

Eine ähnliche Vorgehensweise zur Bestimmung des Kaloriengehalts und der Identifizierung von Mahlzeiten besitzt die von Ming u. a. [36] entwickelte App *DietLens*. Nachdem der Nutzer ein Foto seiner Mahlzeit erstellt hat, identifiziert *DietLens* mittels eines Klassifizierungsalgorithmus die Speise. Anschließend wählt der Nutzer aus einer Liste verschiedener Portionsgrößen diejenige aus, die der eigenen Mahlzeitengröße entspricht (siehe Abbildung 8). Mit Hilfe dieser Größenliste wird anschließend der Kaloriengehalt der Mahlzeit ermittelt [36].



Abbildung 8 Eine Liste der verschiedenen Portionsgrößen. *Bild übernommen aus* Ming u. a. [36]

Diese Form der Dokumentation ist dennoch kritisch zu betrachten, da die Genauigkeit der Klassifizierungsalgorithmen stark schwanken kann. Kong und Tan [32] konnten in ihrer Studie zur Klassifizierungsgenauigkeit von *DietCam*, nur eine hohe Genauigkeit erzielen, solange sich weniger als sechs Lebensmittel auf dem Teller befanden, die klassifiziert werden sollten. Weiterhin wurden in der Studie hauptsächlich Hamburger und andere Fastfood-Produkte betrachtet [32]. Ähnliche Probleme dokumentierten Ming u. a. [36] in einer Usability Studie zu *DietLens*. Der Klassifizierungsalgorithmus wurde hauptsächlich mit Fotos trainiert, auf denen sich asiatische Gerichte befanden. Dadurch entstanden vor allem Klassifizierungsungenauigkeiten bei selbstgekochten Mahlzeiten, da sich diese erheblich von den generischen asiatischen Gerichten unterscheiden [36].

Crowdsourcing Eine andere Möglichkeit, den Kaloriengehalt aus Bilddaten zu ermitteln, besteht durch die Verwendung von *crowdsourcing*. Auch wenn hierbei in erster Linie Personen für die Bildanalyse eingesetzt werden, entsteht bei dem Nutzer der Eindruck eines automatischen Bearbeitungsprozesses [16]. Die von Noronha u. a. [37] entwickelte Applikation *PlateMate* verwendet ebenfalls dieses Wizard-of-Oz Prinzip, bei dem der Nutzer den Eindruck erhält, mit einem selbstständigen System zu interagieren [13]. Mittels *Platemates* Fotofunktion erstellt der Nutzer ein Bild seiner Mahlzeit, sendet dieses an einen Server zur Auswertung und erhält binnen weniger Stunden Informationen zum Kaloriengehalt, Portionsgröße und der Nährwertzusammensetzung der Mahlzeit. Anders als bei den bisher vorgestellten Apps erhält der *Platemate*-Nutzer kein sofortiges Feedback, da die Auswertung von Amazons *Mechanical Turks* übernommen wird [37]. Hierbei handelt es sich um einen Marktplatz von Amazon, auf dem verschiedene kleine Aufgaben

gegen monetäre Gegenleistung angeboten werden, für die menschliche Intelligenz benötigt wird. Amazons *Mechanical Turks* basiert auf der Vorstellung, dass es immer noch eine Vielzahl von Aufgaben gibt, die Menschen (auch als *Turks* bezeichnet) besser und effektiver lösen als Computerprogramme - beispielsweise die Identifizierung von Objekten in Bildern oder Videos [3]. Die in *Platemate* verwendete Analyse setzt sich aus den Schritten Markierung der Lebensmittel, Identifizierung der Lebensmittel und Portionsgrößenbestimmung zusammen, die von *Mechanical Turks* bearbeitet werden. Anschließend wird aus den ermittelten Daten der Nährwertgehalt der im Foto beinhalteten Mahlzeit errechnet und dem Nutzer angezeigt [37]. Der *crowdsourcing*-Ansatz ist besonders in Bezug auf die Genauigkeit der Klassifizierung weitaus erfolgreicher als der *computer vision*-Ansatz. Dennoch muss man auch bedenken, dass diese Methode langfristig betrachtet mit erheblichen Kosten für den Betreiber der App verbunden ist, da die *Mechanical Turks* für ihre Arbeit monetär vergütet werden. Darüber hinaus sollte hier der Datenschutzaspekt berücksichtigt werden. Die Nutzer der App wissen unter Umständen nicht, dass die Fotos von Dritten analysiert werden. Dadurch könnten sich auf den zu analysierenden Fotos private Daten erkennen lassen wie Adressen oder Gesichter [16, 37].

2.3.6 Chatbot

Sofortnachrichtendienste wie Facebook, Telegram oder WhatsApp sind weit verbreitet und werden rege genutzt. Allein WhatsApp wird beispielsweise monatlich von mehr als 1.5 Milliarden Nutzern weltweit verwendet [17].

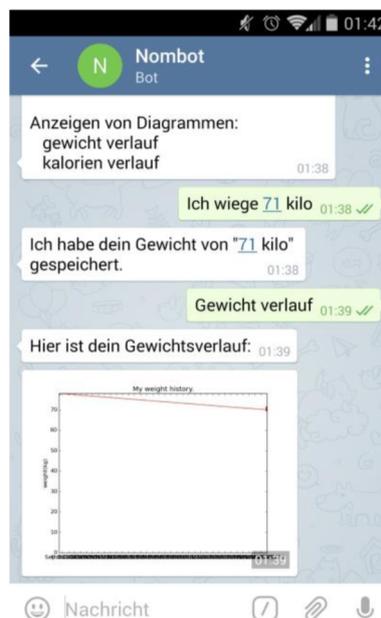


Abbildung 9 Chatverlauf mit *Nombot*. Bild übernommen aus Graf u. a. [23]

Aus dieser Motivation heraus haben Graf u. a. [23] *Nombot* entwickelt. Bei *Nombot* han-

delt es sich um einen *chatbot* der für den Sofortnachrichtendienst Telegram entwickelt wurde. Dieser *chatbot* verhält sich ähnlich zu einem Chatpartner (siehe Abbildung 9) und interagiert mit dem Nutzer, indem er Fragen zur täglichen Ernährung stellt [23]. *Nombot* analysiert die eingegebenen Sätze des Nutzers mittels *natural language processing* und gibt, entsprechend der Eingabeinformationen, Feedback an den Nutzer zurück [23]. Eine ähnliche Herangehensweise verwendet das von Ushakov u. a. [52] entwickelte System *Forksy*. Bei *Forksy* handelt es sich um einen virtuellen Chatpartner, der unter anderem für den Facebook Messenger entwickelt wurde. Ebenso wie *Nombot* [23], verwendet dieses System auch *natural language processing*, um aus den schriftlichen Konversationen Informationen zu extrahieren. Der Nutzer erhält unmittelbar Feedback zu seiner Eingabe (siehe Abbildung 10, links) und kann dieses bei Bedarf editieren. Basierend auf den Nutzereingaben passt *Forksy* seine Sätze an und liefert dem Nutzer zusätzlich Ratschläge, Tipps oder Essensvorschläge [52]. Neben den Möglichkeiten, nach Lebensmitteln zu suchen oder sich Informationen über diese ausgeben zu lassen, besitzt *Forksy* auch ein Tagebuch, in dem die mitgeteilten Speisen und Getränke pro Tag aufgezeichnet werden (siehe Abbildung 10, rechts). Der Nutzer erhält hier eine tägliche Übersicht über die verzehrte Kalorienmenge und kann gegebenenfalls eine Anpassung an der Verzehrmenge der einzelnen Speisen und Getränke vornehmen [52].

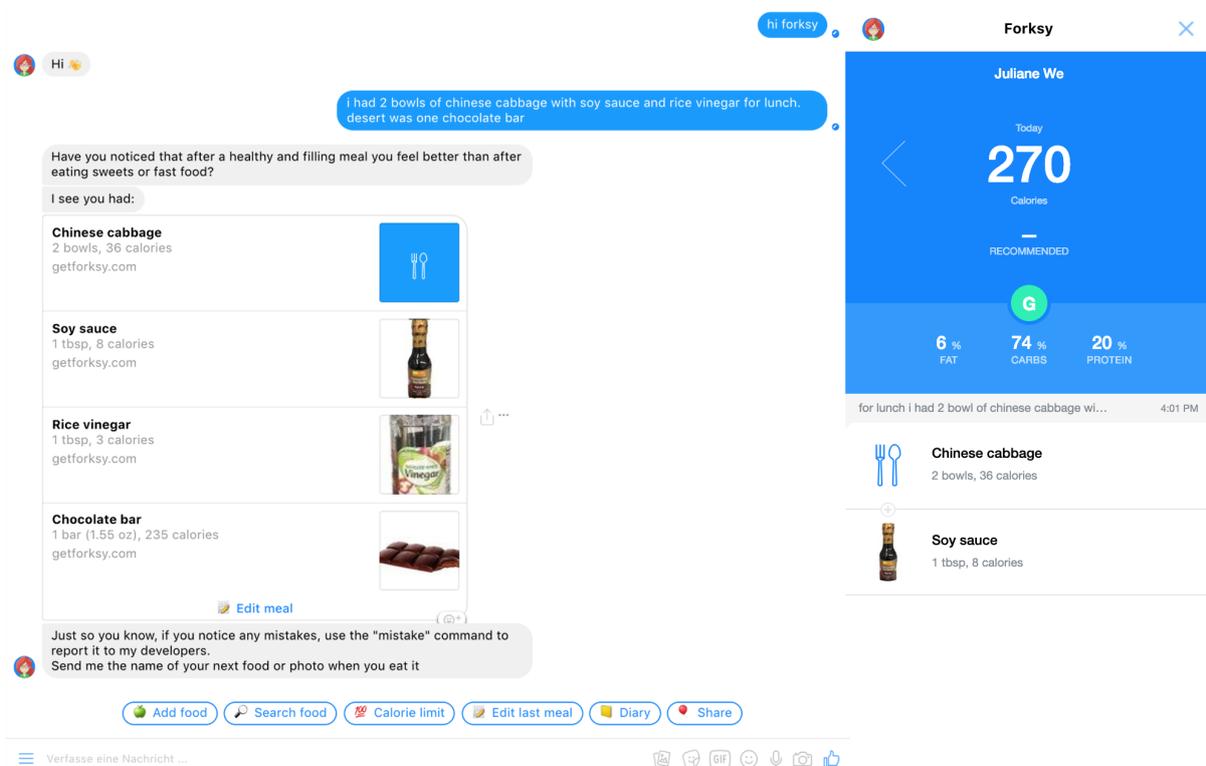


Abbildung 10 Aufgezeichneter Chatverlauf mit *Forksy* [52]

Ähnlich zu Abschnitt 2.3.1 werden auch hier Nährwertdetails aus den verzehrten Produkten generiert, wodurch der Nutzer detaillierte Informationen zu diesen erhalten kann.

Dies ist dennoch mit einem ähnlich erhöhten Zeitaufwand verbunden der eventuell sogar höher ausfallen könnte, da die vorgestellten *chatbots* auf manuelle Eingaben angewiesen sind und beispielsweise keine Barcodescannerfunktion besitzen [52, 23, 19].

2.3.7 Kombination

Aus den vielfältigen Herangehensweisen zur Erfassung von Ernährungsdaten haben sich mittlerweile auch Smartphone-Applikationen entwickelt, die mehrere dieser Ansätze kombinieren. Dies ist zu sehen in der Applikation *Food diary* von Butscher u. a. [12], die eine abgeleitete Variante zum Erfassen der Lebensmitteldetails verwendet und diese mit einer Fotoerfassung kombiniert [12].

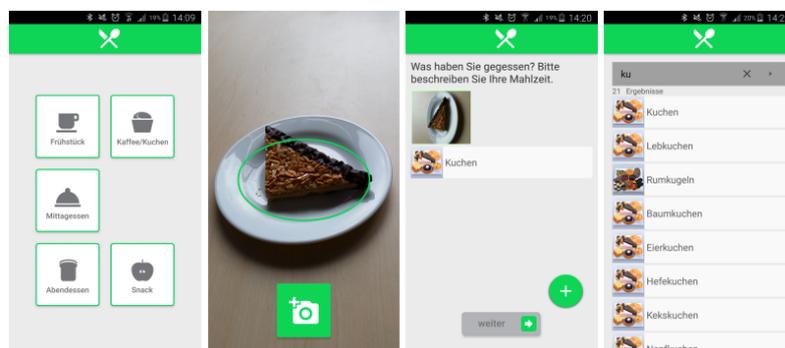


Abbildung 11 Einblick in die Funktionsweise von *Food diary*. Bild übernommen aus Butscher u. a. [12]

Die Nutzer der *Food diary* Applikation wählen in einem ersten Schritt den Mahlzeitentyp aus, der erfasst werden soll (siehe Abbildung 11 links). Daraufhin findet die Fotoerfassung statt, wobei die Nutzer hier ein Foto des Gerichts aufnehmen können. Im Anschluss wird manuell die Klassifizierung der Mahlzeit durchgeführt. Unterstützt werden die Nutzer hierbei durch eine Liste von Lebensmitteln, aus welcher das entsprechende Gericht gewählt wird und zusätzlich die verzehrte Menge angegeben werden kann. Neben dieser beschriebenen Vorgehensweise gibt es jedoch auch die Option, die Mahlzeit nur zu fotografieren oder nur zu klassifizieren, was den Nutzern mehr Freiheiten bei der Erfassung bietet und den Zeitaufwand entsprechend reduziert [12, 55].

2.4 Fazit & Anforderungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es mittlerweile eine Vielzahl an mobilen Ernährungstagebüchern gibt, die auf unterschiedlichste Weise versuchen, das Essverhalten der jeweiligen Nutzer zu dokumentieren [35, 19, 9, 12, 24, 32, 37, 23]. Allerdings konnte bisher noch kein System gefunden werden, das die farbbasierte Erfassung der Farben einer

Mahlzeiten als Herangehensweise zur Dokumentation der Ernährung verwendet. Durch das Verwenden einer farbbasierten Dokumentationsmethode bietet sich die Möglichkeit der Erstellung einer leichtgewichtigen Anwendung an, die eine geringe Anzahl an manueller Nutzeraktion erfordert. Basierend auf den theoretischen Grundlagen und den Ergebnissen der vorgestellten Systeme wurden in diversen Gesprächen mit der Domainexpertin Dr. Laura König vom Fachbereich Psychologie der Universität Konstanz die Anforderungen an ein solches System entwickelt. Diese werden im Folgenden dargestellt:

A1: Android Applikation

Die Applikation soll als ein eigenständiges Produkt für das Android-System entwickelt werden.

A2: Leichtgewichtigkeit

Der Nutzer soll in der Lage sein, mit geringem Zeitaufwand seine Ziele zu erreichen. Hierfür ist es wichtig, dass das Design der Applikation harmonisch und simpel gestaltet ist. Zusätzlich soll die Applikation eine leichte Bedienung vorweisen.

A3: Fotofunktion mit Auswahl

Der Nutzer soll durch die Verwendung der Smartphonekamera die Möglichkeit besitzen, seine Mahlzeit zu fotografieren. Ebenfalls soll es ihm möglich sein, die Essenskomponenten der Mahlzeit mit geringem Aufwand anwählen zu können.

A4: Farbvisualisierungsfeedback

Nachdem die Essenskomponenten der Mahlzeit selektiert wurden, sollen dem Nutzer die Farben der Mahlzeit in einer sinnvolle Farbvisualisierung dargestellt werden. Für einen Vergleich sollen zwei Farbvisualisierungen erstellt werden. Visualisierung 1 soll hierbei die echten Farben der Mahlzeit darstellen und Visualisierung 2 soll die Farben in Form von Kategorien anzeigen.

A5: Kalenderfunktion

Die Smartphone-Applikation soll einen Kalender besitzen. Der Nutzer soll dadurch die Möglichkeit erhalten, rückblickend die fotografierten Mahlzeiten mit jeweiliger Farbvisualisierung zu betrachten. Dies soll ihn langfristig bei der ernährungsspezifischen Verhaltensänderung unterstützen.

A6: Speicherung von einem Foto pro Tag

Die Applikation soll pro Tag nur ein Foto mit der jeweiligen Farbvisualisierung speichern, da mit der App aktuell nur das Mittagessen fotografiert werden soll. Um der Aufnahme von verschwommenen Fotos entgegenzuwirken, soll darüber hinaus nur das zuletzt gemachte Foto gespeichert werden. Dadurch soll der Nutzer die Möglichkeit erhalten, bei Nichtgefallen ein neues Foto erstellen zu können.

KAPITEL 3

Der Prototyp EatYourColors

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Aspekte in Bezug auf Design und Umsetzung der entwickelten Applikation vorgestellt und beschrieben. EatYourColors stellt einen alternativen Ansatz zu den bereits vorgestellten mobilen Ernährungstagebüchern dar, da hier keine Kalorien gezählt sondern nur die Farben der Mahlzeiten betrachtet werden. Die Applikation wurde mit dem Ziel entwickelt, dem Nutzer ein farbiges Feedback zu seinen Mahlzeiten zu geben und dabei eine leichtgewichtige Aufzeichnungsmöglichkeit anzubieten.

Zu Beginn dieses Kapitels wird in Abschnitt 3.1 die Konzeption und Funktionsweise der Applikation vorgestellt. Weiterhin wird in Abschnitt 3.2 der implementierte Segmentierungsalgorithmus näher erklärt und anschließend in Abschnitt 3.3 die zwei entwickelten Versionen der Farbvisualisierung erläutert. Die wichtigsten Ergebnisse werden anschließend in Abschnitt 3.4 zusammengefasst.

3.1 Konzeption & Funktionsweise der App

Die Applikation EatYourColors wurde für Android entwickelt und unterstützt alle gängigen Smartphones ab Android Version 5.0. Für die Entwicklung wurde die Entwicklungsumgebung Android Studio verwendet, wobei für die Implementierung sowohl Java als auch C++ hinzugezogen wurde. Für das Design von EatYourColors wurde der Material Guide von Google [21] als Orientierungshilfe verwendet. Die Applikation ist in die drei Bereiche Fotofunktion, Reflexionsansicht und Kalender aufgeteilt, die in den folgenden Abschnitten näher beschrieben werden. Ausgehend von einer regulären Nutzung, wird im Folgenden, die Applikation beginnend mit der Reflexionsansicht beschrieben, worauf die Fotofunktion und der Kalender folgt.

3.1.1 Reflexionsansicht und Navigationsleiste

Öffnet der Nutzer EatYourColors, wird direkt die Reflexionsansicht dargestellt (siehe Abbildung 12, Mitte). Sollte der Nutzer an diesem Tag bereits eine Aufnahme von seiner Mahlzeit gemacht haben, wird ihm entsprechend dazu eine Farbvisualisierung an dieser Stelle angezeigt. Andernfalls wird dem Nutzer ein grauer Platzhalter dargestellt, der dem Nutzer mitteilt, dass für diesen Tag noch kein Foto der Mahlzeit aufgenommen wurde. Anhand der Navigationsleiste am unteren Bildschirmrand sieht der Nutzer, wo er sich gerade befindet und kann zwischen den einzelnen Funktionen wechseln. Insgesamt besteht diese Navigation aus drei Bereichen, wobei der gerade aktive Bereich zur visuellen Unterstützung blau markiert ist und inaktive Bereiche ausgegraut sind. Jeder Bereich wurde sowohl mit einem Text als auch einem entsprechenden Icon versehen, da Icons alleine von Nutzern teilweise schwer zu interpretieren sind [56].

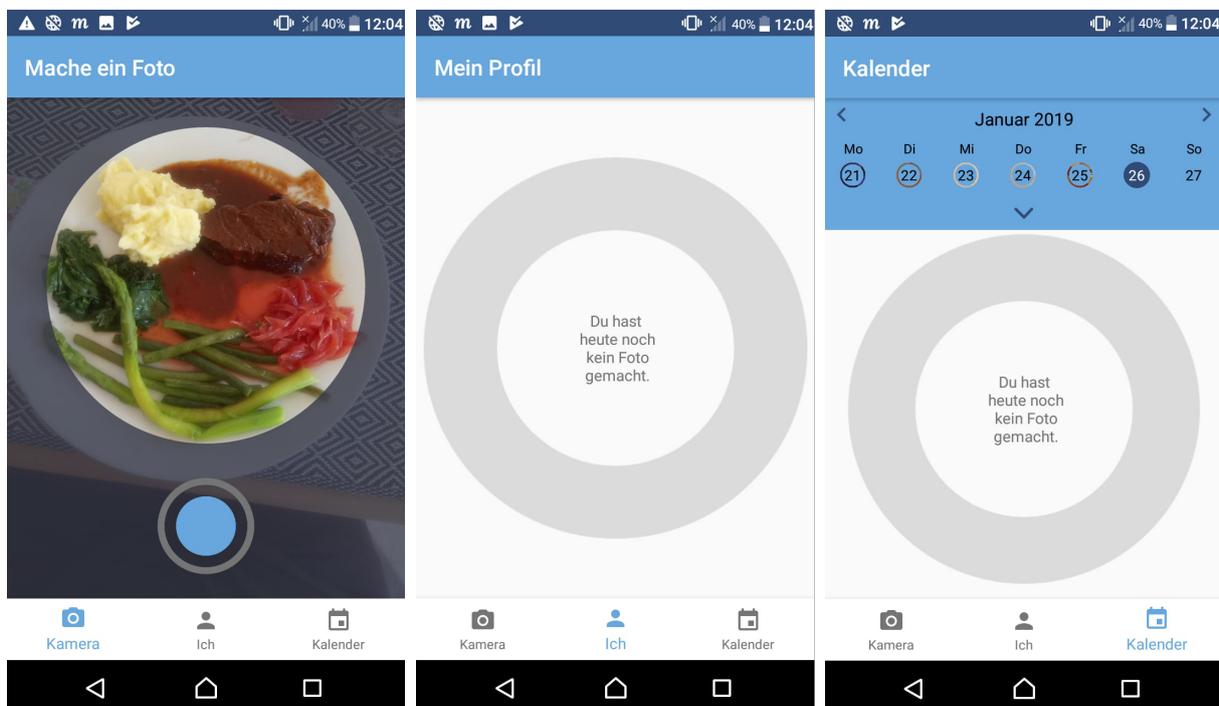


Abbildung 12 Navigation: Kamera (links), Reflexion (mittig), Kalender (rechts).

3.1.2 Kamerafunktion mit Mahlzeitenselektion

Durch Anwählen der Kamera gelangt der Nutzer zur Fotofunktion der App (Abbildung 12, links). Hierfür wurde ein dunkles Overlay implementiert, um den Fokus beim Fotografieren auf die Mahlzeit zu lenken. Zusätzlich sorgt dieses "Guckloch" dafür, dass sich die Mahlzeit relativ zentriert im Bild befindet, um die spätere Analyse zu erleichtern. Durch Betätigen der blauen Taste am unteren Bildschirmrand kann der Nutzer ein Foto

erstellen. Zur visuellen Unterstützung verfärbt sich dieser Knopf grün, um das Drücken der Taste zu symbolisieren. Das Foto der Mahlzeit wird dem Nutzer in einer Vorschau nochmals angezeigt (siehe Abbildung 13, links).

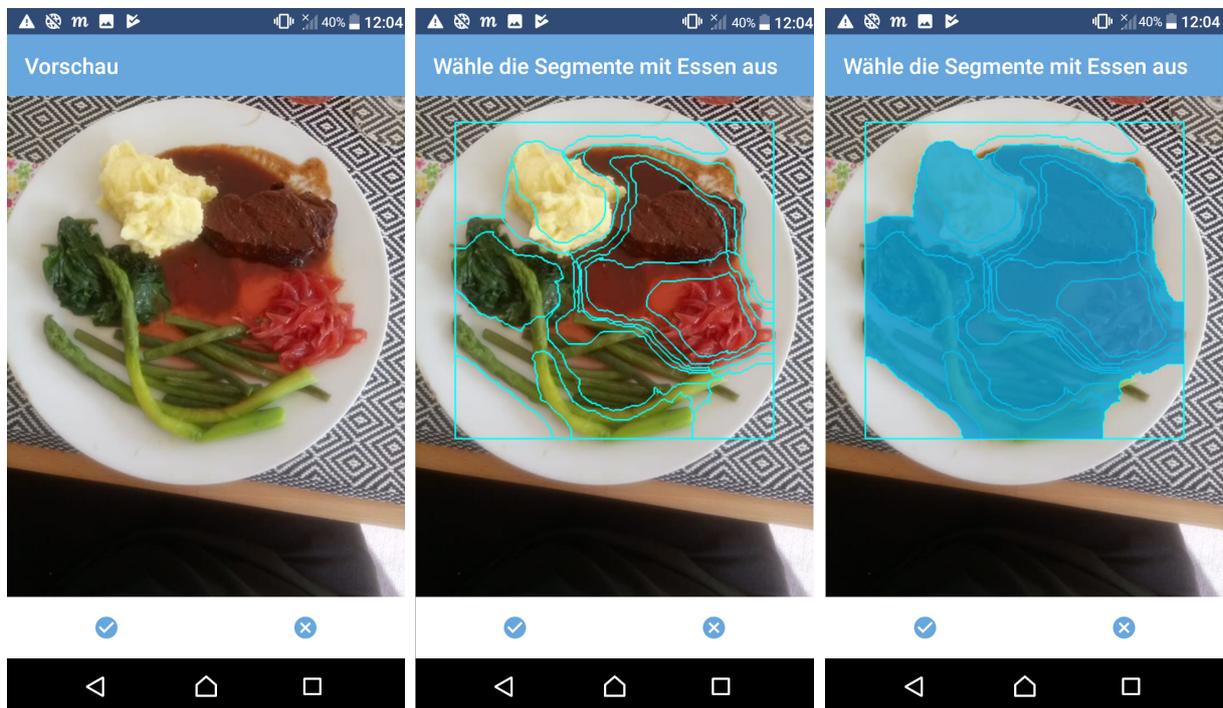


Abbildung 13 Anwahl der Segmente innerhalb der Applikation

Hier hat dieser die Gelegenheit, bei Nichtgefallen ein neues Bild aufzunehmen oder bei Gefallen mit dem aktuellen Foto fortzufahren und die Mahlzeit auf dem Foto zu selektieren.

Das Auswahlkonzept Ebenso wie beim Design der App wurde auch darauf geachtet, ein leichtgewichtiges Interaktionskonzept für die Mahlzeitenselektion zu erstellen, um die Nutzungshürde zu senken. Aus Nutzerperspektive bedeutet ein leichtgewichtiges Interaktionskonzept, dass mit minimalem Aufwand ein bestimmtes technisches Ziel erreicht werden soll. Bezüglich EatYourColors ist der **Aufwand** definiert als die Aufgabe, ein Foto des Mittagessens zu erstellen und dieses Mittagessen auf dem Foto mit geringem Aufwand zu selektieren. Das **technische Ziel** ist, eine möglichst genaue und aussagekräftige Farbvisualisierung des Mittagessens zu erhalten [54].

Für die aktuelle Version der EatYourColors App wurde daher das Konzept des Auswählens verwendet. Dieses entstand auf Grundlage der Bildsegmentierung, die vor allem im Bereich *computer vision* verwendet wird [15]. Nach Bestätigen der Vorschau wird ein automatischer Segmentierungsalgorithmus (siehe Abschnitt 3.2 und [54, 4]) gestartet, der das Foto in Segmente unterteilt (siehe Abbildung 13, Mitte). Durch die automatische Segmentierung wird der Nutzeraufwand gering gehalten, da ein beispielsweise manuelles Einkreisen der Mahlzeit entfällt. Dieses ist im Vergleich zur automatischen Segmentierung teilweise

mit einem höheren Zeitaufwand verbunden und könnte durch das Fat Finger Problem auch zu erheblicheren Ungenauigkeiten bei der Farbvisualisierung führen. Zuletzt wählt der Nutzer selbstständig die Segmente an, die Nahrung enthalten. Die angewählten Bereiche werden dem Nutzer als visuelle Unterstützung farbig dargestellt. Nachdem der Nutzer die Segmentauswahl abgeschlossen und entsprechend die Bestätigungstaste gedrückt hat, werden ihm die Farben der Mahlzeit in der Reflexionsansicht als eine Farbvisualisierung angezeigt (siehe Abbildung 12).

3.1.3 Kalender

Der Kalender bietet dem Nutzer die Möglichkeit, rückblickend die fotografierten Mahlzeiten mit der zugehörigen Farbvisualisierung zu betrachten (siehe Abbildung 14). Standardmäßig wird im Kalender die aktuelle Woche angezeigt. Durch Betätigen der Pfeile (links, rechts, unten) wird entsprechend zwischen den Wochen gewechselt oder die Monatsansicht angezeigt. Tage, an denen ein Foto erstellt wurde, werden durch einen kleinen Kreis markiert, welcher der jeweiligen Visualisierung für den Tag entspricht.

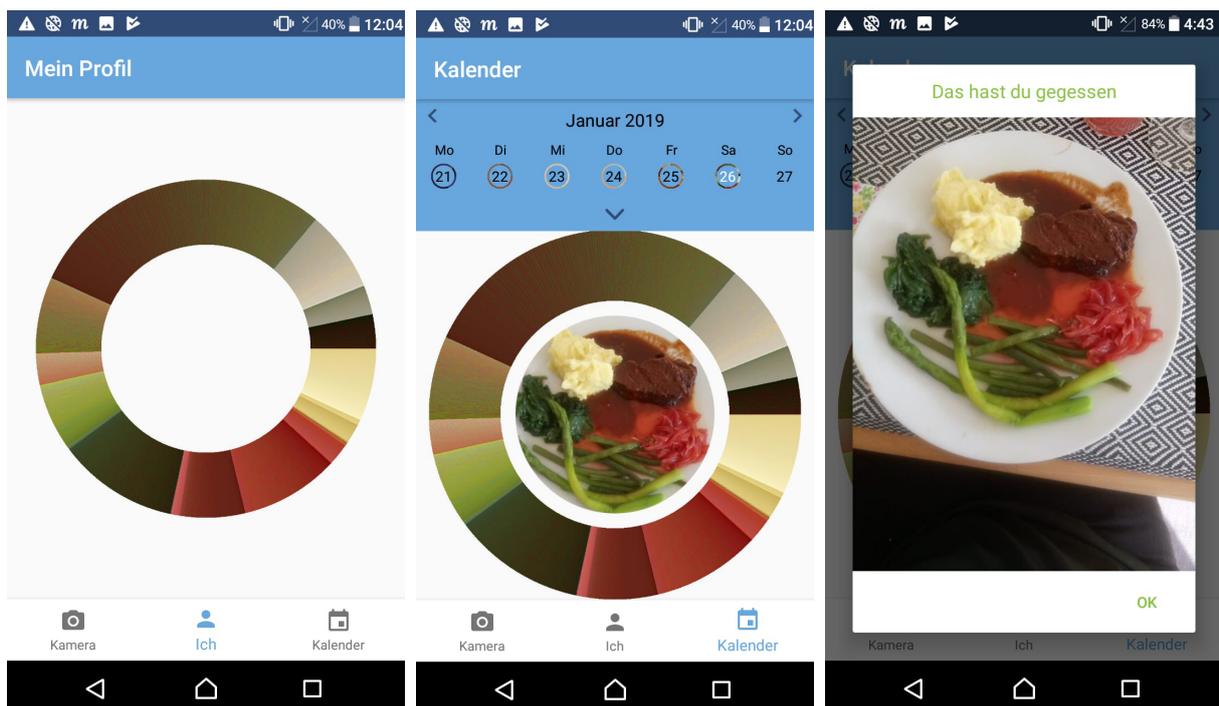


Abbildung 14 Der gegenwärtige Kalender der Applikation

Für diese Tage kann der Nutzer die jeweilige Visualisierung mit der entsprechenden Mahlzeit betrachten. Durch Klicken auf die Mahlzeit in der Mitte der Visualisierung öffnet sich ein Pop-up-Fenster und der Nutzer kann nochmals genau sehen, was verzehrt wurde. Wurde für den aktuellen Tag noch kein Foto erstellt, wird im Kalender ein schwarzer Kreis angezeigt, um das Fehlen einer Visualisierung zu symbolisieren (siehe Abbildung

12, rechts). Zusätzlich wird auch hier ein Platzhalter mit entsprechender Nachricht angezeigt, wie es auch in der Reflexionsansicht der Fall ist.

3.2 Segmentierungsalgorithmus und Segmentauswahl

Die Grundlage für die Implementierung des Segmentierungsalgorithmuses bildete der Artikel von Anthimopoulos u. a. [4]. In diesem Artikel beschreiben Anthimopoulos u. a. ein Verfahren zur automatischen Segmentierung und Erkennung von Mahlzeiten, auf denen sich mehrere verschiedene Essenskomponenten befinden. Durch die Verwendung eines Segmentierungsalgorithmus und einer *support vector machine* werden die Essenskomponenten hierbei in sechs Kategorien (Fleisch, Brot, Reis, Nudeln, Kartoffeln und Gemüse) klassifiziert [4].

Für den EatYourColors-Prototypen wurde der erste Teil des Artikels, die Segmentierung, durch die Verwendung der Programmiersprache C++ und der Library OpenCV implementiert. Da es sich bei der Segmentierung um einen automatischen Prozess handelt, wurde zusätzlich eine Segmentauswahl eingearbeitet. Durch den aktiven Einbezug des Nutzers bei der Auswahl der Segmente soll so vermieden werden, dass Segmente verarbeitet werden, die keine Essenskomponente darstellen, wie zum Beispiel eine Gabel oder der Tellerrand [54]. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte des implementierten Segmentierungsalgorithmus näher erklärt und veranschaulicht.

CIELAB Konvertierung Da bei diesem Algorithmus auf den Farbwerten der Pixel gearbeitet wird, findet in einem ersten Schritt eine Konvertierung des Eingabebildes (siehe Abbildung 15) vom RGB-Farbraum in den CIELab-Farbraum, auch Lab-Farbraum genannt, statt. OpenCV bietet dafür eine bereitgestellte Methode an.



Abbildung 15 Beispiel eines Eingabebildes [40]

Die Konvertierung bietet sich an, da der RGB-Farbraum geräteabhängig ist und Farben entsprechend auf verschiedenen Geräten unterschiedlich dargestellt werden. Weiterhin werden hier Luminanz und Farbwerte vermischt, was zu einer wahrnehmbaren Uneinheitlichkeit führt. Für Algorithmen, die sich zum Beispiel mit Farbanalyse befassen, ist dies unvorteilhaft.

Gegenüber dem RGB-Farbraum hat der CIELab-Farbraum den Vorteil, dass dieser geräteunabhängig ist. Da der CIELab-Farbraum von der Commission Internationale de L'Eclairage (kurz: CIE) standardisiert wurde, sind Farben exakt definiert und sehen auch auf unterschiedlichen Geräten immer gleich aus. Dadurch entsteht eine wahrnehmbare Einheitlichkeit. Weiterhin kann der CIELab-Farbraum mehr Farben darstellen als der RGB-Farbraum. Für das hier verwendete Verfahren wird hauptsächlich die Eigenschaft genutzt, dass die Luminanz in einen eigenen Farbkanal separiert wird und in einer Farbdistanzfunktion anders gewichtet werden kann als die anderen Kanäle [54].

Pyramidenförmiges Mean-Shift-Filtering Nach der CIELab-Konvertierung wird ein Mean-Shift-Algorithmus auf das Eingabebild angewendet. Dies ist ein iterativer Algorithmus, der zur Clusteranalyse von *feature spaces* angewendet und oft für die Bildsegmentierung verwendet wird. Das „Ziel des Algorithmus ist es, Cluster im *feature space* zu verdichten, um diese von anderen Clustern zu trennen“ (Wendler) [54]. Der hier verwendete *feature space* besteht dabei aus fünf Dimensionen: den (X, Y) -Koordinaten und dem (L, A, B) -Farbkanal. Auf diesen „space-color hyperspace“ (Anthimopoulos u. a., 2013) wird dann der Mean-Shift Algorithmus angewendet. In einem ersten Schritt wird für jedes Pixel P mit $P = [(X, Y), (L, A, B)]$ des Eingabebildes eine Nachbarschaft im *hyperspace* definiert mit

$$[(x, y), (l, a, b)] : \begin{cases} |X - x| \leq \text{segmentThreshold}, \\ |Y - y| \leq \text{segmentThreshold}, \\ \|(L, A, B), (l, a, b)\| \leq \text{colorThreshold}. \end{cases} \quad (3.1)$$

Hierbei beschreibt $\|(L, A, B), (l, a, b)\| = \sqrt{|L - l| + (A - a)^2 + (B - b)^2}$ die Farbdistanz. Die Parameter *segmentThreshold* und *colorThreshold* sind experimentell erstellte Werte. In einem zweiten Schritt wird ein Durchschnittsvektor P' über diese Nachbarschaft berechnet. In Abbildung 16 ist beispielhaft die Definition der Nachbarschaft des gelb markierten Pixels P dargestellt, für welches P' berechnet wird. Graue Pixel gehören dabei zu einer anderen Nachbarschaft, da sie nicht die Definition 3.1 erfüllen. Im finalen Schritt erhält P den aus P' resultierenden Wert (Abbildung 16, rechts).

Der Mean-Shift Algorithmus endet nach einer gewissen Anzahl an Iterationen über alle Pixel oder bis es keine signifikante Änderung in der Durchschnittsfarbe, die im Durchschnittsvektor berechnet wird, mehr gibt.

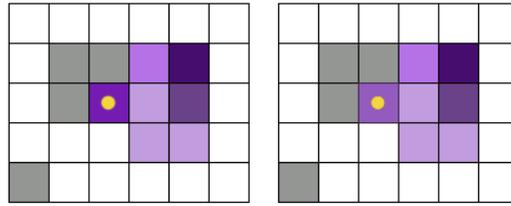


Abbildung 16 Links: Pixel P vor der Berechnung. Rechts: Pixel P, nachdem Erhalt der neuen Farbe [54]

Um den Rechenaufwand minimal zu halten, wird zusätzlich eine aus vier Ebenen bestehende Gauß-Pyramide aus dem Eingabebild erzeugt (siehe Abbildung 17). Hierfür bietet OpenCV entsprechende Methoden an.

Anfangs wird auf das Eingabebild ein gaußscher Weichzeichner angewendet und dieses anschließend herunter skaliert [38]. Beginnend bei G_i (Originalgröße) wird die Größe des Bildes pro Skalierungsschritt um die Hälfte reduziert bis G_{i+3} erreicht wird.

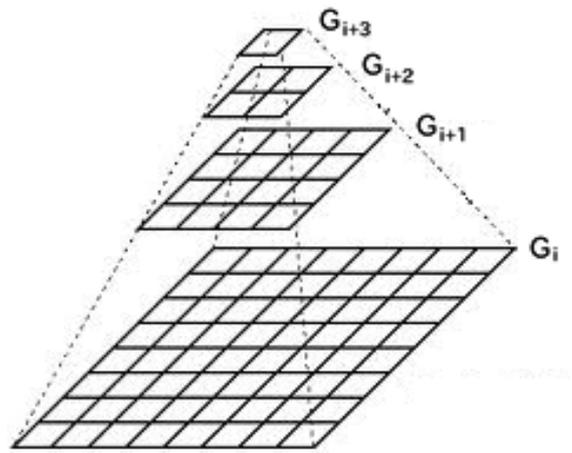


Abbildung 17 Konzept einer Gauß-Pyramide [38]

Der Mean-Shift Algorithmus wird danach zuerst auf G_{i+3} angewendet. Nachdem der Algorithmus auf dieser Ebene über alle Pixel iteriert hat und eines der Stoppkriterien erfüllt wurde, wird das Resultat für Bildebene G_{i+3} auf G_{i+2} hoch skaliert, ein gaußscher Weichzeichner angewendet und dort weiter verbessert [38]. Dies wird bis einschließlich Ebene G_i fortgesetzt. Diese Vorgehensweise führt zur einer geringeren Laufzeit, da pro Ebene nur wenig Pixel des Bildes angepasst werden müssen. Der Einsatz des Algorithmus auf ausschließlich Ebene G_i hingegen führt zu einer erheblichen Laufzeit [54, 4]. Abbildung 18 zeigt das Resultat des pyramidenförmigen Mean-Shift-Filterings.



Abbildung 18 Eingabebild nach Anwendung des Mean-Shift Algorithmuses [54]

Segmentausdehnung Dieser Abschnitt behandelt die Segmentausdehnung und dessen Erzeugung. Wie in Abbildung 18 zu erkennen ist, sind die Segmente bereits sichtbar, aber existieren noch nicht. Zur Erstellung dieser wird ein mit Nullen gefülltes Bild/Array A erzeugt, das der Größe des Originalbildes entspricht. Die Nullen werden hierbei als anfängliche Segment-IDs verwendet und bedeuten, dass noch kein Segment zugeordnet wurde. Von Array A wird nun ein beliebiges Pixel Q gewählt, das noch keine Segmentzuordnung hatte. Dieses erhält eine ID, die nicht Null ist. Durch die Verwendung von Floodfill werden die um Q liegenden Pixel auf ihre Zugehörigkeit zu Q überprüft. Die Farbdistanz (siehe 3.1) dient dabei als Kriterium. Ist diese kleiner als ein gewisser Grenzwert, erhält das Nachbarpixel dieselbe Segment-ID wie Q und gehört damit zum gleichen Segment. Sobald im Array jede Null ersetzt wurde, ist die Segmentausdehnung abgeschlossen [54].



Abbildung 19 Ausdehnung der Segmente [54]

Das Resultat (siehe Abbildung 19) sind neben vielen großen auch sehr viele kleine Segmente, die mit bloßem Auge nur schwer ersichtlich sind [54].

Segmentverschmelzung In diesem letzten Schritt werden die erzeugten Segmente mit benachbarten Segmenten verschmolzen. Jedes Segment S_1 mit einer Fläche kleiner als

$$areaThreshold = \frac{imageArea}{32} \quad (3.2)$$

wird mit einem benachbarten Segment S_2 zusammengeführt oder auch verschmolzen. Die Konstante 32 wurde experimentell bestimmt und bietet für den Prototypen einen passenderen *trade-off* zwischen Laufzeit und Segmentgenauigkeit (siehe auch Abschnitt 5.6), verglichen mit dem von Anthimopoulos u. a. ursprünglich verwendeten Wert 50 [4]. Bei der Segmentverschmelzung erhält das Segment mit der kleineren Fläche die Segment-ID des Segments mit der größeren Fläche. Für die Verschmelzung muss außerdem die minimale Farbdistanz zwischen zwei Segmenten gewährleistet sein (Formel 3.1). Durch diese Verschmelzung reduziert sich die Anzahl der Segmente (siehe Abbildung 20).



Abbildung 20 Verschmelzung der Segmente [54]

Segmentauswahl Nachdem die automatische Segmentierung beendet ist, beginnt die manuelle Segmentauswahl. Um die einzelnen Segmente für den Nutzer sichtbar zu machen, werden die Grenzlinien der Segmente zuerst in der Farbe Cyan eingefärbt. Die Grenzen werden dabei durch das Arrays A ermittelt, welches die Informationen über die Segment-IDs enthält. Zusätzlich wird ein weiteres leeres Array B erzeugt. Auf diesem werden alle Pixel cyanfarben markiert, die mindestens einen Nachbarn besitzen, der eine andere Segment-ID hat. Die Nachbarschaft definiert sich hierbei durch die Pixel, welche sich links, rechts, oben und unten, ausgehend von einem betrachteten Pixel, befinden. Die Informationen zur Segment-ID werden dabei aus Array A bezogen und auf B eingetragen. Wurden alle Grenzen gezogen, wird Array B als Überlagerung auf dem Originalbild dargestellt (siehe Abbildung 13, Mitte). Nun kann der Nutzer durch Tippen auf die Segmentflächen diese anwählen. Hierbei wird die Segment-ID des angetippten Segments verwendet, um ein weiteres Array C mit der Farbe Cyan zu füllen. Mit einer simplen Iteration über Array A werden nun die Pixel eingefärbt, die mit der angetippten Segment-ID übereinstimmen. Pixel außerhalb des Grenzbereichs sind standardmäßig

nicht anwählbar [54].

3.3 Farbvisualisierung

Da unter anderem in der Studie zum Prototypen ermittelt werden sollte, wie feingranular eine Farbvisualisierung sein sollte, um daraus Informationen ziehen zu können, wurden zwei Visualisierungen (feingranular und kategorisch) für EatYourColors implementiert.

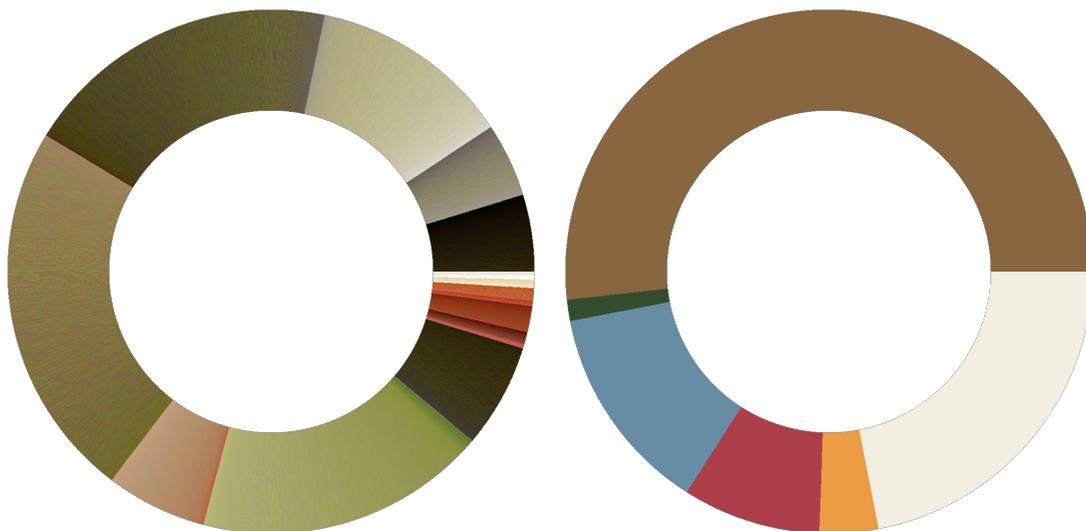


Abbildung 21 Feingranulare Visualisierung (links) und kategorische Visualisierung (rechts)

Die feingranulare Visualisierung (siehe Abbildung 21, links) stellt die tatsächlichen auf dem Bild erkennbaren Farben der Mahlzeit dar. Dabei werden die Farben lediglich neu angeordnet dargestellt. In der kategorischen Visualisierung hingegen, werden die Farben vorweg in Gruppen eingeteilt. Der Nutzer sieht hier jeweils nur die Anzahl der Farben pro Gruppe, symbolisiert durch deren Größe, und eine repräsentative Farbe der Gruppe.

Die Farbvisualisierung geschieht allgemein direkt im Anschluss an die Segmentauswahl. Nachdem die verschiedenen Segmente angewählt wurden (siehe Abbildung 13, rechts), wird durch einen Abgleich mit dem Originalbild auf die Farbwerte der Pixel zugegriffen. Dies ist ein notwendiger Schritt, da die Farbwerte der Segmente bisher ungeordnet sind. Würde man die Farbwerte ungeordnet in einem Farbring visualisieren, würde dies wahrscheinlich zu einem bräunlichen und dunklen Ring führen. Um dies zu vermeiden und um die Farben eher sinnvoll anzuordnen, wurde daher eine Nearest Neighbour Analyse für beide Visualisierungen implementiert [54].

Der Unterschied der beiden Visualisierungen wird in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

3.3.1 Version 1: Feingranulare Farbvisualisierung

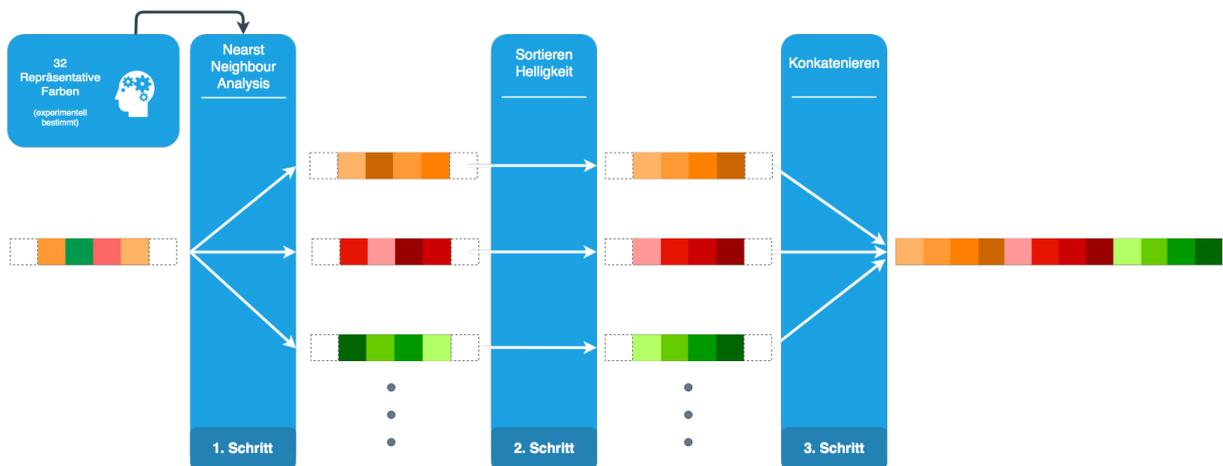


Diagramm 1 Schema der feingranularen Farbvisualisierung

Für die Nearest Neighbour Analyse der feingranularen Farbvisualisierung werden im ersten Schritt die RGB-Werte des Bildes genommen und den 32 repräsentativen Farben zugeordnet (siehe Diagramm 1). Die 32 repräsentativen Farben (Array von Listen) wurden experimentell bestimmt und so gewählt, dass der resultierende Farbverlauf ähnlich zu einem Regenbogen dargestellt wird (Weißtöne, Gelbtöne, Orangetöne, etc. bis hin zu Schwarztönen). Die Bestimmung, welche Farbe zu welchem Farbrepräsentanten gehört, wird über die euklidische Farbdistanz der RGB-Werte ermittelt. Hier muss die Farbdistanz einen Wert erreichen, der kleiner als ein bestimmter Minimalwert ist, um diese dem jeweiligen Farbrepräsentanten zuzuordnen. Pro Farbe werden alle Repräsentanten betrachtet, um zu garantieren, dass der passendste Repräsentant gefunden wurde [54]. Wurden alle Farben entsprechend zugeordnet, wird im zweiten Schritt innerhalb eines Repräsentanten nicht-absteigend nach Helligkeit sortiert. Die Helligkeit ist in diesem Fall die euklidische Norm über die drei Farbkanäle RGB. Im dritten Schritt werden die sortierten Repräsentanten concatenated und als Ring von innen nach außen im Uhrzeigersinn visualisiert [54].

3.3.2 Version 2: Kategorische Farbvisualisierung

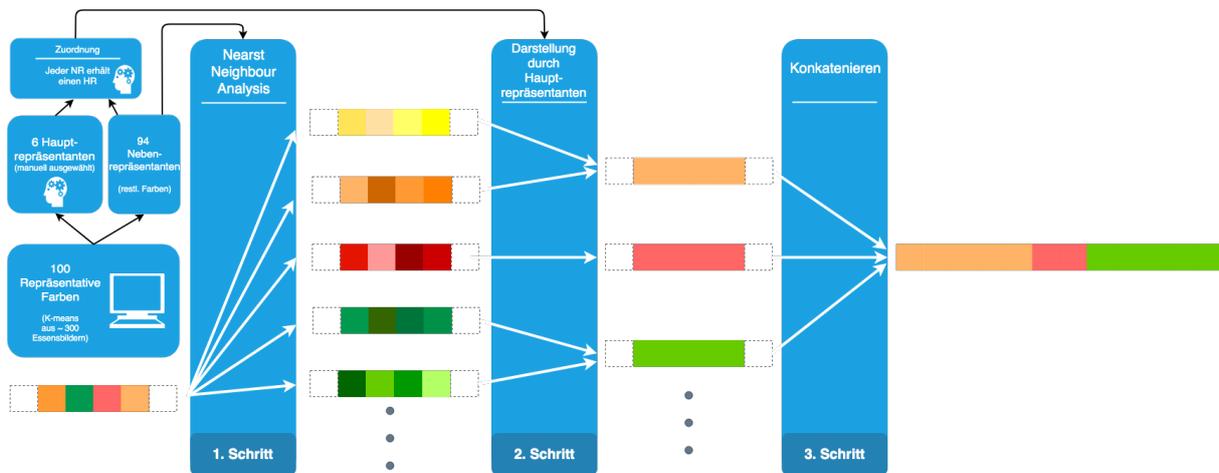


Diagramm 2 Schema der kategorischen Farbvisualisierung

In der kategorischen Farbvisualisierung werden die Farben, wie es dem Namen zu entnehmen ist, nach Farbkategorien sortiert und entsprechend visualisiert.

In einem Vorverarbeitungsschritt zur Bestimmung geeigneter Farbkategorien wurde hierbei der K-Means-Algorithmus verwendet. Bei dem K-Means-Algorithmus handelt es sich um ein Clusteringverfahren, um aus einer Menge an Datenpunkten eine bestimmte Anzahl an Gruppierungen zu ermitteln [31]. Im Falle von EatYourColors wurde der K-Means-Algorithmus auf die RGB-Werte der Pixel von über 300 Essensbildern angewendet, wobei die Bilder bezüglich der Größe normalisiert wurden, um einen Datenbias zu reduzieren. Mit dem Algorithmus wurden dann in 3000 Iterationen 100 repräsentative Farben ermittelt. Aus diesen wurden wiederum manuell sechs Hauptrepräsentanten (gelb/orange, rot, grün, blau/lila, weiß, braun) ausgewählt, die für die spätere Visualisierung verwendet werden. Die Basis für die Bestimmung der sechs Hauptrepräsentanten bildete der Artikel von König und Renner (2018), die in ihrer Studie (siehe Kapitel 2) die Farbkategorien gelb/orange, rot, grün, blau, weiß und 'andere' verwendeten [33]. Die übrigen 94 Farben (Nebenrepräsentanten) wurden daraufhin manuell auf die sechs Hauptrepräsentanten aufgeteilt (siehe Diagramm 2).

Für die Nearest Neighbour Analyse der kategorischen Farbvisualisierung werden nun, anders als zu Version 1 (feingranular), die Farben des aufgenommenen Bildes den 94 Nebenrepräsentanten zugeordnet. Auch hier wird für die Zuordnung der Farben die euklidische Farbdistanz verwendet. Im zweiten Schritt wird allerdings nicht nach Helligkeit sortiert, sondern jeder Nebenrepräsentant wird durch seinen entsprechenden Hauptrepräsentanten dargestellt (siehe Schritt 2, Abbildung 2). Zuletzt werden die sechs Hauptrepräsentanten konkateniert und entsprechend in einem Ring dargestellt, wie es bereits bei Version 1 der Fall ist.

3.4 Zusammenfassung

Mit der Applikation EatYourColors wurde eine neue Herangehensweise zur Erfassung der Ernährung vorgestellt. Durch die Verwendung der Fotofunktion, des beschriebenen Auswahlkonzepts und durch dessen Umsetzung mittels der Implementierung eines Segmentierungsalgorithmuses sollten so vor allem die Anforderungen an die Leichtgewichtigkeit (A2), die Fotofunktion mit Auswahl (A2) und die Speicherung von einem Foto pro Tag (A6) erfüllt worden sein. Das Erstellen eines Fotos des Mittagessens und das Anwählen der Mahlzeitensegmente sollte für den Nutzer nur einen geringen Aufwand darstellen, um anschließend eine Visualisierung der Farben zu sehen. Weiterhin sollte durch die entsprechende Implementierung eines Farbvisualisierungsfeedbacks auch diese Anforderung (A4) abgedeckt sein. EatYourColors besitzt ebenfalls eine Kalenderfunktion, mit der rückblickend die fotografierten Mahlzeiten mit der jeweiligen Farbvisualisierung betrachtet werden können. Dadurch sollte Anforderung A5, die Kalenderfunktion, erfüllt worden sein. Ob der Prototyp die Anforderungen vor allem in Hinblick auf die Leichtgewichtigkeit erfüllt und ob es sich bei der Visualisierung der Farben einer Mahlzeit um ein sinnvolles Feedback handelt, wird in Kapitel 5 behandelt.

KAPITEL 4

Studiendurchführung

Das folgende Kapitel beschreibt die Durchführung der Studie. Hierbei werden zu Beginn in Abschnitt 4.1 die Forschungsfragen formuliert und die verwendeten Datenerfassungsmethoden zur Beantwortung dieser Fragen in Abschnitt 4.2 behandelt. Anschließend folgt das Design der Studie (siehe 4.3), wobei hier detailliert auf den Ablauf und die Aufgabenstellung eingegangen wird und abschließend die Studienteilnehmer beschrieben werden (siehe 4.4).

4.1 Forschungsfragen

Durch die Studie sollen die folgenden Forschungsfragen beantwortet werden:

F1: Welche der beiden Visualisierungen spiegelt nach Ansicht der Nutzer die Farbvielfalt der Mahlzeit besser wider?

Ein wichtiger Faktor beim Design eines neuartigen Systems, in diesem Fall eines neuen Ernährungstagebuchs, ist es, dem Nutzer ein Feedback anzuzeigen, das verständlich ist und den Nutzererwartungen entspricht. Um zu messen, welche der beiden Visualisierungen die Farben der Mahlzeit besser widerspiegelt, wurde in einem In-App Fragebogen gezielt nach der subjektiven Einschätzung der Farbakkuratheit gefragt. Weiterhin wurde in einem Interview nochmals hinterfragt, welche Visualisierung verständlicher war und ob den Nutzern ein visueller Unterschied zwischen den Visualisierungen auffiel.

F2: Hatte die Nutzung der Applikation, aus Sicht der Nutzer, Auswirkungen auf das Ernährungsverhalten?

Wie in Kapitel 2 beschrieben, werden Ernährungstagebücher unter anderem verwendet, um eine Änderung im Essverhalten zu dokumentieren. Um dies zu messen, wurde der Faktor der Buntheit der Mahlzeiten verwendet und durch den In-App Fragebogen dokumentiert. Zusätzlich wurden die qualitativen Aussagen der Nutzer im Interview berücksichtigt.

F3: Hatten die Nutzer Probleme beim Auswählen der Segmente?

Ein wesentlicher Bestandteil des Systems ist die Segmentauswahl. Die Nutzer sollten die Segmente ohne Schwierigkeiten selektieren können. Dies wurde mittels eines Fragebogens gemessen. Weiterhin wurden das Abschlussinterview hinzugezogen, um mehr Informationen zu sammeln.

F4: Wie beurteilen die Nutzer die User Experience der Applikation?

Die Nutzererfahrung ist ein entscheidender Faktor für die Erschaffung eines neuen Systems. Sie gibt Auskunft über die Emotionen der Nutzer und deren Haltung in Bezug auf das System. Um die verschiedenen hedonischen und pragmatischen Qualitäten wie Stimulation und Steuerbarkeit zu messen, wurde der User Experience Questionnaire [44] verwendet.

F5: Wie beurteilen die Nutzer die Usability der Applikation?

Die Gebrauchstauglichkeit eines Systems entscheidet darüber, ob die Nutzer das System in Zukunft erneut verwenden werden. Um diese zu messen, wurde der System Usability Scale Fragebogen [7] verwendet.

4.2 Datenerfassungsmethoden

Wie oben bereits erwähnt, werden für die Datenerhebung unterschiedliche Methoden verwendet, welche hier nochmals zusammengefasst werden (siehe Tabelle 1).

Forschungsfrage	Datenerfassungsmethode(n)
F1: Farbgetreueheit	Interview, In-App Fragebogen
F2: Verhaltensänderung	Interview, In-App Fragebogen
F3: Auswahlkonzept	Interview, Fragebogen
F4: User Experience	User Experience Questionnaire
F5: Usability	System Usability Scale

Tabelle 1 Datenerfassungsmethoden zur Beantwortung der Forschungsfragen

Fragebögen Durch die Verwendung von diversen Fragebögen wurden verschiedene Informationen zu den Nutzern und dessen Umgang mit EatYourColors gesammelt. Zu Beginn der Studie wurden die demographischen Daten der Nutzer durch einen Fragebogen festgehalten. Dadurch sollte überprüft werden, welche Erfahrung die Nutzer im Umgang mit einem Smartphone besitzen. Die User Experience wurde am Ende der Studie durch den User Experience Questionnaire festgehalten. Weiterhin wurde zur Messung der Gebrauchstauglichkeit der System Usability Scale Fragebogen verwendet und ein kurzer Fragebogen für das Auswahlkonzept benutzt.

Interviews Durch die Verwendung von semi-strukturierten Interviews sollten zusätzlich zu den Fragebögen mehr Informationen gesammelt werden. Durch ein Eingangsinterview konnten erste Einblicke in das Ernährungsverhalten und den Umgang mit ähnlichen System wie EatYourColors festgehalten werden. Das Abschlussinterview diente dazu, mehr über die Nutzung von EatYourColors herauszufinden. Weiterhin konnten die Nutzer hier Verbesserungsvorschläge und Anmerkungen abgeben. Für die Interviews wurden Audioaufzeichnungen für die spätere Auswertung aufgenommen.

In-App Fragebogen Da ein Teil der Forschungsfragen nicht nur alleine durch Interviews zu beantworten war, wurde für EatYourColors auch ein kurzer In-App Fragebogen implementiert. Dieser griff ein, sobald der Nutzer seine Segmente ausgewählt (siehe 3.1.2) und den Bestätigungsknopf gedrückt hatte.

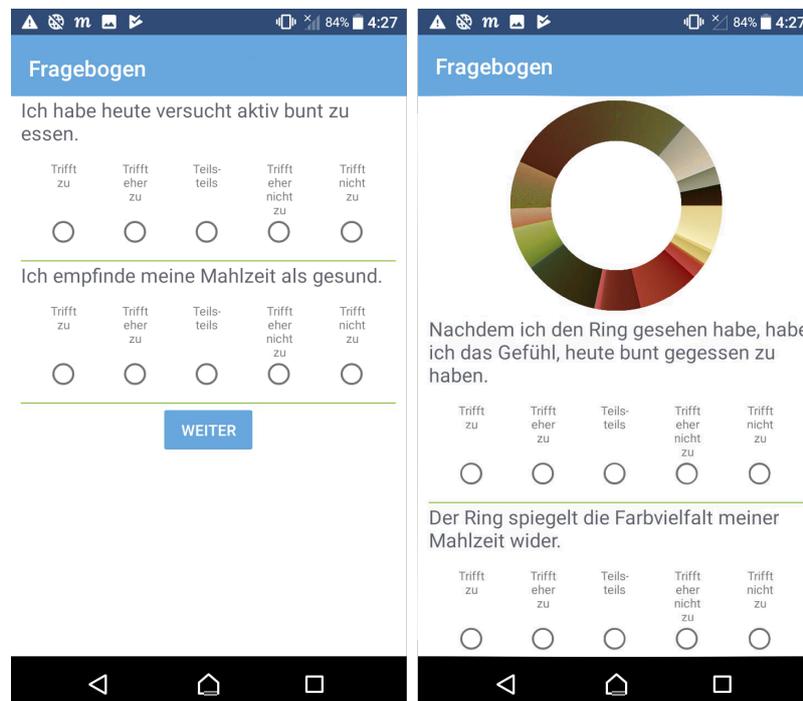


Abbildung 22 Implementierter In-App Fragebogen zur Studie

Der Nutzer beantwortete hier insgesamt vier Fragen, wobei sich zwei davon auf die Farbvi-

sualisierung bezogen. Erst nachdem der In-App Fragebogen vollständig ausgefüllt wurde, wurde dem Nutzer die Reflexionsansicht angezeigt.

Die Antworten des Fragebogens wurden intern auf dem Gerät im JSON-Format abgespeichert. Weiterhin wurde der In-App Fragebogen so implementiert, dass alle Aussagen beantwortet werden mussten. Hätte der Nutzer den "Weiter"-Knopf betätigt ohne die Aussagen vollständig bewertet zu haben, wäre eine Benachrichtigung am unteren Bildschirmrand aufgetaucht, um den Nutzer auf das Fehlen von Antworten aufmerksam zu machen. Somit sollte garantiert werden, dass für die Evaluation vollständig ausgefüllte Fragebögen vorliegen würden.

4.3 Studiendesign

Bei der durchgeführten Studie handelte es sich um eine *in the wild* Studie, die sich über einen Zeitraum von insgesamt 14 Tagen erstreckte. Die Studienteilnehmer wurden in zwei Gruppen unterteilt und testeten 14 Tage lang EatYourColors. Bei dieser Studie handelte es sich um ein *within-subjects Design*, da jeder Teilnehmer die zwei bereits beschriebenen Visualisierungen (siehe Kapitel 3) nacheinander zu sehen bekam.

Für die Teilnahme an der Studie wurden Erfahrungen im Umgang mit einem Android-Smartphone vorausgesetzt. Um Effekte durch unterschiedliche technische Gegebenheiten der Smartphones der Teilnehmer auszugleichen und dementsprechend einen Bias zu reduzieren, wurden den Teilnehmern einheitliche Smartphones für den Studienzeitraum zur Verfügung gestellt. Bei den Geräten handelte es sich jeweils um ein Samsung Galaxy J5 mit Android Version 5.0.1.

4.3.1 Ablauf und Aufgaben

Sowohl das Eingangstreffen als auch das Abschlusstreffen fanden unter der Woche während der Studienzeit im Interaction Lab der Universität Konstanz statt. Beide Treffen wurden in Einzelgesprächen abgehalten.

Zu Beginn des Eingangstreffens (siehe Diagramm 3) wurde der jeweilige Teilnehmer mit einem Willkommenschreiben begrüßt. Hierbei wurde der Teilnehmer über das Studienziel, den Studienablauf und die Vergütung nach Beendigung der Studie informiert. Im Anschluss wurden die Hauptpunkte des Willkommenschreibens nochmals mündlich zusammengetragen und offenen Fragen des Teilnehmers beantwortet. Danach wurde die Einverständniserklärung ausgehändigt und sowohl von dem Studienteilnehmer als auch der Versuchsleiterin unterzeichnet. Die demografischen Daten des Teilnehmers wurden mittels eines Fragebogens erhoben. Daraufhin wurde ein semi-strukturiertes Interview

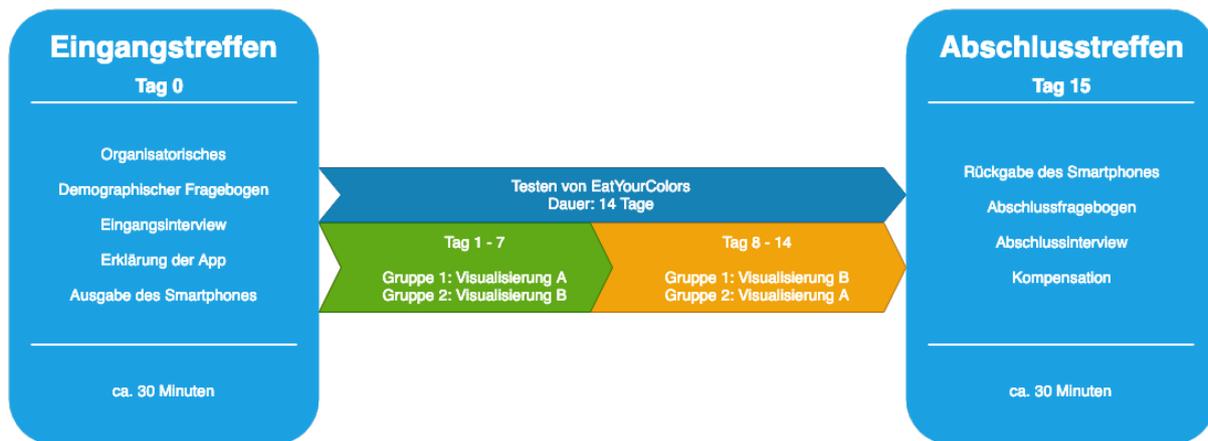


Diagramm 3 Zeitlicher Verlauf der Studie

durchgeführt, um weitere Informationen bezüglich Smartphone-nutzung und Ernährungsverhalten zu sammeln. Nach Ende des Interviews wurde dem Teilnehmer ein kurzer Einblick in die Applikation gewährt, wobei hier ausschließlich die Fotofunktion gezeigt wurde. Der Teilnehmer durfte eigenständig mit dem Smartphone der Versuchsleiterin ein Foto einer Mahlzeitenattrappe (siehe Anhang) machen und die jeweiligen Mahlzeitensegmente auswählen. Der interne Fragebogen und die Visualisierung wurden dem Teilnehmer nicht gezeigt.

Der Teilnehmer erhielt anschließend für den Studienzeitraum ein Smartphone mit einer inaktiven Version von EatYourColors. Diese aktivierte sich am Folgetag der Ausgabe, da für den Ausgabetag nicht garantiert werden konnte, dass der Studienteilnehmer, nach der Smartphoneausgabe zu Mittag isst. Daraufhin wurden weitere Fragen des Teilnehmers beantwortet und eine Smartphone-Ausgabebestätigung unterschrieben. Abschließend erhielt der Studienteilnehmer ein Informationsblatt, auf dem die Kontaktdaten der Versuchsleiterin vermerkt und häufig gestellte Fragen beantwortet wurden. Ebenso wurde ein Termin für das Abschlussstreffen festgelegt. Das Eingangstreffen dauerte ca. 30 Minuten.

In den darauffolgenden 14 Tagen (Tag 1 bis Tag 14, siehe Diagramm 3) wurden die Studienteilnehmer gebeten, EatYourColors zu verwenden. Pro Tag sollten die Studienteilnehmer ein Foto ihres Mittagessens erstellen und den in die App eingebauten Fragebogen beantworten. Wie dem Diagramm 3 zu entnehmen ist, wurden die Teilnehmer in zwei Gruppen unterteilt, wobei Gruppe 1 mit Visualisierung A begann und Gruppe 2 mit Visualisierung B. Nach sieben Tagen tauschte EatYourColors die Visualisierung automatisch aus und die Studienteilnehmer bekamen dementsprechend die andere Visualisierung zu sehen. Am Ende von Tag 14 deaktivierte sich EatYourColors selbstständig und war für die Teilnehmer nicht mehr nutzbar.

Das Abschlussstreffen fand direkt am nächsten Tag statt (Tag 15) und dauerte ungefähr 30 Minuten. Nach einer Begrüßung wurde der jeweilige Teilnehmer gebeten das Studiensmartphone inklusive Ladegerät zurückzugeben. Zur Bestätigung der Rückgabe wurde das

anfangs ausgefüllte Ausgabeformular ein zweites Mal von dem Studienteilnehmer unterzeichnet. Der Teilnehmer füllte danach einen Abschlussfragebogen aus. Währenddessen überprüfte die Versuchsleiterin, ob und wie viele Fotos aufgenommen wurden, um dementsprechend das Abschlussgespräch führen zu können. Nachdem der Teilnehmer den Fragebogen ausgefüllt hatte, fand im Anschluss ein semi-strukturiertes Interview statt, um mehr Informationen über das Nutzerverhalten und die Erfahrungen im Umgang mit EatYourColors zu sammeln. Nach Beendigung des Interviews wurde der Teilnehmer entsprechend vergütet.

4.4 Teilnehmer

Für die Studie wurden 12 Teilnehmer eingeladen, wobei sechs davon weiblichen Geschlechts waren und sechs männlichen Geschlechts. Das durchschnittliche Alter lag bei 21,83 Jahren ($SD = 2,51$, $min = 18$ Jahre, $max = 25$ Jahre). Alle Teilnehmer gaben an, ein Smartphone zu besitzen, wobei die tägliche Nutzungsdauer unterschiedlich ausfällt. Bei der Frage zur Einschätzung der Erfahrung im Umgang mit Smartphones auf einer

Smartphonenuutzung pro Tag in Stunden	Anzahl der Antworten ($n = 12$)
< 1 Stunde	1
mehr als 1 Stunde, weniger als 2 Stunden	4
mehr als 2 Stunden, weniger als 3 Stunden	3
mehr als 3 Stunden	4
eine Angabe	0

Tabelle 2 Smartphonenuutzung pro Tag in Stunden

Skala von 1 bis 5 (1 = Anfänger, 5 = Experte) lag der Median der Angaben bei 4 (IQA: 1).

Während des Eingangsinterviews wurden die Teilnehmer unter anderem nach ihrem Ernährungsstil gefragt. Zehn Teilnehmer gaben dabei an, sich omnivor¹ zu ernähren, zwei Teilnehmer führen einen vegetarischen Ernährungsstil. Weiterhin gaben drei Teilnehmer an, bereits Erfahrungen im Umgang mit einer mobilen Ernährungstagebuch-App gemacht zu haben. Hierbei handelte es sich in allen drei Fällen um Ernährungstagebücher, die eine detaillierte Erfassungsmethode verwendeten (siehe Abschnitt 2.3.1).

¹Sowohl pflanzliche als auch tierische Produkte werden verzehrt [49].

KAPITEL 5

Ergebnisse der Evaluation

In dem folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Studie zusammengetragen und präsentiert. Unterteilt wird dabei in die bereits vorgestellten Forschungsfragen aus Abschnitt 4.1. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Forschungsfragen diskutiert, wobei hier auf eventuelle Einschränkungen eingegangen wird und Lösungsvorschläge genannt werden.

5.1 Farbgetreueheit

F1: Welche der beiden Visualisierungen spiegelt nach Ansicht der Nutzer die Farbvielfalt der Mahlzeit besser wider?

Die Farbgetreueheit wurde mit dem In-App Fragebogen und dem Abschlussgespräch am Ende der Studie evaluiert.

Hierzu bewerteten die Probanden auf einer 5-Punkt-Likert-Skala die Aussage „Der Ring spiegelt die Farbvielfalt meiner Mahlzeit wider“ pro Mahlzeitenfoto. Für die Auswertung wurden jeweils die Antworten bezüglich der feingranularen und der kategorischen Visualisierung betrachtet. Dabei ergab sich für beide Visualisierungen ein Median von 2 (IQA feingranular: 2; IQA kategorisch: 3), was der Aussage *trifft eher zu* entspricht. Hieraus lässt sich kein klarer Favorit ableiten.

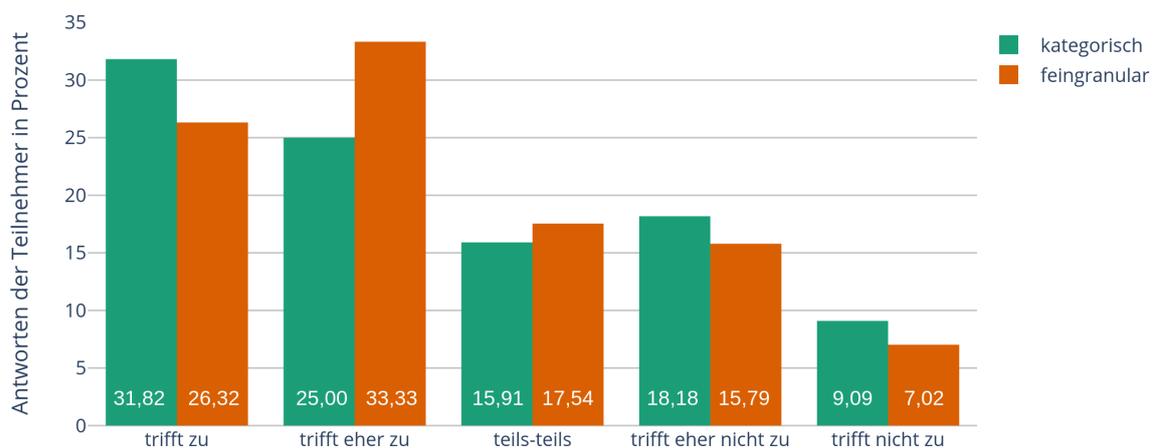
Die Ergebnisse des In-App Fragebogens sind in Diagramm 4 zum Vergleich normalisiert dargestellt. Die Normalisierung war hier nötig, da nicht alle Nutzer an allen Tagen ihre Mahlzeit fotografiert haben. Dadurch kam es zu einer unterschiedlichen Anzahl an ausgefüllten Fragebögen zwischen den Visualisierungen (feingranular: 57 Antworten, kategorisch: 44 Antworten).

Die Mehrheit der abgegebenen Antworten für beide Visualisierungen im Bereich *trifft zu* bis *trifft eher zu* (feingranular = 59, 65%, kategorisch = 56, 82%). Bei näherer Betrachtung fällt allerdings auf, dass die feingranulare Visualisierung bei der Antwortoption *trifft eher zu* die Mehrheit mit 33, 33% besitzt, jedoch nicht bei der Antwortoption *trifft zu*. 31, 82% der Teilnehmer finden, dass die kategorische Visualisierung die Farbvielfalt der Mahlzeit hier zutreffender widerspiegelt.

Weiterhin wurden die Studienteilnehmer im Abschlussinterview gefragt, ob sie erkannt haben, dass sie im Verlauf von zwei Wochen zwei unterschiedliche Visualisierungen gesehen haben. Nur fünf von den zwölf Teilnehmern bejahten diese Frage. Den restlichen sieben Teilnehmern ist kein nennenswerter visueller Unterschied zwischen den Visualisierungen aufgefallen.

Die fünf Personen, die einen Unterschied erkannt haben, wurden darüber hinaus gefragt, welche Visualisierung sie besser fanden. Unabhängig davon, welcher Gruppe die Studienteilnehmer anfangs zugeordnet wurden (siehe Kapitel 4.3.1), empfanden die fünf Teilnehmer die feingranulare Visualisierung als „facettenreicher“ (P86), „visuell [...] abwechslungsreicher“ (P115) und „ein bisschen genauer“ (P135). Die kategorische Visualisierung wurde hingegen eher als zu „vereinfacht“ (P145) und „nicht der Wirklichkeit [entsprechend]“ (P125) bezeichnet. Es wurde allerdings auch erwähnt, dass die kategorische Visualisierung für einen Vergleich mit anderen kategorischen Visualisierungen besser geeignet sei.

Der Ring spiegelt die Farbvielfalt meiner Mahlzeit wider.



Verteilung der Antworten auf einer 5-Punkt-Likert-Skala

Diagramm 4 Beantwortung der Aussage: Der Ring spiegelt die Farbvielfalt meiner Mahlzeit wider (Anzahl Aussagen: $n = 101$).

Dem Diagramm 4 ist allerdings auch zu entnehmen, dass sich ein großer Teil der Antworten im Bereich *teils-teils* bis *trifft nicht zu* befindet (feingranular = 40,35%, kategorisch = 43,18%). Ein Abgleich der Antworten mit den zugehörigen Fotos der Mahlzeiten und den entsprechenden Ringvisualisierungen zeigte vor allem interessante Auffälligkeiten für die kategorische Visualisierung. Insgesamt wurden hier 18 Farbvisualisierungen nur als *teils-teils* bis *trifft nicht zu* bewertet. Die Auswertung dieser 18 Bilder hat ergeben, dass sich auf diesen Fotos vor allem gelbe oder braune Essenskomponenten befinden, wie Kartoffeln, Spätzle, Linsen oder gebratene Produkte wie Chicken-Nuggets, Zwiebelringe oder

Schnitzel. Teilweise besitzen die kategorischen Visualisierungen hier einen erhöhten Rotanteil oder Braunanteil.

In Bezug auf die feingranularen Visualisierungen konnten hingegen nur vereinzelt Auffälligkeiten festgestellt werden. Die Auswertung von insgesamt 22 feingranularen Visualisierungen, die in den Bereich *teils-teils* bis *trifft nicht zu* eingeordnet wurden, zeigen, dass es vereinzelt zu Unstimmigkeiten mit den Lichtverhältnissen gekommen ist. Teilweise waren die Fotos überbelichtet oder bläulich belichtet, wodurch die feingranulare Visualisierung entsprechend eher in diesem Farbspektrum dargestellt wurde. In Abbildung 23 sind exemplarisch die Auffälligkeiten für die kategorische und feingranulare Visualisierung dargestellt. Bezüglich der kategorischen Visualisierung ist zu erkennen, dass es einen größeren Rotanteil gibt, obwohl sich an sich nichts Rotes auf dem Foto befindet. Bei näherer Betrachtung fällt allerdings auf, dass die frittierten Komponenten teilweise rötliche Übergänge haben, die allerdings auf den ersten Blick nicht auffallen. Auch die feingranulare Farbvisualisierung ist hier mit einem erhöhten Blauanteil auffällig, der allerdings wie bereits erwähnt durch die Lichtverhältnisse, unter denen das Foto erstellt wurde, bedingt ist.



Abbildung 23 Oben: Mahlzeit mit zugehöriger kategorischer Visualisierung.
Unten: Mahlzeit mit zugehöriger feingranularer Visualisierung

5.2 Verhaltensänderung

F2: Hatte die Nutzung der Applikation, aus Sicht der Nutzer, Auswirkungen auf das Ernährungsverhalten?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage wurde ebenfalls der In-App Fragebogen und das Abschlussgespräch am Ende der Studie verwendet.

Um herauszufinden, ob die Nutzung der App eine Auswirkung auf das Ernährungsverhalten der Nutzer hatte, wurden unter anderem die Bewertungen der Aussage „Ich habe heute versucht aktiv bunt zu essen“ verwendet.

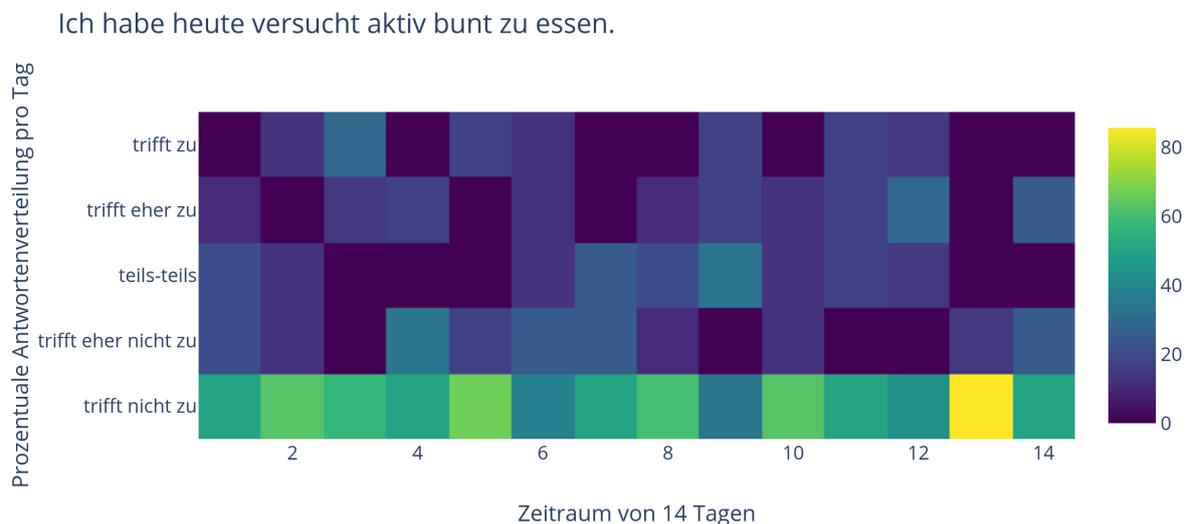


Diagramm 5 Verteilung der Antworten über einen Zeitraum von 14 Tagen

In Diagramm 5 ist der zeitliche Verlauf über einen Zeitraum von 14 Tagen und die prozentuale Antwortverteilung der Teilnehmer pro Tag dargestellt, um diese miteinander vergleichen zu können. Helle, grüne bis gelbe Farbtöne stehen hierbei für eine höhere Prozentzahl, dunkle Farbtöne hingegen für eine prozentual niedrigere Ausprägung.

Wie dem Diagramm zu entnehmen ist, hat ein großer Teil der Studienteilnehmer nicht versucht aktiv bunt zu essen. Vereinzelt gibt es prozentual höhere Ausprägungen bei den Antwortoptionen *trifft zu* und *trifft eher zu*, allerdings ist hier kein 'positiver' Trend zu erkennen.

Im finalen Interview wurden die Studienteilnehmer ebenfalls gefragt, ob sich im Verlauf der vierzehn Tage etwas an ihrem Ernährungsverhalten geändert hat. Drei der Studienteilnehmer gaben hierbei an, dass sie während der Studie versucht haben, täglich bunt zu essen und dass sich etwas an ihrem Ernährungsverhalten geändert hat und sie nun mehr darauf achten bunt zu essen. Die restlichen Befragten ($n = 9$) gaben allerdings an, dass

die Nutzung der App keine Auswirkungen auf das Essverhalten hatte und dass auch nicht versucht wurde aktiv bunt zu essen. Hierbei muss man allerdings zwischen den Gründen differenzieren. Wie der Tabelle 3 zu entnehmen ist, hat sich bei fünf Studienteilnehmern nichts am Ernährungsverhalten geändert. Einer der Teilnehmer antwortete hierbei „dass die App keinen Einfluss auf [die] Ernährung hatte“ (P125). Weiterhin gab es eine Person, die daran gedacht hat mehr Farbe in ihre Mahlzeit zu bringen, sich aber nicht gezwungen gefühlt habe, dies zu tun. Interessanterweise gaben weitere drei Personen in den Gesprächen an, nicht aktiv bunt gegessen zu haben, weil sie dies schon unterbewusst machen und daher keinen Grund für aktives Handeln gesehen haben. Diese Teilnehmer äußerten weiterhin, dass ihnen EatYourColors allerdings erst bewusst gemacht hat, dass sie sich bereits bunt ernähren. Hier betonte ein Teilnehmer sogar, dass er sich gefreut hat, wenn die Visualisierung bunt war, da dies für diese Person ein „Synonym für gesund“ (P90) sei. Vergleicht man nun die Ergebnisse aus den Abschlussgesprächen mit Diagramm 5, lässt sich hier vermuten, dass es einige Teilnehmer gab, die nicht versucht haben aktiv bunt zu essen, da sie dies schon taten, was zur häufigen Wahl von *trifft nicht zu* geführt haben könnte.

Antworten	Anzahl der Antworten ($n = 12$)
nein, ich habe nicht versucht aktiv bunt zu essen	5
nein, aber ich habe daran gedacht bunt zu essen	1
nein, ich esse schon bunt	3
ja, ich habe versucht aktiv bunt zu essen	3

Tabelle 3 Änderungen im Ernährungsverhalten

5.3 Auswahlkonzept

F3: Hatten die Nutzer Probleme beim Auswählen der Segmente?

Anhand eines selbst erstellten Fragebogens und des Abschlussinterviews sollte überprüft werden, ob die Nutzer Probleme beim Auswählen der Segmente hatten. Die Auswertung der Aussage „Ich hatte Probleme beim Anwählen der Segmente“, die auf einer 5-Punkt-Likert-Skala (*trifft nicht zu* = 1 und *trifft zu* = 5) bewertet wurde ergab, dass acht

Studienteilnehmer keine Schwierigkeiten bei der Segmentauswahl hatten. Allerdings gaben die restlichen vier Probanden an, dass diese Aussage nur eher zutrifft. Gesamt betrachtet ergab sich damit ein Median von 1 (IQA: 0). Bezüglich der Segmentauswahl erwähnte nur ein Teilnehmer im Abschlussgespräch explizit, dass es manchmal kleine Segmente gab, die schwieriger zum Anwählen waren. Dies ist auf das Fat Finger Problem [13] zurückzuführen.

5.4 User Experience

F3: Wie beurteilen die Nutzer die User Experience der Applikation?

Die User Experience wurde anhand des User Experience Questionnaires (kurz: UEQ) [44] gemessen. Hierbei handelt es sich um einen Fragebogen, der mittels semantischer Differentiale (z.B attraktiv / unattraktiv) pragmatische und hedonische Qualitäten eines Systems misst. Der UEQ besteht aus 26 "Fragen", die jeweils auf einer 7-Punkt-Likert-Skala bewertet werden können. Die Reihenfolge der abgefragten Adjektivpaare ist dabei zufällig, wobei die eine Hälfte mit einem negativen Begriff beginnt und die andere Hälfte mit einem positiven. Dies sieht im UEQ beispielsweise wie folgt aus:

attraktiv o o o o o o o unattraktiv
abstoßend o o o o o o o anziehend

Jedes Adjektivpaar ist im Bereich zwischen -3 und $+3$ skaliert, wobei -3 die negativste Antwort und $+3$ die positivste Antwort darstellt. Ein Wert von 0 stellt eine neutrale Bewertung dar. Generell sind für die Bewertung des UEQ die 26 Adjektivpaare in sechs Skalen aufgeteilt:

- **Attraktivität:** Gefällt dem Nutzer das Produkt?
- **Durchschaubarkeit:** Ist es leicht, mit dem Produkt vertraut zu werden? Ist es einfach zu erlernen?
- **Effizienz:** Können Aufgaben effizient und schnell erledigt werden?
- **Steuerbarkeit:** Hat der Nutzer das Gefühl, bei der Interaktion die Kontrolle zu besitzen?
- **Stimulation:** Ist es aufregend und motivierend, das Produkt zu verwenden?
- **Originalität:** Ist das Design des Produktes kreativ?

Die Attraktivität ist hierbei eine reine Wertigkeitsdimension und basiert auf den Eindrücken der anderen Skalen [45]. Weiterhin zählen Effizienz, Durchschaubarkeit und Steuerbarkeit zu den pragmatischen Qualitäten und Stimulation und Originalität zu den hedonischen Qualitäten [44]. Die Ergebnisse der Auswertung des User Experience Questionnaires

res in Bezug auf den Prototyp EatYourColors werden in dem folgenden Diagramm 6 dargestellt und näher erläutert. Wie dem Skalenbereich zu entnehmen ist, erreicht EatYour-

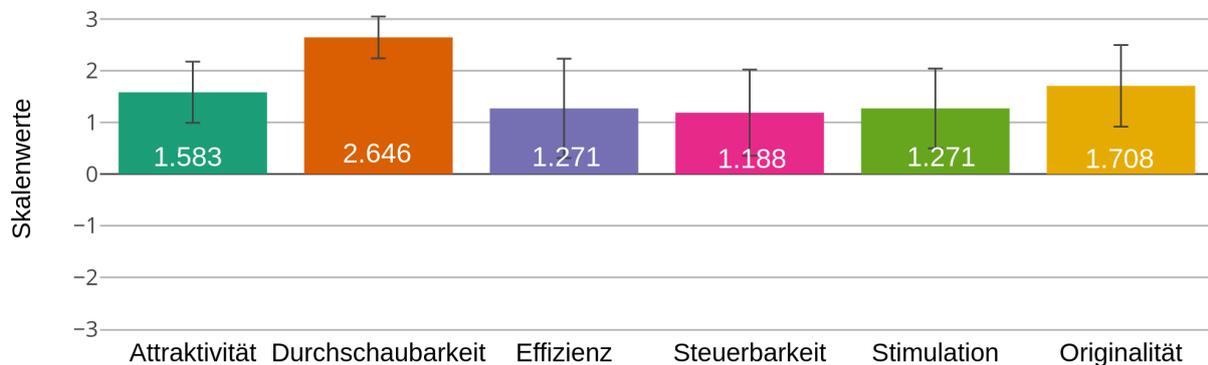


Diagramm 6 Ergebnisse des UEQ: Durchschnittliche Bewertung von EatYourColors

Colors in allen Bereichen eine positive Bewertung $> 0,8$, was laut Schrepp (2019) einer positiven Evaluation entspricht [44]. Vor allem im Bereich *Durchschaubarkeit* erzielt die Applikation eine durchschnittliche Bewertung von 2,64 Punkten. Dies bekräftigt die Ergebnisse der Abschlussgespräche, in denen der Großteil der Teilnehmer vor allem die leichte Bedienung und das übersichtliche Design der Applikation erwähnten. Wenig überraschend ist ebenfalls die niedrige Bewertung der *Steuerbarkeit* mit einer durchschnittlichen Bewertung von 1.18 Punkten. Während des Abschlussgesprächs wurden die Teilnehmer auch gefragt, was ihnen nicht gut an EatYourColors gefallen hat. Hierauf antwortete einer der Teilnehmer: „Also manchmal, hat man schon ein bisschen das Gefühl gehabt, dass die Farben, die herausgekommen sind, [mit dem] das was man gegessen hat, nicht hundertprozentig gepasst [haben]“ (P135). Dies bestätigte sich auch in den Gesprächen mit den anderen Studienteilnehmern. Die Mehrheit hatte das Gefühl, dass es einen visuellen Unterschied zwischen den Farben der Mahlzeiten gab, die mit den Augen wahrgenommen wurden und denen, die vom Testgerät festgehalten und visualisiert wurden.

Vergleich zum Benchmark Um ein besseres Verständnis für die relative Qualität der User Experience des Prototypen zu erhalten, wird im folgenden Abschnitt ein Vergleich zu der User Experience anderer bestehender Produkte durchgeführt. Der UEQ bietet dafür einen Benchmark an, der die Daten von 401 Studien und 18483 Teilnehmern (über alle Produkte verteilt) in Bezug auf verschiedene Produkte gesammelt hat (Stand 2019). Hierbei handelt es sich unter anderem um Produkte aus dem Bereich Software, soziale Netzwerke, Webseiten und Onlinehandel [44]. Das vorliegende Diagramm 7 illustriert den Benchmark von EatYourColors. Die schwarze Linie repräsentiert hierbei die durchschnittlichen Ergebnisse des Prototypen. Die einzelnen Bereiche (Attraktivität, Durch-

schaubarkeit, Effizienz, Steuerbarkeit, Stimulation und Originalität) sind zusätzlich in die folgenden fünf Kategorien [44] unterteilt:

- **Exzellente:** Das evaluierte Produkt ist unter den besten 10% der Ergebnisse.
- **Gut:** 10% der Benchmarkergebnisse sind besser als das evaluierte Produkt, 75% der Benchmarkergebnisse sind schlechter.
- **Überdurchschnittlich:** 25% der Benchmarkergebnisse sind besser als das evaluierte Produkt, 50% der Benchmarkergebnisse sind schlechter.
- **Unterdurchschnittlich:** 50% der Benchmarkergebnisse sind besser als das evaluierte Produkt, 25% der Benchmarkergebnisse sind schlechter.
- **Schlecht:** Das evaluierte Produkt gehört zu den schlechtesten 25% der Ergebnisse.

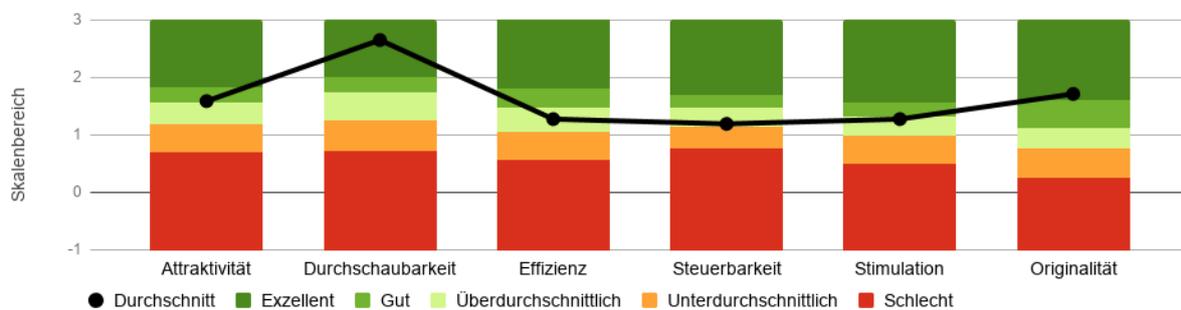


Diagramm 7 Benchmark für EatYourColors

Wie Diagramm 7 darstellt, befinden sich die Ergebnisse des EatYourColor-Prototypen jeweils im Bereich der besten 50% der verfügbaren Benchmarkergebnisse. Für die Bereiche *Durchschaubarkeit* und *Originalität* wurden sogar exzellente Ergebnisse erreicht, was bedeutet, dass EatYourColors hier zu den besten 10% der Benchmarkergebnisse gehört. An sich sind diese Ergebnisse vielversprechend. In den Abschlussgesprächen bezeichneten allerdings zwei Probanden die Applikation als nicht sonderlich kreativ. Diese wünschen sich für EatYourColors mehr Individualisierbarkeit bezüglich des Designs. Gerne würden diese Teilnehmer eine Begrüßungsnachricht sehen und das Farbschema der App nach ihren Vorstellungen anpassen können.

Wesentlich schlechter hingegen schneiden die Bereiche *Effizienz*, *Steuerbarkeit* und *Stimulation* ab. Hier wurde nur eine überdurchschnittliche Bewertung erzielt, was bedeutet, dass 25% der Benchmarkergebnisse in diesen Bereichen besser bewertet wurden als EatYourColors. Besonders im Bereich *Steuerbarkeit* wird hier ersichtlich, dass noch Potential zur Verbesserung vorhanden ist. Dies deckt sich mit den Aussagen der Studienteilnehmer im finalen Interview, „dass [die Farbvisualisierung] nicht hundertprozentig das widerspiegelt, was [der Teilnehmer isst]“ (P123). Die *Attraktivität* hingegen befindet sich bezüglich des Benchmarks im Bereich *Gut* und resultiert aus der wahrgenommenen *Durchschaubarkeit*, *Effizienz*, *Steuerbarkeit*, *Stimulation* und *Originalität* [45].

5.5 Usability

F3: Wie beurteilen die Nutzer die Usability der Applikation?

Um die Usability der Applikation zu messen, wurde der System Usability Scale Fragebogen (kurz: SUS) [7] verwendet. Der SUS ist eine einfache und schnelle Methode, um die subjektiven Bewertungen der Nutzer bezüglich der Usability eines Produkts zu sammeln und auszuwerten. Der SUS besteht aus zehn standardisierten Aussagen, die der Nutzer jeweils auf einer 5-Punkt-Likert-Skala bewertet (siehe Anhang).

In Tabelle 4 sind die Mediane der Bewertungen der Teilnehmer zu EatYourColors dargestellt. Wie auch dem Anhang zu entnehmen ist, bedeutet eine Bewertung von einem Punkt, dass der Aussage überhaupt nicht zugestimmt wird und eine Bewertung mit fünf Punkten, dass der Aussage voll zugestimmt wird.

Aussage	Median der Teilnehmerbewertung	Interquartilsabstand
1. Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde.	3	1
2. Ich fand das System unnötig komplex.	1	0
3. Ich fand das System einfach zu benutzen.	5	0
4. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können.	1	0
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dem System waren gut integriert.	5	2
6. Ich denke, das System enthielt zu viele Inkonsistenzen.	2	2
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen.	5	0
8. Ich fand das System sehr umständlich zu nutzen.	1	0
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher.	4	1
10. Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte das System zu verwenden.	1	0

Tabelle 4 Ergebnisse des System Usability Scales auf einer 5-Punkt-Likert-Skala

Weiterhin hat die Auswertung des System Usability Scores ergeben, dass EatYourColors im Durchschnitt von den Teilnehmern mit 87 Punkten bewertet wird. Laut der Bewertungsskala von Bangor, Kortum und Miller (2008) befindet sich ein Produkt in einem akzeptablen Bereich, wenn es mindestens 70 Punkte erreicht (siehe Abbildung 24). Damit ist EatYourColors allerdings nicht nur in diesem akzeptablen Bereich einzustufen, was die Gebrauchstauglichkeit betrifft, sondern ist sogar als ein exzellentes System einzuordnen [7]. Jedoch ist die Bewertung von 87 Punkten ($SD = 6,64$) mit Vorsicht zu betrachten, da es für die durchgeführte Studie kein Vergleichsprodukt gab und diese nur mit einer geringen Teilnehmerzahl ($n = 12$) durchgeführt wurde. Es ist somit nicht möglich eine Aussage darüber zu treffen, ob EatYourColors besser oder schlechter ist als andere Produkte. Die aktuelle Bewertung von EatYourColors könnte jedoch als Vergleichsgrundlage mit einer verbesserten EatYourColors-Version oder einer anderen, ähnlichen Applikation herangezogen werden, um zukünftig fundierte Aussagen zu treffen.

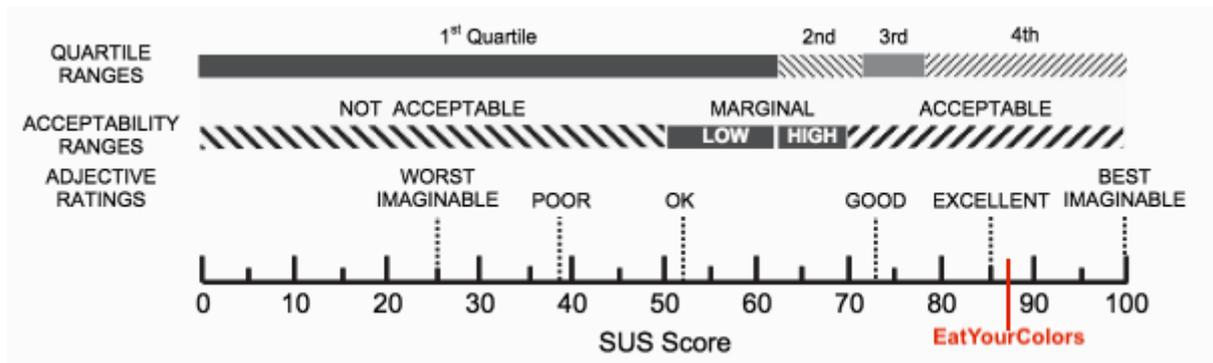


Abbildung 24 Einordnung des SUS-Ergebnisses in den Punktebereich von 0-100 [8]

5.6 Diskussion & Einschränkungen

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Ergebnisse kurzgefasst präsentiert und anschließend diskutiert. Weiterhin sollen hier etwaige Einschränkungen aufgezeigt werden, wobei Ansätze zur Verbesserung Gegenstand von Abschnitt 5.7 sein werden. Weiterhin haben die nachfolgenden Ergebnisse aufgrund der geringen Teilnehmerzahl nur bedingt Gültigkeit und sollten nicht verallgemeinert werden.

F1: Farbgetreueheit

- Der Großteil der Teilnehmer hat keinen visuellen Unterschied zwischen der kategorischen und feingranularen Visualisierung erkannt.
- Für beide Visualisierungen befand sich die Mehrheit der Bewertungen der Farbübereinstimmung im Bereich *zutreffend* bis *eher zutreffend*.
- Bei der kategorischen Visualisierung wurde die Farbübereinstimmung vor allem bei Mahlzeiten mit gelben oder braunen Essenskomponenten im Bereich *teils-teils* bis *trifft nicht zu* bewertet.
- Bei der feingranularen Visualisierung traten nur vereinzelt Auffälligkeiten auf.

Tabelle 5 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Farbgetreueheit

Wie den Ergebnissen aus Abschnitt 5.1 zu entnehmen ist, konnte während der 14-tägigen Studie kein direkter Favorit in Bezug auf die Visualisierung ermittelt werden. Obwohl zu Beginn der Studie erwähnt wurde, dass sich die Farbvisualisierung im Verlauf der zwei Wochen ändern wird, hat der Großteil der Studienteilnehmer keinen Unterschied in den Visualisierungen wahrgenommen.

In Anbetracht der prozentualen Antwortverteilung langten bezüglich der feingranularen Visualisierung insgesamt 59,65% der Antworten im Bereich *trifft zu* bis *trifft eher zu*. Für die kategorische Visualisierung traf dies nur auf 56,82% der Antworten zu. Weiterhin wurde ein großer Teil der Visualisierung (kategorisch und feingranular) mit *teils-teils* bis hin zu *nicht zutreffend* bewertet. Die Überprüfung der Studienantworten mit den entsprechenden Bildern und Visualisierungen hat vor allem für die kategorische Visualisierung hier interessante Auffälligkeiten aufgezeigt. Die kategorischen Visualisierungen die mit *teils-teils* bis *nicht zutreffend* bewertet wurden, hatten hier gemeinsam, dass sich auf allen Bildern braune oder gelbe Essenskomponenten befanden, die vermutlich nicht richtig farblich zugeordnet wurden. Dies ist allerdings nicht weiter verwunderlich: bei näherer Betrachtung der Fotos ist zu erkennen, dass die sich darauf befindenden Essenskomponenten teilweise durch den Schatten des jeweiligen Nutzers verdunkelt wurden, wodurch beispielsweise gelbe Kartoffeln als braun eingestuft wurden und nicht als gelb. Dem Nutzer, der natürlich direkt vor seiner Mahlzeit sitzt oder steht, fällt dies nicht auf, da er vermutlich die sich vor ihm befindende Mahlzeit mit dem Farbring abgleicht - bei diesem handelt es sich nur um eine Momentaufnahme. Allerdings werden beide Farbvisualisierungen generell auch stark von den Lichtverhältnissen beeinflusst, wie es in Abbildung 23 unter anderem dargestellt wurde. Dies ist vereinzelt bei der feingranularen Visualisierung

zu erkennen und lässt vermuten, dass dies ein Grund für die nicht vorhandene Farbübereinstimmung sein könnte. In den Interviews wurde hier auch teilweise erwähnt, dass die Studienteilnehmer nicht verstanden haben, weshalb der feingranulare Farbring die Farben schwarz oder grau anzeigte, obwohl die Mahlzeit diese auf den ersten Blick nicht enthielt. Ein Teilnehmer äußerte sich hierbei zu einer seiner eigenen Visualisierungen wie folgt: „Also eigentlich ist das doch gar nicht so schlecht, was ich hier jetzt esse [...] und warum ist das denn jetzt alles in einem braun-schwarz-Gemisch?“ (P123). Wahrscheinlich entsprach die Visualisierung nicht dem mentalen Farbmodell des Nutzers. Dies lässt vermuten, dass Lichtverhältnisse, fallende Schatten auf die Mahlzeit und die Lichtreflexionen von Objekten aus der Umgebung teilweise der Grund für eine als negativ bewertete Farbdarstellung sein könnten. Weiterhin muss bedacht werden, dass die Studie Ende Januar bis Mitte Februar durchgeführt wurde - zu einer Jahreszeit, in der es tagsüber öfters düster ist und dadurch die Farben auf den Fotos dunkler wirken können als sie mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden.

F2: Verhaltensänderung

- Die eine Hälfte der Teilnehmer gab an, nicht versucht zu haben sich aktiv bunt zu essen.
- Die andere Hälfte der Teilnehmer gab an, sich bereits farbig zu ernähren oder hat dies mit EatYourColors aktiv versucht.
- Die Hälfte der Nutzer gab an, dass EatYourColors sie beeinflusst hat, mehr über die Farbigkeit von Mahlzeiten nachzudenken.

Tabelle 6 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Verhaltensänderung

Aus den Ergebnissen aus Abschnitt 5.2 kann geschlossen werden, dass die Verwendung von EatYourColors zumindest auf die Hälfte der Studienteilnehmer einen positiven Einfluss hatte. Die Abschlussgespräche haben hier gezeigt, dass die Hälfte der Teilnehmer mit EatYourColors aktiv versucht hat farbig zu essen oder ihnen zumindest bewusst gemacht wurde, dass sie dies schon tun. Die Befragung der restlichen Teilnehmer zeigte jedoch auch, dass die Farbe einer Mahlzeit kein ausschlaggebendes Kriterium bei der Auswahl der Mahlzeit sein muss. Sowohl der Geschmack einer Mahlzeit und der beim Essen hervorgerufene Emotionszustand scheinen Faktoren bei der Wahl des Gerichtes zu sein. Ein Studienteilnehmer beschrieb dies mit: „Ich kann einfach Schokolade essen und werde auch froh sein“ (P125). An dieser Stelle wird ersichtlich, dass EatYourColors nicht unbedingt für alle Menschen geeignet ist. Die Bereitschaft zur Verhaltensänderung ist ein wichtiger Punkt bei der Nutzung der Applikation. Einer der Teilnehmer, der durch die Applikation versucht hat aktiv mehrfarbig zu essen, erwähnte unter anderem, dass man „die Ringe sehr leicht austricksen kann [...] ohne sich gesünder zu ernähren“ (P112). Es ist natürlich

kontraproduktiv, wenn Nutzer eine Portion Gummibärchen fotografieren, eine bunte Visualisierung sehen und daraufhin das Gefühl haben, sich gesund zu ernähren. Dies ist eine bekannte Einschränkung, die natürlich für die weitere Entwicklung der EatYourColors-Applikation berücksichtigt werden sollte. Zusammenfassend lässt sich jedoch sagen, dass ein Ernährungstagebuch mit dem Ziel, die Farbe der Mahlzeiten zu erfassen, funktionieren könnte, um Nutzern eine bunte Ernährung nahe zu bringen.

F3: Auswahlkonzept

- Der Großteil der Nutzer hatte keine Probleme bei der Auswahl der Segmente.
- Eine Person kam explizit in Berührung mit dem Fat Finger Problem.

Tabelle 7 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des Auswahlkonzepts

Bezüglich des Auswahlkonzeptes wurde evaluiert, ob die Nutzer Probleme beim Anwählen der Segmente hatten. Interessanterweise zeigte sich hierbei, dass ein sehr großer Teil der Studienteilnehmer keine Schwierigkeiten beim Selektieren hatte. Die Befragung beim Abschlussgespräch ergab allerdings, dass es auch eine Person gab, die Probleme mit der Segmentanwahl hatte und dies auch explizit nannte. Dieser Proband beschrieb, dass die Segmente teilweise klein waren, wodurch er mehrere Anläufe zur direkten Segmentauswahl benötigte. Dieses Fat Finger Problem, bei dem der Nutzer nicht zwangsläufig auf Anhieb das Objekt mit dem Finger auswählen kann, das er möchte [13], ist eine Einschränkung, die erwartet wurde und bekannt ist, da ein Kompromiss zwischen Schnelligkeit und Genauigkeit der Segmentauswahl eingegangen werden musste.

F4: User Experience

- EatYourColors erhielt in allen Bereichen mindestens eine überdurchschnittliche Bewertung im Vergleich zum Benchmark.
- Die *Durchschaubarkeit* und *Originalität* befinden sich im exzellenten Bereich.
- Verbesserung besteht vor allem in den Bereichen: *Steuerbarkeit*, *Effizienz*, *Stimulation*.

Tabelle 8 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse bezüglich der User Experience

Im Benchmarkvergleich hat sich gezeigt, dass die User Experience in allen Bereichen mindestens eine überdurchschnittliche Bewertung erzielt hat. Besonders die *Durchschaubarkeit* und die *Originalität* des Prototypen erhielten eine exzellente Bewertung. In den

finalen Interviews bestätigte sich dies, da ein großer Teil der Probanden die leichte Bedienung lobte und die Visualisierung von Farbe als „interessant“ (P90) und „kreativ“ (P125) empfand. Ein Teilnehmer meinte hierzu sogar, dass die Bedienung so leicht sei, dass die Großmutter es auch „einfach benutzen könn[te] [...] verglichen zu anderen Apps“ (P90). Allerdings ist bei näherer Betrachtung der Ergebnisse zu sehen, dass in den Bereichen *Steuerbarkeit*, *Effizienz* und *Stimulation* noch Bedarf zur Verbesserung besteht. Bezüglich der *Stimulation* zeigte sich in den Abschlussgesprächen, dass zwei Probanden gerne mehr Feedback als Bestätigung von der Applikation gehabt hätten. Dies könnte natürlich ein Grund dafür sein, weshalb die Applikation auch in diesem Bereich niedriger bewertet wurde, auch wenn das zusätzliche Feedback nur von zwei Probanden angesprochen wurde. Entsprechende Designempfehlungen werden in Kapitel 5.7 dargestellt.

Weiterhin sollte vor allem mit der *Steuerbarkeit* unter anderem der Aspekt „Hat der Nutzer das Gefühl bei der Interaktion die Kontrolle zu besitzen?“ abgefragt werden. Hier kann gesagt werden, dass es eher eine Tendenz zum Gefühl des Kontrollverlustes gibt. Dies wurde besonders in den Interviews ersichtlich, bei denen die Nutzer unter anderem gefragt wurden, was ihnen an der Applikation nicht gefallen hat. Am häufigsten wurde hierbei die Ungenauigkeit des Segmentierungsalgorithmus und die nicht getreue Farbdarstellung innerhalb der Visualisierungen (siehe Diskussion weiter oben) bemängelt. Bezüglich der Segmentierung wurde dabei teilweise erwähnt, dass manche Segmente ein Stück vom Teller eingeschlossen haben. Dies führte weiterhin dazu, dass sich manche Nutzer bei der Segmentauswahl unsicher waren, ob sie das entsprechende Segment anwählen sollten oder nicht. Dies ist ein valider Punkt, der bei der zukünftigen Weiterentwicklung berücksichtigt werden sollte, um die Nutzererfahrung in diesem Bereich zu steigern. Die niedrige *Effizienz* lässt sich unter anderem mit der 'Langsamkeit' des Segmentierungsalgorithmuses begründen. Hier erwähnten zwei Teilnehmer, dass sie diesen als zu langsam empfunden haben. Im Durchschnitt benötigte der Segmentierungsalgorithmus 9,64 Sekunden ($SD = 0,77$ Sekunden). An dieser Stelle ist zu sagen, dass es sich um eine bekannte Einschränkung handelt, die während der Entwicklung des Prototypen eingegangen werden musste, da die Segmentierung aktuell ausschließlich auf den Smartphones stattfindet. Dies hat jedoch den Vorteil, dass EatYourColor auf eine Internetverbindung verzichten und überall verwendet werden kann. Natürlich wäre es möglich, den Algorithmus schneller zu gestalten, allerdings würde dies dazu führen, dass Segmente größer und ungenauer werden würden und noch mehr Tellerrand beinhalten würden. Dies würde dann zwar die *Effizienz* steigern, aber die *Steuerbarkeit* würde darunter leiden. Im Umkehrschluss gilt daher auch: Je genauer die Segmente erkannt werden, desto mehr Zeit benötigt der Algorithmus für die Berechnung. Dies würde folglich zu einer Steigerung der *Steuerbarkeit* führen, allerdings würde die *Effizienz* vermutlich sinken. An dieser Stelle wird klar, dass es wahrscheinlich keine 'perfekte' Lösung geben wird, solange der Algorithmus weiter auf den Smartphones

berechnet wird. Ein entsprechender Lösungsansatz soll daher in Abschnitt 5.7 aufgezeigt werden.

F5: Usability

- EatYourColors erhielt einen exzellenten SUS-Score.
- Die Applikation war von den Nutzern leicht zu erlernen und leicht zu nutzen.
- Die meisten Nutzer können sich vorstellen, die Applikation häufiger zu benutzen.

Tabelle 9 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse bezüglich der Usability

Die Auswertung des System Usability Scale Fragebogens hat für die EatYourColors Applikation einen exzellenten Wert ergeben. Die meisten Studienteilnehmer gaben an, dass ihnen das Erlernen des Systems leicht fiel und sie keine Unterstützung einer technisch versierten Person benötigen würden. Dies deckt sich auch mit den Aussagen der Probanden in den Abschlussinterviews. EatYourColors wurde oft dabei als „leicht zu benutzen“ (P90) und „selbsterklärend“ (P86) bezeichnet. Weiterhin können sich die meisten Probanden vorstellen, das System häufiger zu benutzen. Auch dies konnte in den Abschlussinterviews bestätigt werden. Auch wenn der gegenwärtige SUS-Score auf den ersten Blick sehr positiv erscheint, sollte dieser sehr kritisch betrachtet werden. Die bereits erwähnte geringe Teilnehmerzahl sowie die nicht vorhandene Möglichkeit eines Vergleichs von EatYourColors mit anderen ähnlichen Systemen führen dazu, dass der SUS-Score nur bedingt aussagekräftig ist. Es kann daher nicht genau beurteilt werden, ob die Applikation besser oder schlechter im Vergleich zu anderen Produkten ist. Allerdings könnte der erreichte Score zukünftig benutzt werden, um ähnliche Produkte mit EatYourColors zu vergleichen, die ebenfalls mit einer farbbasierten Erfassung arbeiten.

5.7 Verbesserungsvorschläge & Designvorschläge

Im folgenden Abschnitt werden verschiedene Ansätze zur Verbesserung im Hinblick auf die genannten Einschränkungen aus Kapitel 5.6 aufgezeigt. Zusätzlich werden hier auch Erweiterungen des Designs vorgeschlagen.

5.7.1 Auslagerung des Segmentierungsalgorithmus

Wie bereits beschrieben findet aktuell die Berechnung der Segmente auf den Smartphones statt. Das hat zwar den Vorteil, dass EatYourColors keine Internetverbindung benötigt

und jederzeit verwendet werden kann, allerdings musste dabei ein Kompromiss zwischen der Genauigkeit und der Schnelligkeit bei der Segmenterstellung eingegangen werden.

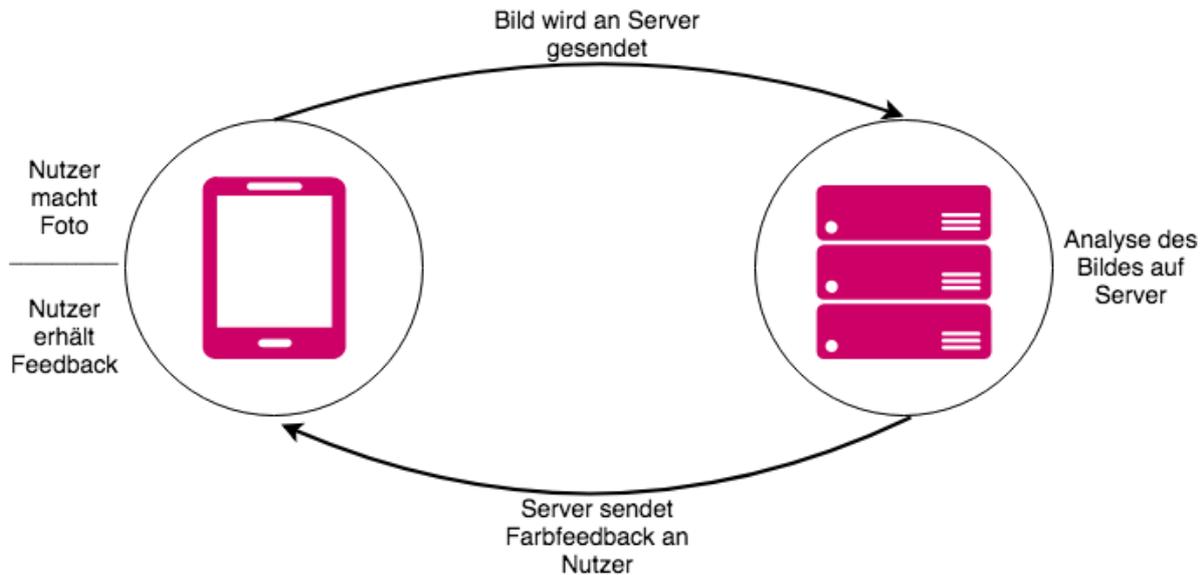


Diagramm 8 Darstellung der Auslagerung

Eine Verbesserungsmöglichkeit wäre, die Berechnung des Segmentierungsalgorithmus auf einen externen, hardware-stärkeren Server auszulagern (siehe Diagramm 8). Dadurch könnte das Segmentieren nicht nur genauer durchgeführt werden, sondern die benötigte Rechenzeit könnte auch gesenkt werden. Langfristig betrachtet könnte sich diese Vorgehensweise positiv auf die Nutzererfahrung auswirken, da eventuell dadurch die *Steuerbarkeit* und die *Effizienz* gesteigert werden könnten. Dies wiederum würde sich wahrscheinlich positiv auf das Farbfeedback auswirken, da die Segmente weniger bis keinen Tellerrand beinhalten würden, was der Widerspiegelung der Farbvielfalt zu Gute kommt. Natürlich bräuchte EatYourColors eine dauerhafte und sehr schnelle Internetverbindung.

Alternativ dazu wäre auch denkbar, einen Hybridansatz zu verwenden. Hiermit ist gemeint, dass die Analyse der Fotos auf dem Smartphone stattfindet, wenn keine Internetverbindung verfügbar ist und an den Server geschickt wird, sobald eine Internetverbindung erstellt werden kann. Dadurch könnte eine Analyse der Bilder zu jeder Zeit garantiert werden. Allerdings müsste man hier auch die unterschiedliche Dauer in der Rechenzeit berücksichtigen, wodurch die Nutzererfahrung vermutlich sinken würde und die Nutzer eventuell sogar einen negativen Eindruck von der App bekommen könnten.

5.7.2 Regulierung der Lichtverhältnisse

Wie aufgezeigt gibt es Diskrepanzen zwischen der Farbwahrnehmung der Nutzer und der Farbvisualisierung von EatYourColors. Eine große Einschränkung stellen die Lichtverhältnisse dar, unter denen die Mahlzeiten fotografiert werden.

Hier gibt es mehrere Lösungsansätze, wie man diese Problematik angehen könnte.

Automatischer Weißabgleich Ein Lösungsansatz wäre es, einen automatischen Weißabgleich mit dem erstellten Foto durchzuführen, bevor dieses segmentiert wird. Dadurch wird das Foto auf die Lichtverhältnisse am Ort der Aufnahme sensibilisiert. Allerdings funktioniert der automatische Weißabgleich nur dann, wenn sich auf dem erstellten Foto eine weiße und große Fläche befindet. Über diesen findet nämlich die Farbreulation statt. Ist dies nicht der Fall, können die aufgenommenen Fotos einen Blaustich bekommen [51].

Referenzmarkierung Ein weiterer Ansatz, um die Farbgetreue zu erhöhen, besteht in der Verwendung einer Referenzmarkierung, die man auch *fiducial marker* nennt [2]. Hierbei handelt es sich um ein Objekt, das eine bestimmte Farbe, Form und Größe besitzt (z. B. ein Quadrat im bunten Schachbrettmuster). Dieses wird anschließend neben die Mahlzeit gelegt und beides wird auf einem Foto festgehalten. Im Falle von EatYourColors könnte eine solche Referenzmarkierung verwendet werden, um die Farben des erstellten Fotos an die Farben der Referenzmarkierung anzupassen und zu korrigieren. Allerdings hat dies auch den Nachteil, dass die Referenzmarkierung immer von den Nutzern mitgetragen werden müsste und somit eine zusätzliche Belastung darstellen könnte. Weiterhin könnte es auch hier zu unerwünschten Ergebnissen kommen, wenn auf die Referenzmarkierung beim Fotografieren Schatten fällt. In diesem Fall würde das Foto vermutlich heller dargestellt werden.

5.7.3 Motivierendes Feedback

Die Auswertung des UEQ hat ergeben, wurde die *Stimulation* eher niedrig bewertet. Mit dieser wird unter anderem abgefragt, ob die Nutzer die Applikation als motivierend und aufregend empfinden. Wie sich in den Abschlussgesprächen gezeigt hat, finden die Nutzer das Farbfeedback generell gut, allerdings wünschen sich einige Nutzer ein zusätzliches Feedback zu der Farbvisualisierung.

Buntheitsscore Eine Möglichkeit wäre, einen Buntheitsscore auf einer Skala von z. B. 0-100 zu berechnen und diesen zusätzlich zum Farbring anzeigen zu lassen. Je nachdem wie hoch dieser Score dann wäre, könnte sich der Nutzer über einen Tipp-Knopf zusätzliche Ratschläge holen, wie er sich farbiger ernähren könnte.

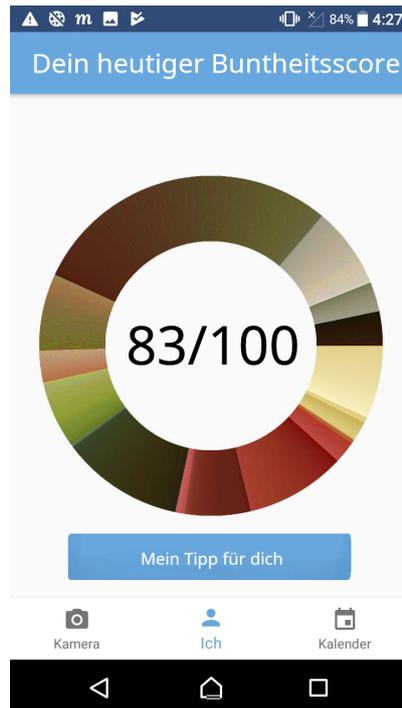


Abbildung 25 Designvorschlag für ein erweitertes Feedback

Hier könnte zum Beispiel beschrieben sein, wie sich der Tagesscore für den Nutzer zusammengesetzt hat oder welche Farben verhältnismäßig weniger gegessen wurden. Weiterhin könnte in dem Tipp eine positive Nachricht stehen wie zum Beispiel „Super du hast heute 83 Punkte erreicht! Mach weiter so“.

KAPITEL 6

Zusammenfassung & Ausblick

Die Ernährung ist ein wichtiger Bestandteil im Alltag eines jeden Menschen mit großen Auswirkungen auf die Lebensqualität und die Gesundheit. Dabei variieren die Ziele, die für die Ernährung angestrebt werden, von Person zu Person und reichen von der Körpergewichtsreduzierung über das Erzielen einer balancierten Ernährung bis hin zur Minimierung der Aufnahme von beispielsweise tierischen Produkten. Um solch eine Verhaltensveränderung langfristig zu dokumentieren, werden mittlerweile vor allem Smartphone-Applikationen in Form von mobilen Ernährungstagebüchern verwendet. Sowohl in der Forschung als auch im kommerziellen Bereich gibt es hier unterschiedliche Herangehensweisen zur Dokumentation des Ernährungsverhaltens. Der Fokus dieser Applikationen liegt dabei vor allem auf dem Zählen von Kalorien und anderen Nährwertdaten. Dies ist in vielen Fällen mit einem erhöhten Zeitaufwand für den Nutzer verbunden. Unbeachtet blieb dabei bisher auch der positive Zusammenhang zwischen der Buntheit einer Mahlzeit und deren Gesundheitsaspekt, der im Bereich der Gesundheitspsychologie erforscht wurde. Aufgrund des erhöhten Zeitaufwands einiger mobiler Ernährungstagebücher und der fehlenden Verfügbarkeit einer mobilen Applikation, die eine farbbasierte Herangehensweise zur Dokumentation der Ernährung verwendet, wurde der in dieser Arbeit vorgestellte Prototyp EatYourColors entwickelt und evaluiert.

EatYourColors wurde mit dem Ziel entwickelt, dem Nutzer ein farbbasiertes Feedback zu seinen Mahlzeiten zu geben und dabei eine leichtgewichtige Aufzeichnungsmöglichkeit anzubieten. Hierfür verwendet die Applikation die interne Smartphonekamera zur Aufzeichnung der Mahlzeiten. Durch einen Segmentierungsalgorithmus wird das erstellte Foto in Segmente unterteilt, wodurch Essenskomponenten von Nicht-Essenskomponenten abgegrenzt werden. Dem Nutzer ist es daraufhin überlassen, Segmente, die Essenskomponenten enthalten, auszuwählen. Diese werden anschließend auf der Farbebene ausgewertet und in Ringform visualisiert. Mittels eines eingebauten Kalenders besitzt der Nutzer weiterhin die Möglichkeit, erstellte Mahlzeitenfotos mit entsprechender Visualisierung rückblickend zu betrachten.

Für die Evaluation des Prototypen wurden zwei unterschiedliche Farbvisualisierungen (kategorisch und feingranular) implementiert und miteinander verglichen. Diese Visuali-

sierungen wurden in einer 14-tägigen *in the wild* Studie von 12 Probanden getestet, wobei die Probanden täglich ein Foto des Mittagessens erstellen sollten. Zu Evaluationszwecken wurden die Probanden in zwei Gruppen aufgeteilt, wobei die eine Gruppe zuerst die feingranulare Visualisierung sah und die andere die kategorische Visualisierung. Nach sieben Tagen wurden die Visualisierungen durch die entsprechende andere Visualisierung ausgetauscht.

Die Evaluation des Prototypen wurde mit dem Zweck durchgeführt, die erhobenen Forschungsfragen in Hinblick auf die Farbgetreue, die Verhaltensänderung, das Auswahlkonzept, die User Experience und die Usability beantworten zu können. Die Studienergebnisse haben bezüglich der Farbgetreue gezeigt, dass beide Visualisierungen (kategorisch und feingranular) die Farben der Mahlzeiten in vielen Fällen zutreffend dabei konnte jedoch kein klarer Favorit ermittelt werden. Weiterhin zeigte sich, dass beide Visualisierungen unterschiedliche Anfälligkeiten besitzen und somit die Farbdarstellung teilweise nicht den Nutzererwartungen entsprochen hat. Bei der kategorischen Visualisierung wurden oft Essenskomponenten von gelber oder brauner Farbe durch eine Farbkategorie repräsentiert, die nicht der Nutzererwartung entsprach. Der starke Einfluss der Lichtverhältnisse hingegen machte sich vor allem in der feingranularen Visualisierung bemerkbar, wodurch zum Beispiel kleine Schatten durch schwarze Bereiche in der Visualisierung dargestellt wurden. Dies entsprach nicht der Nutzererwartung.

Bezüglich der Verhaltensänderung zeigten die Ergebnisse, dass die Hälfte der Probanden während der Studie versucht hat, sich aktiv farbig zu ernähren. Diese Probanden gaben weiterhin an von EatYourColors beeinflusst worden zu sein, mehr über die Farbigkeit von Mahlzeiten nachzudenken.

Das verwendete Auswahlkonzept wurde vom Großteil der Probanden problemlos genutzt. Ein Proband hingegen stieß auf das Fat Finger Problem und wies explizit auf die geringe Größe mancher Auswahlflächen hin, die das Anwählen dieser erschwerte.

Die Auswertung des User Experience Questionnaires ergab für EatYourColors in allen Bereichen eine mindestens überdurchschnittliche Bewertung im Benchmarkvergleich. Vor allem im Bereich der *Durchschaubarkeit* und der *Originalität* konnte der Prototyp exzellente Ergebnisse erzielen. Nichtsdestotrotz zeigte sich hier auch, dass dieser vor allem im Bereich der Steuerbarkeit, Effizienz und Stimulation Verbesserungsbedarf benötigt. Hier vielen die Bewertungen schlechter aus, was sich unter anderem durch die Langsamkeit des Segmentierungsalgorithmuses und die teilweise nicht den Erwartungen entsprechende Darstellung der Farben innerhalb der Visualisierung erklären lässt.

Weiterhin ergaben die Auswertungen des System Usability Scale Fragebogens einen exzellenten SUS-Score für den Prototypen. Dieser ist jedoch aufgrund der geringen Teilnehmerzahl und den fehlenden Vergleichswerten nur bedingt aussagekräftig.

Die Ergebnisse konnten generell zeigen, dass der Prototyp in vielen Punkten gut funktioniert und EatYourColors von den Probanden positiv aufgefasst wurde. Die Studie zeigte jedoch auch Verbesserungsmöglichkeiten in verschiedenen Bereichen auf, wie die Auslagerung des Segmentierungsalgorithmuses oder die Regulierung der Lichtverhältnisse. Im Verlauf der Studie und deren Auswertung ergaben sich auch weitere Forschungsfragen und Erweiterungsmöglichkeiten.

Weitere Forschungsfragen Zukünftig könnte untersucht werden, ob die Nutzung der Applikation langfristig betrachtet Auswirkungen auf das Ernährungsverhalten der Probanden hatte. Hierzu könnte man eine später stattfindende *follow-up* Studie durchführen. Ebenfalls wäre es auch untersuchenswert, ob sich die hier entstandenen Ergebnisse auch in anderen Kulturkreisen, Regionen und Altersgruppen reproduzieren lassen. Weiterhin wurde die in dieser Arbeit beschriebene Studie in den Monaten Januar und Februar durchgeführt; zu Jahreszeiten, die in Deutschland eher als 'düster' beschrieben werden könnten. Es wäre daher sinnvoll eine jahreszeitenunabhängige Studie durchzuführen, wodurch die Visualisierungen in Hinblick auf unterschiedliche Lichtverhältnisse ausführlich getestet werden könnten.

Erweiterungsmöglichkeiten des Prototyps Während dieser Studie wurde bei EatYourColors nur das Mittagessen berücksichtigt und dementsprechend nur ein Foto pro Tag gespeichert. Hier könnte man den Prototypen erweitern und den Nutzern die Möglichkeit liefern, beliebig viele Mahlzeiten pro Tag aufzuzeichnen. Weiterhin wäre es denkbar, den Kalender mit einer akkumulierten Visualisierung der aktuellen Woche zu erweitern. Diese akkumulierte Visualisierung würde erstellt werden aus den Daten aller in dieser Woche dokumentierten Mahlzeiten. Dadurch könnten Defizite in der mittelfristigen Ernährungsstrategie besser aufgezeigt werden. Zuletzt wäre es auch denkbar, die Kernelemente der Applikation in einen Teil des SMARTACT-Projekts [41] aufzunehmen. Dieses könnte damit um eine Applikation erweitert werden, die eine farbbasierte Feedbackfunktion als Interventionsmethode zum Erhalt und der Förderung eines normalen und gesunden Essverhaltens, verwendet.

Referenzen

- [1] Alameri Abdulrahman und Tomoko Ozeki. "Food Image Recognition by Using Bag of SURF: Color Features". In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Human-Agent Interaction*. HAI '15. Daegu, Kyungpook, Republic of Korea: ACM, 2015, S. 207–208. ISBN: 978-1-4503-3527-0. DOI: 10.1145/2814940.2814976. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2814940.2814976>.
- [2] Ziad Ahmad u. a. "A Mobile Food Record For Integrated Dietary Assessment". In: *Proceedings of the 2Nd International Workshop on Multimedia Assisted Dietary Management*. MADiMa '16. Amsterdam, The Netherlands: ACM, 2016, S. 53–62.
- [3] Amazon.com, Inc. "What is Amazon Mechanical Turk". URL: <https://www.mturk.com/worker/help>. [Zugriff: 18.02.2019]. 2019.
- [4] M. Anthimopoulos u. a. "Segmentation and recognition of multi-food meal images for carbohydrate counting". In: *13th IEEE International Conference on Bioinformatics and BioEngineering*. Nov. 2013, S. 1–4.
- [5] AppTornado GmbH. *Most popular Google Play categories*. [Zugriff: 16.04.2019]. 2019. URL: <https://www.appbrain.com/stats/android-market-app-categories>.
- [6] Eirik Årsand u. a. "Mobile Phone-Based Self-Management Tools for Type 2 Diabetes: The Few Touch Application". In: *Journal of Diabetes Science and Technology* 4.2 (2010). PMID: 20307393, S. 328–336. DOI: 10.1177/193229681000400213. eprint: <https://doi.org/10.1177/193229681000400213>. URL: <https://doi.org/10.1177/193229681000400213>.
- [7] Aaron Bangor, T Kortum und T Miller. "An Empirical Evaluation of the System Usability Scale". In: *International Journal of Human-Computer Interaction* 24.6 (Juli 2008), S. 574–594. DOI: 10.1080/10447310802205776.
- [8] Aaron Bangor, T Kortum und T Miller. *An Empirical Evaluation of the System Usability Scale*. Juli 2008. DOI: 10.1080/10447310802205776.

- [9] Eric P.S. Baumer u. a. "Prescriptive Persuasion and Open-ended Social Awareness: Expanding the Design Space of Mobile Health". In: *Proceedings of the ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work*. CSCW '12. Seattle, Washington, USA: ACM, 2012, S. 475–484. ISBN: 978-1-4503-1086-4. DOI: 10.1145/2145204.2145279. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2145204.2145279>.
- [10] Ingrid Brüggemann. *Die Ernährungspyramide – Richtig essen lehren und lernen*. Bonn: Bonifatius GmbH, 2018.
- [11] Katerina Budikova. *Lunch picture*. <https://pixabay.com/photos/salad-food-lunch-plate-587669/>. [Zugriff: 06.01.2019]. 2019.
- [12] Simon Butscher u. a. "Lightweight Visual Data Analysis on Mobile Devices - Providing Self-Monitoring Feedback". In: Juni 2016.
- [13] Andreas Butz und Antonio Krüger. *Mensch-Maschine-Interaktion*. Oldenburg: De Gruyter, 2014.
- [14] Carlos Calvo, Ana Salvador und Susana Fiszman. "Influence of colour intensity on the perception of colour and sweetness in various fruit-flavoured yogurts". In: *European Food Research and Technology* 213 (Aug. 2001), S. 99–103. DOI: 10.1007/s002170100359.
- [15] D. Comaniciu und P. Meer. "Mean shift: a robust approach toward feature space analysis". In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 24.5 (Mai 2002), S. 603–619. ISSN: 0162-8828. DOI: 10.1109/34.1000236.
- [16] Sunny Consolvo u. a. "Designing for Healthy Lifestyles: Design Considerations for Mobile Technologies to Encourage Consumer Health and Wellness". In: *Found. Trends Hum.-Comput. Interact.* 6 (2014), S. 167–315.
- [17] Josh Constine. "WhatsApp hits 1.5 billion monthly users. Dollar 19B? Not so bad." URL: <https://techcrunch.com/2018/01/31/whatsapp-hits-1-5-billion-monthly-users-19b-not-so-bad/>. [Zugriff: 19.02.2019]. 2019.
- [18] Felicia Cordeiro u. a. "Barriers and Negative Nudges: Exploring Challenges in Food Journaling". In: *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '15. Seoul, Republic of Korea: ACM, 2015, S. 1159–1162.
- [19] Daniel Evans. "MyFitnessPal". In: *British Journal of Sports Medicine* 51.14 (2017), S. 1101–1102. ISSN: 0306-3674. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095538. eprint: <https://bjsm.bmj.com/content/51/14/1101.full.pdf>. URL: <https://bjsm.bmj.com/content/51/14/1101>.

- [20] Johann Wolfgang von Goethe. "Zitat von Johann Wolfgang von Goethe". URL: <https://www.zitate.eu/author/von-goethe-johann-wolfgang/zitate/194689>. [Zugriff: 25.03.2019]. 2019.
- [21] Google. "Material Design". URL: <https://material.io>. [Zugriff: 28.02.2019]. 2019.
- [22] Government of South Australia. *Eat a Rainbow of Fruits and Vegetables – Links to the Early Years Learning Framework for Australia*. [Zugriff: 17.03.2019]. 2018. URL: https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/974b76804378fac%207b323ffc9302c1003/Eat_a_Rainbow_links_to_the_Early_Years_Learning_Framework.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-974b76804%20378fac7b323ffc9302c1003-1IqujAy.
- [23] Bettina Graf u. a. "Nombot: simplify food tracking". In: Nov. 2015, S. 360–363. DOI: 10.1145/2836041.2841208.
- [24] Andrea Grimes u. a. "EatWell: Sharing Nutrition-related Memories in a Low-income Community". In: *Proceedings of the 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. CSCW '08. San Diego, CA, USA: ACM, 2008, S. 87–96.
- [25] John Hattie und Helen Timperley. "The power of feedback". In: *Review of Educational Research* 77.1 (2007), S. 81–112. DOI: <http://dx.doi.org/10.3102/003465430298487>. URL: <http://rer.sagepub.com/cgi/content/abstract/77/1/81>.
- [26] Brenda Hayman, Lesley Wilkes und Debra Jackson. "Journaling: Identification of challenges and reflection on strategies". In: *Nurse researcher* 19 (Apr. 2012), S. 27–31. DOI: 10.7748/nr2012.04.19.3.27.c9056.
- [27] Health Revolution. *See How you Eat*. URL: <https://seehowyoueat.com/>. [Zugriff: 03.02.2019]. 2019.
- [28] Health Revolution. *See How You Eat Food Diary App*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=fi.seehowyoueat.shye&hl=en>. [Zugriff: 03.02.2019]. 2019.
- [29] Hokuto Kagaya, Kiyoharu Aizawa und Makoto Ogawa. "Food Detection and Recognition Using Convolutional Neural Network". In: *Proceedings of the 22Nd ACM International Conference on Multimedia*. MM '14. Orlando, Florida, USA: ACM, 2014, S. 1085–1088.

- [30] Barbara E. Kahn u. a. "The Influence of Assortment Structure on Perceived Variety and Consumption Quantities". In: *Journal of Consumer Research* 30.4 (2004), S. 519–533. ISSN: 00935301, 15375277. URL: <http://www.jstor.org/stable/10.1086/380286>.
- [31] Tapas Kanungo u. a. "An Efficient k-Means Clustering Algorithm: Analysis and Implementation". In: *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 24.7 (Juli 2002), S. 881–892. ISSN: 0162-8828. DOI: 10.1109/TPAMI.2002.1017616. URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TPAMI.2002.1017616>.
- [32] Fanyu Kong und Jindong Tan. "DietCam: Automatic Dietary Assessment with Mobile Camera Phones". In: *Pervasive Mob. Comput.* 8.1 (Feb. 2012), S. 147–163. ISSN: 1574-1192. DOI: 10.1016/j.pmcj.2011.07.003. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmcj.2011.07.003>.
- [33] Laura M. König und Britta Renner. "Colourful=healthy? Exploring meal colour variety and its relation to food consumption". In: *Food Quality and Preference* 64 (2018), S. 6, 6. ISSN: 0950-3293. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329317302501>.
- [34] Mitchell J. Lovett und Renana Peres. "Mobile diaries – Benchmark against metered measurements: An empirical investigation". In: *International Journal of Research in Marketing* 35.2 (2018), S. 224–241. DOI: 10.1016/j.ijresmar.2018.0. URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/ijrema/v35y2018i2p224-241.html>.
- [35] Jochen Meyer u. a. "Fast Food - A quick-pick approach for a nutrition diary". In: Nov. 2013.
- [36] Zhao-Yan Ming u. a. "Food Photo Recognition for Dietary Tracking: System and Experiment". In: Jan. 2018, S. 129–141. ISBN: 978-3-319-73599-3. DOI: 10.1007/978-3-319-73600-6_12.
- [37] Jon Noronha u. a. "Platemate: Crowdsourcing Nutritional Analysis from Food Photographs". In: *Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST '11. Santa Barbara, California, USA: ACM, 2011, S. 1–12. ISBN: 978-1-4503-0716-1. DOI: 10.1145/2047196.2047198. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2047196.2047198>.
- [38] OpenCV. *OpenCV 2.4.13.7 Documentation*. <https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/pyramids/pyramids.html>. [Zugriff: 24.08.2017]. 2018.
- [39] Michael Pollan. *Food Rules – An Eater's Manual*. Neuseeland: Penguin Books, 2009.

- [40] Department of Psychology. *Studienaufnahme*. University of Konstanz, 2017.
- [41] Renner, Britta and Schupp, Harald. *Smartact – Ziele von Smartact*. URL: <https://www.uni-konstanz.de/smartact/>. [Zugriff: 03.04.2019]. 2019.
- [42] Britta Renner u. a. “Why we eat what we eat. The Eating Motivation Survey (TEMS)”. In: *Appetite* 59 (Apr. 2012), S. 117–28. DOI: 10.1016/j.appet.2012.04.004.
- [43] Barbara Rolls, Edward A. Rowe und Edmund Rolls. “How sensory properties of food affect human eating behavior”. In: *Physiology & behavior* 29 (Okt. 1982), S. 409–17. DOI: 10.1016/0031-9384(82)90259-1.
- [44] Martin Schrepp. *User Experience Questionnaire Handbook – All you need to know to apply the UEQ successfully in your projects*. [Zugriff: 26.03.2019]. Hockenheim, Deutschland: Team UEQ, 2019. URL: <https://www.ueq-online.org/Material/Handbook.pdf>.
- [45] Martin Schrepp, Andreas Hinderks und Jörg Thomaschewski. “Design and Evaluation of a Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S)”. In: *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence* 4.6 (Dez. 2017), S. 103–108. ISSN: 1989-1660. DOI: 10.9781/ijimai.2017.09.001. URL: http://www.ijimai.org/journal/sites/default/files/files/2017/09/ijimai20174_6_14_pdf_20309.pdf.
- [46] Ralf Schwarzer. “Modeling Health Behavior Change: How to Predict and Modify the Adoption and Maintenance of Health Behaviors”. In: *Applied Psychology* 57 (Jan. 2008), S. 1–29. DOI: 10.1111/j.1464-0597.2007.00325.x.
- [47] Sanket S. Sharma und Munmun De Choudhury. “Measuring and Characterizing Nutritional Information of Food and Ingestion Content in Instagram”. In: *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web. WWW '15 Companion*. Florence, Italy, 2015, S. 115–116.
- [48] B. H. Smith. *A sommelier's guide to wine*. New York: Black Dog and Leventhal Publishers, 2003.
- [49] Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. “Omnivoren”. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/omnivoren/47721>. [Zugriff: 22.03.2019]. 2019.
- [50] Jana Straßheim. *The colour of food - An Ecological Momentary Assessment study examining colour variety in daily eating behaviour*. Konstanz, Deutschland, 2016.
- [51] Tim Ulama. “So funktioniert der Weißabgleich”. URL: <https://www.stefanopaterna.com/so-funktioniert-der-weissabgleich/>. [Zugriff: 7.04.2019]. 2019.

- [52] Mike Ushakov u. a. "Forksy AI Platform". URL: <https://getforksy.com/ai>. [Zugriff: 19.02.2019]. 2019.
- [53] Wareing's Gym. *MyFitnessPal*. <http://wareingsgym.com/wp-content/uploads/2017/03/myfitnesspal.jpg>. [Zugriff: 13.01.2019]. 2019.
- [54] Juliane Wendler. *Eat your Colors – Eine mobile Applikation für das farbbasierte Tracking der Ernährung*. Universität Konstanz, 2018.
- [55] Juliane Wendler. *Eating Well by Color – Eine State-of-the-art Analyse zu den Tracking-Methoden mobiler Ernährungstagebücher*. Universität Konstanz, 2017.
- [56] Susan Wiedenbeck. "The use of icons and labels in an end user application program: An empirical study of learning and retention". In: *Behaviour & Information Technology* 18.2 (1999), S. 68–82. DOI: 10.1080/014492999119129. eprint: <https://doi.org/10.1080/014492999119129>. URL: <https://doi.org/10.1080/014492999119129>.
- [57] Katharina Will. "Planungsintervention in der Raucherentwöhnung: Machbarkeit und Wirksamkeit im klinischen Setting". Diss. Schwäbisch Gmünd, 2015.

Anhangsverzeichnis

1	Erklärung über eine selbstständig verfasste Bachelorarbeit	74
2	Willkommensschreiben	75
3	Einverständniserklärung	76
4	Demografischer Fragebogen	77
5	Eingangsgespräch - Fragen	78
6	Mahlzeitenattrappe. <i>Bild übernommen aus Pixabay [11]</i>	79
7	Häufig gestellte Fragen	80
8	Abschlussfragebogen: UEQ, Allgemeine Fragen, SUS	81
9	Abschlussgespräch - Fragen	85

A. Erklärung über eine selbstständig verfasste Bachelorarbeit

Ich versichere hiermit, dass ich die anliegende Bachelorarbeit mit dem Thema:

„Eat your Colors - Konzeption, Implementierung und Evaluation eines mobilen Ernährungstagebuchs für das farbbasierte Erfassen der Ernährung“

(Englisch: „Eat your Colors - Conception, Implementation, and Evaluation of a Mobile Food Diary for the Color-Based Tracking of Nutrition“)

selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel und Quellen als die angegebenen benutzt habe.

Die Stellen, die anderen Werken (einschließlich des Internets und anderer elektronischer Text- und Datensammlungen) dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall durch Angabe der Quelle bzw. der Sekundärliteratur als Entlehnung kenntlich gemacht.

Weiterhin versichere ich hiermit, dass die o.g. Arbeit noch nicht anderweitig als Abschlussarbeit einer Bachelorprüfung eingereicht wurde. Mir ist ferner bekannt, dass ich bis zum Abschluss des Prüfungsverfahrens die Materialien verfügbar zu halten habe, welche die eigenständige Abfassung der Arbeit belegen können.

Die Arbeit wird nach Abschluss des Prüfungsverfahrens der Bibliothek der Universität Konstanz übergeben und katalogisiert. Damit ist sie durch Einsicht und Ausleihe öffentlich zugänglich. Die erfassten beschreibenden Daten wie z. B. Autor, Titel usw. stehen öffentlich zur Verfügung und können durch Dritte (z. B. Suchmaschinenanbieter oder Datenbankbetreiber) weiterverwendet werden. Als Urheberin der anliegenden Arbeit stimme ich diesem Verfahren zu.

Eine aktuelle Immatrikulationsbescheinigung habe ich beigelegt.

Konstanz, den 18. April 2019

Juliane Wendler

B. Willkommensschreiben

Willkommen!

Vielen Dank, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben, an meiner Studie teilzunehmen. Ich bin sehr froh, dass Sie meine Bachelorarbeit unterstützen. Bevor wir beginnen können, möchte ich Ihnen kurz erklären, um was es in dieser Studie geht und was Sie erwarten wird.

Ziel der Studie

Für meine Bachelorarbeit habe ich eine neuartige System zur Erfassung der Ernährung entwickelt. Anders als andere Systeme, werden hier nur Farben berücksichtigt. Das Ziel dieser Studie ist es herauszufinden, wie und ob solche Konzepte verstanden werden.

Ablauf der Studie

Um an der Studie teilnehmen zu können, füllen Sie bitte zuerst die beigefügte Einverständniserklärung aus. Danach erhalten Sie einen kurzen Eingangsfragebogen mit der Bitte, einige Informationen zu Ihrer Person zu beantworten. Anschließend wird ein kurzes Interview durchgeführt. Zuletzt erhalten Sie ein Smartphone, auf dem sich die App **EatYourColors** befindet. Nun kann es auch schon losgehen. Ich möchte Sie bitten, 14 Tage lang Ihr Mittagessen mit der App zu fotografieren. Die App bietet die Möglichkeit ein Foto des Mittagessens pro Tag zu machen, sowie Fragen zu Mahlzeit und Farbe zu beantworten. **EatYourColors** benötigt kein WLAN oder eine mobile Datenverbindung. Die Informationen werden direkt auf dem Gerät gespeichert. Nach 7 Tagen wird die aktuelle Visualisierung innerhalb der App, durch eine neue Visualisierung automatisch ersetzt. Nach 14 Tagen, kommen Sie noch einmal zu mir, um das ausgeliehene Smartphone zurückzugeben und an einem kurzen Interview teilzunehmen und einen weiteren Fragebogen auszufüllen. Danach erhalten Sie die Vergütung.

Vergütung und Dauer

Die Studie dauert 14 Tage.

Für die Teilnahme an der Studie können Sie maximal 24 Euro erhalten.

Diese setzen sich wie folgt zusammen:

Aufgabe	Dauer	Betrag
Erstes Treffen (Abholung Smartphone, Fragebogen, Interview)	30 Minuten	5 Euro
Foto Mittagessen - 1 Foto pro Tag	-	Max. 14 Euro (entsprechen 14 Fotos)
Abschlusstreffen (Abgabe Smartphone, Fragebogen, Interview)	30 Minuten	5 Euro

Insgesamt	Max. 24 Euro
-----------	--------------

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

C. Einverständniserklärung

Einverständniserklärung

Studienleitung: Juliane Wendler
Institut: Arbeitsgruppe Mensch-Computer-Interaktion, Universität Konstanz
Projekt: Bachelorarbeit "EatYourColors"

Ich, (Vorname, Name) _____ wurde über das Ziel der Studie und den Studienverlauf aufgeklärt. Ich wurde darüber informiert, dass zu Beginn der Studie durch einen Fragebogen und ein Interview, persönliche Daten erhoben werden. Ich wurde darüber informiert, dass im Verlauf der Studie Daten in Form von Fotos und Fragebögen auf dem Smartphone gespeichert werden und nach Studienbeendigung an die Studienleitung, zu Studienzwecken, weitergeleitet werden. Ich bin darüber informiert, dass eine Audioaufzeichnung während des Initialinterviews und des Abschlussinterview stattfindet.

Hiermit bin ich darüber aufgeklärt und einverstanden, dass die erhobenen Daten anonymisiert ausgewertet werden. Meine Daten werden vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergeleitet. Fotos sowie Audiodaten werden ausschließlich für Studienzwecke verwendet.

Ich hatte ausreichend Bedenkzeit und bin bereit an der genannten Studie teilzunehmen. Ich bin darüber aufgeklärt, dass die Studienteilnahme freiwillig ist. Ich kann die Studie jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen.

Für die erfolgreiche Teilnahme an der Studie über den gesamten Zeitraum von 14 Tagen erhalte ich bis zu 24 Euro.

Ort, Datum

Unterschrift des Teilnehmers

Für die Studienleitung:

Hiermit versichere ich, Juliane Wendler (Studienleitung), dass alle erhobenen Daten ausschließlich für Studienzwecke verwendet, anonymisiert gehalten und nicht an Dritte weitergeleitet werden.

Ort, Datum

Unterschrift der Studienleitung

D. Demografischer Fragebogen

Eingangsfragebogen

* Required

1. **Alter** *

2. **Geschlecht** *

Mark only one oval.

- männlich
- weiblich
- keine Angabe
- Other: _____

Smartphonennutzung

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Nutzung mit dem Smartphone.

3. **Besitzen Sie ein Smartphone?** *

Mark only one oval.

- ja
- nein
- keine Angabe

4. **Falls ja, wie viele Stunden pro Tag verwenden Sie ihr Smartphone?** *

Mark only one oval.

- < 1 Stunde
- mehr als 1 Stunde, weniger als 2 Stunden
- mehr als 2 Stunden, weniger als 3 Stunden
- mehr als 3 Stunden
- keine Angabe

5. **Wie schätzen Sie ihre Erfahrung mit einem Smartphone ein?** *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Anfänger	<input type="radio"/>	Experte				

E. Eingangsgespräch - Fragen

Eingangsgespräch: Interviewfragen

Ernährung:

Wie ernähren Sie sich?

Haben Sie schonmal versucht Ihre Ernährung umzustellen?

Was waren Ihre Gründe die Ernährung umzustellen?

Ernährungstagebuchapp:

Haben Sie schonmal eine Ernährungstagebuchapp, verwendet?

Falls ja: - Was war der Grund dafür?

- Wie lange haben Sie dieses verwendet?

- Wissen Sie noch den Namen der App?

Haben Sie irgendwelche Erwartungen an eine Ernährungstagebuchapp?

F. Mahlzeitenattrappe



G. Häufig gestellte Fragen

Vorgehensweise und häufige Fragen

Hier sollen noch einmal die wichtigsten Fragen für die Verwendung der App beantwortet werden.

Wie mache ich ein Foto?

Bitte achten Sie darauf, dass sich Ihre Mahlzeit vollständig in dem vorgesehenen Kreis befindet.

Fotografieren sie die Mahlzeit von oben.

Fotografieren Sie nur das Essen, was sich auf ihrem Teller befindet.

Ich habe vergessen mein Mittagessen zu fotografieren, was soll ich tun?

Falls Sie vergessen haben ein Foto ihres Mittagessens zu machen, bitte ich Sie, für diesen Tag kein Ersatzfoto zu machen.

Was genau bedeutet Mittagessen für diese Studie?

Hierfür können Sie ihre persönliche Definition von Mittagessen verwenden.

Bei technischen Problemen und Sonstiges:

Bei Problemen mit dem Smartphone oder der App, können Sie mir jederzeit eine Nachricht schreiben.

Falls Sie die Studie vorzeitig beenden möchten, schreiben Sie mir auch dann eine Nachricht.

Meine Kontaktdaten

Juliane Wendler

E-Mail: juliane.wendler@uni-konstanz.de

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

H. Abschlussfragebogen: UEQ, Allemeine Fragen, SUS

5. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
wertvoll	<input type="radio"/>						
minderwertig	<input type="radio"/>						

6. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
langweilig	<input type="radio"/>						
spannend	<input type="radio"/>						

7. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
uninteressant	<input type="radio"/>						
interessant	<input type="radio"/>						

8. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
unberechenbar	<input type="radio"/>						
voraussagbar	<input type="radio"/>						

9. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
schnell	<input type="radio"/>						
langsam	<input type="radio"/>						

10. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
originell	<input type="radio"/>						
konventionell	<input type="radio"/>						

11. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
behindernd	<input type="radio"/>						
unterstützend	<input type="radio"/>						

Studie: Eat Your Colors

Willkommen zum abschließenden Teil der Studie!
Falls Sie Fragen haben, zögern Sie nicht mich anzusprechen.

* Required

User Experience Fragebogen

Um das Produkt zu bewerten, füllen Sie bitte den nachfolgenden Fragebogen aus. Er besteht aus Gegensatzpaaren von Eigenschaften, die das Produkt haben kann. Abstufungen zwischen den Gegensätzen sind durch Kreise dargestellt. Durch Ankreuzen eines dieser Kreise können Sie Ihre Zustimmung zu einem Begriff äußern.

Entscheiden Sie möglichst spontan.
Es ist wichtig, dass Sie nicht lange über die Begriffe nachdenken, damit Ihre unmittelbare Einschätzung zum Tragen kommt.

Bitte kreuzen Sie immer eine Antwort an, auch wenn Sie bei der Einschätzung zu einem Begriffspaar unsicher sind oder finden, dass es nicht so gut zum Produkt passt.
Es gibt keine „richtige“ oder „falsche“ Antwort. Ihre persönliche Meinung zählt!

1. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
unfreudlich	<input type="radio"/>						
erfreulich	<input type="radio"/>						

2. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
unverständlich	<input type="radio"/>						
verständlich	<input type="radio"/>						

3. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
kreativ	<input type="radio"/>						
phantasielos	<input type="radio"/>						

4. * *Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	6	7
leicht zu lernen	<input type="radio"/>						
schwer zu lernen	<input type="radio"/>						

12. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
gut						schlecht

13. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
kompliziert						einfach

14. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
abstoßend						anziehend

15. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
herkömmlich						neuartig

16. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
unangenehm						angenehm

17. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
sicher						unsicher

18. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
aktivierend						einschläfend

19. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
erwartungskonform						nicht erwartungskonform

20. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
ineffizient						effizient

21. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
übersichtlich						verwirrend

22. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
unpragmatisch						pragmatisch

23. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
aufgeräumt						überladen

24. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
attraktiv						unattraktiv

25. * Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
sympathisch						unsympathisch

26. *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
konservativ	<input type="radio"/>	innovativ						

Verschiedene Kriterien

Bitte beurteile die App auf folgende Kriterien und Aussagen:

27. Benutzerfreundlichkeit der App *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
sehr gut	<input type="radio"/>	sehr schlecht				

28. Zeitaufwand bei der Benutzung der App *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
sehr hoch	<input type="radio"/>	sehr niedrig				

29. Ich hatte Probleme beim Anwählen der Segmente. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
trifft nicht zu	<input type="radio"/>	trifft zu				

System Usability Scale

Bitte beantworten Sie alle Aussagen.
Es gibt kein richtig oder falsch. Ihre Meinung zählt!

30. Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

31. Ich fand das System unnötig komplex. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

32. Ich fand das System einfach zu benutzen. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

33. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

34. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in diesem System waren gut integriert. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

35. Ich denke, das System enthält zu viele Inkonsistenzen. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

36. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

37. Ich fand das System sehr umständlich zu nutzen. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

38. Ich fühle mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
stimme überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	stimme voll zu				

39. Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte das System zu verwenden. *

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
stimme überhaupt nicht zu				stimme voll zu

Powered by  Google Forms

I. Abschlussgespräch - Fragen

Abschlussgespräch: Interviewfragen

Allgemeine Fragen:

Wie ist allgemein Ihr Eindruck zu der App?

Was hat Ihnen gut gefallen? Was hat Ihnen nicht gefallen?

Visualisierung:

Sie haben im Verlauf der Studie zwei Farbvisualisierungen gesehen; haben Sie erkannt, dass es zwei verschiedene Visualisierungen waren?

Wie ist Ihre Meinung zur ersten Visualisierung? (feingranular)

Wie ist Ihre Meinung zur zweiten Visualisierung? (kategorisch)

Haben Sie das Gefühl, dass eine solche Visualisierung (feing. oder kateg.) sinnvoll als Feedback ist?

Verhaltensänderung:

Im Vergleich von Tag 1 bis Tag 14, hat sich etwas an ihrem Ernährungsverhalten verändert?

Würden Sie die App über einen längeren Zeitraum nutzen?

Vergessene Tage:

Warum haben Sie Tage vergessen? (Gründe)

Was hätte geholfen die Tage nicht zu vergessen?

Gibt es Verbesserungsvorschläge für die App?

Wenn Sie den Satz hören „Ich ernähre mich gesund.“ Was ist Ihre Definition von gesund?