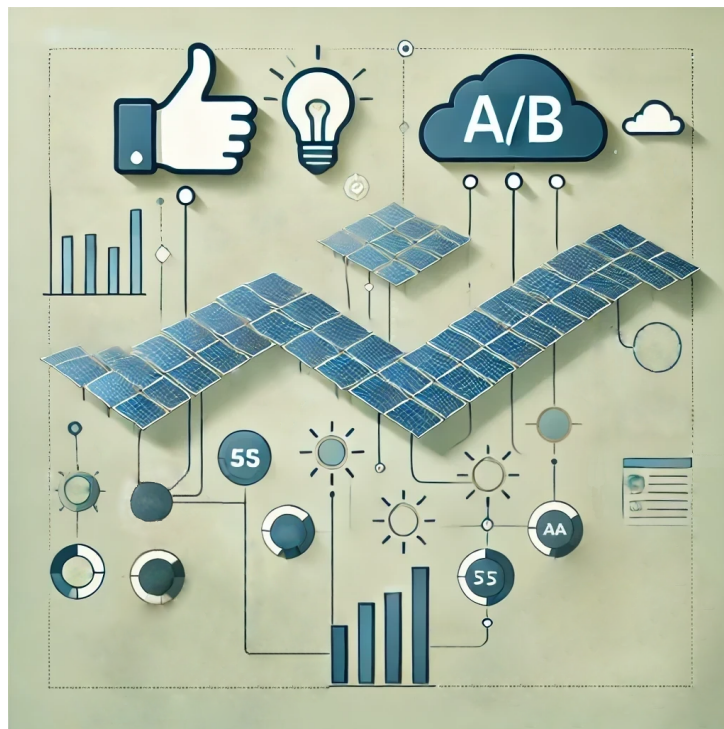


Clean Energy Exchange (CEEX)

Bachelor Thesis

Windisch, 16. August 2024



Titelbild: Generiert mit ChatGPT.com

Studentin/Student	Andrea Mangione Dario Voser
Expertin/Experte	Lukas von Niederhäusern
Fachbetreuer/in	Prof. Dr. Norbert Seyff Dr. Nitish Patkar
Auftraggeberin	Clean Energy Exchange
Projektnummer	24FS_IIT17

Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Technik

Abstract

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der Entwicklung und Implementierung einer Lösung für die Clean Energy Exchange (CEEX) Plattform, die es ermöglicht, lokale Energiedaten effizient zu integrieren und das Feedback der Nutzer für eine fortlaufende Optimierung der Plattform zu nutzen. Im ersten Teil der Arbeit wird eine detaillierte Analyse der Integration von Energiedaten vorgenommen, einschliesslich der Visualisierung und des Dashboards, das speziell für Energieproduzenten entwickelt wurde. Durch die Implementierung von Schnittstellen, wie beispielsweise zu SolarEdge, wird demonstriert, wie Energiedaten in die Plattform integriert und visualisiert werden können, um den Entscheidungsprozess der Nutzer zu unterstützen.

Der zweite Teil der Arbeit widmet sich der Entwicklung von Mechanismen für feedback-getriebene Feature-Entwicklung. Hierfür wurde eine Programmbibliothek erstellt, die es Entwicklern ermöglicht, einfach Feedback-Mechanismen wie Daumen hoch/Daumen runter in die Angular-basierte Plattform zu integrieren. Diese Mechanismen wurden evaluiert, um ihre Auswirkungen auf die Benutzererfahrung und die allgemeine Nutzbarkeit der Plattform zu untersuchen.

Die durchgeführten Evaluationen zeigen, dass die entwickelten Lösungen nicht nur die Nutzererfahrung verbessern, sondern auch eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Plattform ermöglichen, die auf den Bedürfnissen der Nutzer basiert.

Keywords: Clean Energy Exchange (CEEX), Datenvisualisierung, Feedback-driven Development, Energiedatenintegration

Vorwort / Dank

Wir möchten unsere tiefe Dankbarkeit gegenüber allen zum Ausdruck bringen, die zur Realisierung dieser Bachelorthesis beigetragen haben. Ein besonderer Dank gilt unseren Betreuern Prof. Dr. Norbert Seyff und Dr. Nitish Patkar für Ihre kompetente Unterstützung und fachliche Anleitung. Weiter danken wir dem ganzen CEEX Team, welches uns bei jeglichen fachlichen sowie technischen Fragen zur Verfügung stand und uns unterstützte. Des Weiteren möchten wir Claudia Willi und Roland Miotti für die zeitintensive und sorgfältige Korrekturlesung danken, welche massgeblich zur Gewährleistung der Klarheit unserer Arbeit beigetragen hat.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	viii
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Problemstellung	1
1.3 Fragestellung	1
1.4 Leser:innenführung	3
2 Grundlagen zu CEEEX	4
3 State of the art	5
3.1 Integration von Energiedaten	5
3.1.1 Visualisierung von Energiedaten	5
3.1.2 Plots	6
3.1.3 Farben	7
3.1.4 Dashboard	8
3.1.5 Überwachung des Energieverbrauchs	12
3.1.6 Technische Mittel	12
3.1.6.1 Externe Daten Integration	12
3.1.6.2 Visualisierung von Diagrammen	12
3.1.7 Fazit	13
3.2 Features Tracking durch Feedback	14
3.2.1 Sammlung	14
3.2.1.1 Implizit	14
3.2.1.2 Explizit	16
3.2.2 Zwecke	17
3.2.3 Aufarbeitung	18
3.2.3.1 Klassifizierung	18
3.2.3.2 Semantische Analyse	19
3.2.4 Vorhandene Beispiele und ähnliche Ideen	19
3.2.5 Visualisierung und Dashboard	20
3.2.6 Fazit	20

4	Konzeptuelle Lösung	21
4.1	Konzeptuelle Lösung: Energiedaten Integration	21
4.2	Konzeptuelle Lösung: Feedback Tracking	23
5	Lösung	25
5.1	Energiedaten Integration	25
5.1.1	Schnittstellen Anbindung	25
5.1.2	Datenverarbeitung und Transformierung	26
5.1.2.1	Zusammenführen von Antworten	26
5.1.2.2	Smart Home Energie-Mockdaten Generierung	27
5.1.3	Energiedaten Visualisierung	29
5.1.3.1	Liniendiagramm	29
5.1.3.2	Säulendiagramm	30
5.1.3.3	Tooltip	30
5.1.3.4	Weiterleitung	31
5.2	Feedback Tracking	32
5.2.1	Developer Experience	32
5.2.2	Erweiterbarkeit und Nutzbarkeit	33
5.2.3	End-User Experience	33
5.2.4	Auswertung und Visualisierung der Daten	33
5.2.5	Privacy	34
5.2.6	Resultat	34
6	Evaluation	37
6.1	Testing Energiedaten Integration	37
6.1.1	Testing	37
6.1.1.1	Fragebogen	38
6.1.1.2	Resultate User Testing	39
6.2	Feedback tracking	48
6.2.1	Teilnehmer	48
6.2.2	Methodik	48
6.2.3	Ergebnisse	48
6.2.3.1	Ergebnisse End-Benutzer	48
6.2.3.2	Ergebnisse Befragung Entwickler	49
6.2.3.3	Beobachtungen zur Weiterentwicklung	50
6.2.4	Validität der Ergebnisse	50

7	Conclusion and future work	52
7.1	Conclusion	52
7.2	Future Work	52
7.2.1	Future Work: Energiedaten Integration	52
7.2.2	Future Work: Feature Tracking	53
	Quellenverzeichnis	54
	Ehrlichkeitserklärung	57
A	Appendix: JSON Schnittstellen Antworten	58
B	Appendix: Feedback Framework Fragebogen für Developers	60
C	Appendix: Feedback Framework Fragebogen für Web Benutzer	62
D	Appendix: User Testing Fragebogen für Energie Daten Integration	65
E	Appendix: User Testing Resultate für Energie Daten Integration	69

Abbildungsverzeichnis

0.1	Titelbild: Generiert mit ChatGPT.com	i
1.1	Energie Diagramm für Tagesansicht	2
1.2	Diagramm mit Daumen hoch, Daumen runter Feedback Mechanismus	2
3.1	Säulen-Histogramm & Linien-Histogramm	6
3.2	Scatter Plot & 3d-Plot	7
3.3	SolarEdge Dashboard	9
3.4	Solar Manager Dashboard	10
3.5	Genereller Ablauf eines A/B-Tests in drei Phasen	15
3.6	Beispiel engagement Time	16
3.7	Beispiel für in-app feedback, PfaffFunk	17
4.1	Sequenzdiagramm der Energiedaten Integration	21
4.2	Prototyp Tagesansicht	22
4.3	Prototyp Monatsansicht	22
4.4	Prototyp Jahresansicht	23
5.1	Liniendiagramm für einen ganzen Tag	29
5.2	Säulendiagramm für das Zeitfenster Jahr	30
5.3	Tooltip Implementierungen	31
5.4	Überblick über die technische Lösung	32
5.5	Dependency injection Beispiel	32
5.6	Directives Beispiel	33
5.7	Autovervollständigung in VS-Code	33
5.8	Beispiel von gesammelten Feedback als JSON	34
5.9	Daumen hoch/unten aus der Sicht der Developer	34
5.10	Daumen hoch/unten aus der Sicht der Benutzer (Oben rechts)	35
5.11	Daumen hoch/unten aus der Sicht der Developer/Product Manager	36
6.1	Altersverteilung Befragung	37
6.2	Jobverteilung Befragung	38
6.3	Erfahrungsverteilung von CEEX und Energiedaten	38
6.4	Resultate Aufgabe 1.2	39
6.5	Resultat Aufgabe 2.1	40
6.6	Resultat Aufgabe 3.2	41
6.7	Resultat Aufgabe 3.3	42
6.8	Resultate Aufgabe 4.3	43

6.9	Resultat Aufgabe 4.4	43
6.10	Resultate Aufgabe 5	44
6.11	Ergebniss Aufgabe 6	45
6.12	Ergebnis zur allgemeiner Nutzbarkeit	46

Tabellenverzeichnis

3.1	Vergleichs Matrix für SolarEdge und Solar Manager	11
6.1	Resultate Aufgabe 1.1	39
6.2	Qualitatives Feedback zu Aufgabe 3.2	41
6.3	Feedback zu Aufgabe 5.1	44
6.4	Verbesserungsvorschläge	46
6.5	Fehlende Elemente	46

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

In der Schweiz ist es möglich zu entscheiden, aus welchen Quellen Strom bezogen werden sollen. Zusätzlich beginnen mehr und mehr Haushalte ihren eigenen Strom zu produzieren, zum Beispiel Solarstrom durch Photovoltaik. Bei einer Überproduktion von selbst erzeugtem Strom ergäbe es Sinn, wenn man diesen Strom an Dritthaushalte weiterverkaufen könnte. Diesen Verkauf versucht Clean Energy Exchange, kurz CEEX, zu lösen. CEEX bietet hierzu eine Plattform an, welche als Schnittstelle zwischen Käufer und Verkäufer fungiert. Stromproduzenten nutzen die Plattform, um den überschüssigen Strom anzubieten und zu verkaufen, während Dritthaushalte die Plattform als Käufer nutzen und somit Strom kaufen und beziehen. CEEX ist ein Startup, entstanden aus einem Innosuisse Projekt, welches durch die Kollaboration von mehreren verschiedenen Hochschulen vorangetrieben wird. Die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) beteiligt sich an diesem Projekt vor allem durch die Weiterentwicklung des Front-Ends der Plattform, während weitere Hochschulen für das Backend und zusätzliche Erweiterungen zuständig sind.

1.2 Problemstellung

Da die CEEX als Energy-Börse fungiert, ist es essentiell, dass Verkäuferinnen und Verkäufer Entscheidungen auf Basis der auf der CEEX dargestellten Informationen treffen können. Für den Verkäufer ist die Antwort auf die Frage wichtig, ob er über eine hinreichende Menge an Strom verfügt, um diese zu veräußern. Zur Beantwortung dieser Frage greifen Verkäufer auf Drittanbieter-Apps zurück, welche die Produktion und den Verbrauch der Eigenheimenergiedaten visualisieren. Aus Perspektive von CEEX ist diese Verlagerung der Nutzeraktivität jedoch nicht vorteilhaft, da alle relevanten Informationen für eine Verkaufsentscheidung in CEEX zur Verfügung stehen sollten.

Des Weiteren ist zu konstatieren, dass CEEX über keinen Mechanismus verfügt, der eine detaillierte Analyse der Plattformnutzung ermöglicht. Die Plattform wird kontinuierlich erweitert und ergänzt, wodurch sich die Anzahl der Features erhöht. Um eine effiziente Weiterentwicklung zu gewährleisten, ist es erforderlich, dass CEEX sowohl über Kenntnisse hinsichtlich der Implementierung neuer Funktionen verfügt als auch über die Möglichkeit, bestehende Funktionen zu entfernen. Diesbezüglich ist eine kontinuierliche Einholung von Nutzerfeedback unerlässlich. Dieses umfasst Feedback hinsichtlich der Nutzungsfrequenz von Features, generelles Feedback sowie Verbesserungsvorschläge und Wünsche hinsichtlich Erweiterungen.

1.3 Fragestellung

Die wissenschaftlichen Grundlagen und Umsetzungen dienen der Beantwortung der folgenden drei Fragestellungen:

- **Q1:** Wie können lokale Energiedaten in die bestehende CEEX-Implementierung integriert werden?

Im Rahmen der Untersuchung wird konkret erörtert, welche Visualisierungsmechanismen sich eignen, um lokale Energiedaten so zu präsentieren, so dass sie den Bedürfnissen der Stakeholder entsprechen. Hierbei handelt es sich um Energieproduktions- und Energieverbrauchsdaten, anhand derer die Verkäuferin eine fundierte Entscheidung treffen kann. Die in Kapitel 5.1 „Energiedaten Integration“ beschriebene Lösung dient der Validierung dieser wissenschaftlichen Fragestellung und soll zeigen, wie lokale Energiedaten in CEEX integriert werden können. Hierfür wurde als Proof-of-Concept die Implementierung von Energiedaten über die Schnittstelle von SolarEdge vorgenommen. Die daraus resultierende Lösung (Abbildung 1.1) ermöglicht die Abfrage der Energiedaten und des Konsumverhaltens über mehrere Zeitfenster.

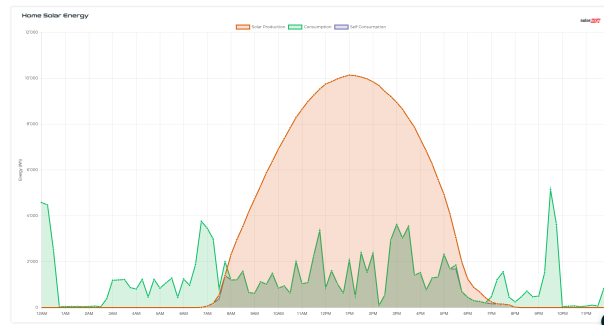


Abbildung 1.1: Energie Diagramm für Tagesansicht

(Quelle: Eigene Darstellung aus CEEX)

- **Q2:** Wie können bestehende und künftige CEEX-Funktionen so angepasst werden, dass sie feedback-driven sind?

Diese Frage untersucht die Anpassung bestehender und zukünftiger Funktionen innerhalb von CEEX, um eine feedbackbasierte Entwicklung zu ermöglichen. Es wird erläutert, welche Strategien und Methoden implementiert werden können, um Benutzerfeedback kontinuierlich in den Entwicklungsprozess einfließen zu lassen. Im Kapitel 5.2 „Feedback Tracking“ werden Mechanismen zur Sammlung, Analyse und Umsetzung des Feedbacks beschrieben, um die Benutzererfahrung stetig zu verbessern und an aktuelle Bedürfnisse anzupassen. Hierfür wurde eine Programmbibliothek entwickelt, die für Angular-Projekte eingesetzt werden kann. Die Bibliothek ermöglicht es Angular-Entwicklern, Feedback-Mechanismen wie beispielsweise Daumen hoch und Daumen runter (in Abbildung 1.2 in der Kachel im oberen rechten Eck dargestellt) mit minimalen Code-Anpassungen zu integrieren.

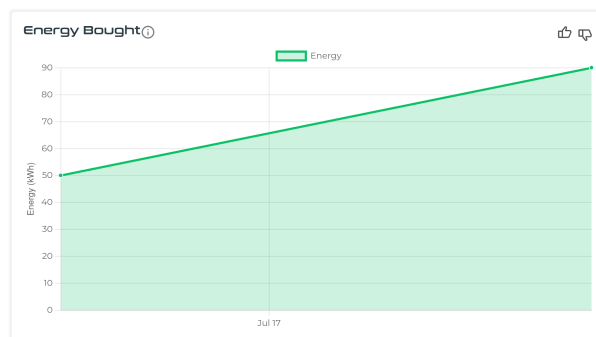


Abbildung 1.2: Diagramm mit Daumen hoch, Daumen runter Feedback Mechanismus

(Quelle: Eigene Darstellung aus CEEX)

- **Q3:** Wie wirken sich die neuen Ergänzungen auf die allgemeine Nutzbarkeit von CEEX aus?

Die vorliegende, allgemein formulierte Fragestellung dient der Evaluierung des Effekts, den die Implementierungen auf die Nutzung von CEEX haben. Das übergeordnete Ziel von Q1 und Q2 besteht unter anderem darin, die allgemeine User Experience in CEEX zu optimieren und somit eine positive Nutzererfahrung zu gewährleisten, ohne die Nutzung der Plattform zu beeinträchtigen.

1.4 Leser:innenführung

Die Arbeit ist wie folgt gegliedert: Das Kapitel 2 „Grundlagen zu CEEEX“ führt die Applikation CEEEX ein. In Kapitel 3 „State of the art“ werden die wissenschaftlichen Grundlagen für die Bachelor-Thesis gelegt. Das nachfolgende Kapitel 4 „Konzeptuelle Lösung“ widmet sich der konzeptuellen Ausgestaltung der in Kapitel 5 „Lösung“ präsentierten Lösungen, welche im Rahmen dieser Arbeit implementiert wurden. In Kapitel 5 „Lösung“ wird beschrieben, was die Lösung beinhaltet und wie sie aufgebaut ist. Im Anschluss an die Lösung folgt das Kapitel 6 „Evaluation“, in dem erläutert wird, wie die Lösung validiert wurde und welche Ergebnisse dabei erzielt wurden. Abschliessend werden die durchgeführten Arbeiten reflektiert und mögliche zukünftige Arbeiten vorgestellt.

2 Grundlagen zu CEEX

In diesem Kapitel wird in die Applikation CEEX und dazugehörigen technischen Grundlagen eingeführt. Wie in Kapitel 1 „Einleitung“ beschrieben, ist CEEX eine Marktplatz für eigenproduzierte Energie. Die Applikation ist in zwei Ansichten unterteilt, eine Trading Ansicht und eine Dashboard Ansicht. Für diese Bachelorthesis ist hauptsächlich die Dashboard Ansicht von Relevanz.

Die Dashboard Ansicht ist zugeschnitten auf das im Profil hinterlegte Grundstück. Eine Benutzer besitzt ein Grundstück, aufgrund welchem die Person die Rollen „Producer“, „Consumer“ oder „Prosumer“ zugewiesen bekommt. Diese Rollen werden zugewiesen aufgrund der Fähigkeit Strom zu produzieren und konsumieren. Im Fall der „Prosumer“ Rolle ist ein Grundstück Produzent und Konsument gleichzeitig.

Die zugewiesene Rolle aktiviert auf dem Dashboard die Verkäufer- und Käuferansicht. Die in Kapitel 5.1 „Energiedaten Integration“ beschriebene Energiedaten-Integration ist hauptsächlich in der Verkäuferansicht verfügbar, da die Visualisierung nur für Produzenten von Energie von Interesse ist. Die verschiedensten verfügbaren Visualisierungen werden über einen Zeitfensterauswahl gesteuert. Das ändern dieser Zeitfenster führt zu einem automatischen Nachladen der Daten mittels dem gewünschten Zeitfenster. In CEEX stehen folgende Zeitfenster zur Auswahl:

- 7 Tage
- 30 Tage
- Diese Woche
- Dieser Monat
- Dieses Jahr
- Heute

Technisch gesehen besteht CEEX aus einem JavaScript-Frontend auf Basis des Angular-Frameworks ¹ und einem Backend auf Basis des Python-Frameworks FastApi². Für die Persistenz von Daten verwendet CEEX eine Postgres Datenbank. Die Authentifizierung erfolgt durch Zitadel³, wobei die Benutzer:innen dennoch auf der Datenbank persistiert werden. Dies ist erforderlich, um zum Beispiel Verbindungen mit Grundstücken festzulegen. Zum Zeitpunkt dieser Thesis ist es noch nicht möglich, Grundstücke manuell zu hinterlegen. Eine solche Änderung kann nur über eine Datenbank Anpassung durchgeführt werden.

Die Profil Ansicht zeigt, das Grundstück, die Rolle und der Verteilnetzbetreiber. Im Rahmen dieser Bachelorthesis beinhaltet das Profil einen bearbeitbare Site ID und API Key, welche für die Schnittstellen Abfrage in Kapitel 5.1 „Energiedaten Integration“ verwendet werden.

¹<https://angular.dev/>

²<https://fastapi.tiangolo.com/>

³<https://zitadel.com/>

3 State of the art

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen für die dazugehörigen Implementierungen dieser Arbeit erörtert. Dies beinhaltet die theoretischen Grundlagen zur Integration von Energiedaten und des feedback-driven Feature Design in CEEEX.

3.1 Integration von Energiedaten

Die Integration von Energiedaten, welche beispielsweise durch eine API eines Photovoltaik-Anbieters bereitgestellt werden, kann auf unterschiedliche Art und Weise in eine bestehende Applikation erfolgen. Dazu müssen verschiedene Aspekte aus designtechnischer Sicht analysiert werden. Dies beinhaltet die Visualisierung selbst, welche für die Darstellung der Daten verwendet wird, sowie die Auswahl geeigneter Farben und Plots. Zudem ist das Dashboard, in welches die Visualisierung eingebettet ist, von Bedeutung. In dieser Arbeit wird neben der Integration externer Energiedaten auch der Eigenverbrauch berücksichtigt, weshalb in diesem Kontext ebenfalls auf den Effekt von Smart Home Daten eingegangen wird. Des Weiteren wird erörtert, welche technischen Mittel sich für eine derartige Implementierung eignen.

Im Rahmen der Erstellung der wissenschaftlichen Grundlagen wurde eine Analyse von Quellen aus den Bereichen Visualisierung, Energiedaten und der dafür benötigten technischen Werkzeuge durchgeführt. Die relevanten Quellen wurden unter Verwendung der folgenden Suchbegriffe identifiziert:

- Data Visualization
- Energy Data Visualization
- „Data Visualization“ & „Energy“
- Electricity data visualization
- Track energy consumption home
- „Smart Grid“ | „Smart Home“
- Smart Plug
- Smart Metering
- „Advanced Metering Infrastructure“ | „AMI“
- „chart.js“ & „d3.js“
- „data visualization“ and „javascript“

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt 21 Quellen einer Analyse unterzogen, um die wissenschaftlichen Grundlagen zu ermitteln. Von diesen 21 Quellen wurden 16 als relevant markiert und in den nachfolgenden Kapiteln zur Darlegung der wissenschaftlichen Grundlage herangezogen.

3.1.1 Visualisierung von Energiedaten

Die Erwähnung der Visualisierung von Energiedaten in wissenschaftlichen Studien fokussiert sich in erster Linie auf die Darstellung von Energiedaten im Kontext der Visualisierung von Energiedaten im Haushalt. In diesem Zusammenhang wurde in mehreren Arbeiten der Einfluss einer optimalen Visualisierung von Energiedaten auf das Energieverbrauchsverhalten untersucht. [1] [2] Diese zeigen, dass sich das Verbrauchsverhalten positiv verändert, wenn die Daten angemessen und verständlich visualisiert werden.

Paddoju et al. [3] beschreiben Datenvisualisierung als einen Prozess, der darauf abzielt, die Entscheidungsfindung durch die Verwendung von Diagrammen zu optimieren. Dies führt zu einem tieferen Verständnis der zugrunde liegenden Daten. Durch die visuelle Darstellung von Daten wird das Verständnis der Anwender erleichtert, wie Hermann et al. in ihrer Publikation zeigen. [4] Während Rohdatensätze wie CSV-Dateien oder API-Antworten für das menschliche Auge oft keinen unmittelbaren Sinn ergeben,

können Visualisierungen eine Brücke zwischen Zahlen und Menschen schlagen. Kaas et al. [5] betonen, dass Menschen hoch visuelle Wesen sind, die einen Grossteil der Informationen über das Sehorgan aufnehmen. Daher ist die Datenvisualisierung ein entscheidendes Werkzeug, das das Verständnis von Daten für Menschen erheblich vereinfacht.

3.1.2 Plots

Die Visualisierung von Daten erfolgt in der Praxis hauptsächlich über das Plotten von Daten in einzelne Daten-Plots. Die Autoren von [1] unterteilen solche Diagramme in konventionelle und ungewöhnliche Diagramme. Konventionelle Diagramme umfassen Säulen-, Linien- und gestapelte Flächendiagramme, während ungewöhnliche Visualisierungen Heatmap-, Spiral- und gestapelte Balkendiagramme umfassen. Die durchgeführte Studie belegt, dass bei der Visualisierung von Energiedaten mit Diagrammen eine leichte Tendenz zu konventionellen Diagrammen besteht. Protopsaltis et al. [6] definieren die Auswahl der Diagramme anhand der Art des Datensatzes. Die Eignung muss dabei anhand der Anzahl der Variablen eines Datensatzes geprüft werden, sodass Datensätze in drei verschiedene Kategorien eingeteilt werden:

- **Univariate Daten:** Bei der Analyse von Daten, die sich auf eine einzelne Variable beziehen, sei es in diskreter oder kontinuierlicher Form, hinsichtlich ihrer Leistung oder ihres Trends, handelt es sich um einen univariaten Datensatz. [6] Die Visualisierung von univariaten Datensätzen erfolgt hauptsächlich über Histogramme. [6] Wie in Abbildung 3.1 dargestellt, werden in Histogrammen einzelne Datenpunkte einer Klasse zugewiesen, die als Rechteck dargestellt werden. [7] Da sich dieses System jedoch nicht für grosse Datensätze eignet, kann das Histogramm von einem Säulen-Histogramm auf ein Linien-Histogramm erweitert werden, welches sich für grössere Datensätze besser eignet. Die Abbildung 3.1 demonstriert ein Linien-Histogramm, bei dem die Linie der Säulen die zu visualisierenden Datenpunkte repräsentiert.

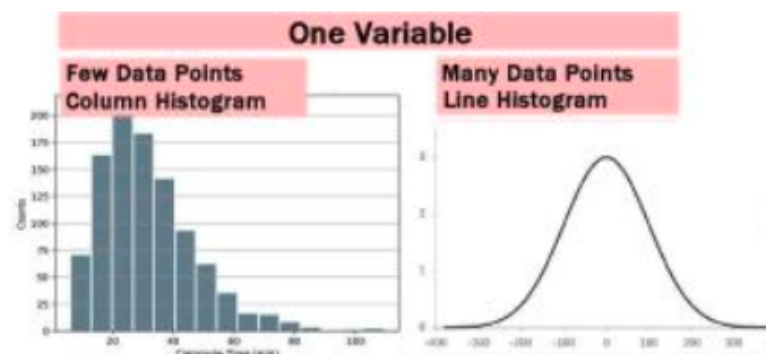


Abbildung 3.1: Säulen-Histogramm & Linien-Histogramm

(Quelle: Protopsaltis et al., 2020, S. 3 [6])

- **Bivariate Daten:** Bei einem Datensatz, in welchem zwei entweder diskrete oder kontinuierliche Variablen hinsichtlich ihrer Leistung oder ihres Trends untersucht werden müssen, handelt es sich um bivariate Daten. Bivariate Datensätze werden, wie in Abbildung 3.2 gezeigt, durch sogenannte Scatter-Plots dargestellt. Scatter-Plots ermöglichen die Darstellung des Zusammenhangs der zwei Variablen verteilt auf die beiden Achsen.
- **Multivariate Daten:** Bei einem Datensatz, der mehr als zwei entweder diskrete oder kontinuierliche Variablen hinsichtlich ihrer Leistung oder ihres Trends untersucht, handelt es sich um multivariat erhobene Daten. Die Komplexität multivariater Daten steigt mit der Anzahl der Variablen, was

die Visualisierung erschwert. Für die Visualisierung multivariater Daten sind 3D-Area-Charts, in Abbildung 3.2 abgebildet, besonders geeignet, da sie mit mehr als zwei Achsen arbeiten.

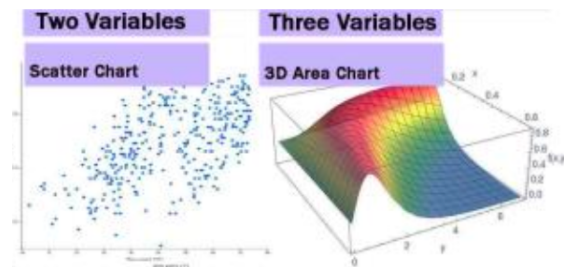


Abbildung 3.2: Scatter Plot & 3d-Plot
(Quelle: Protopsaltis et al., 2020, S. 3 [6])

3.1.3 Farben

Farben stellen einen wesentlichen Bestandteil bei der Visualisierung von Daten dar. Midway [8] führt aus, dass Farbe im Zeitalter von Zeitungen, Büchern und Fotos aufgrund der damit verbundenen Kosten in der Vergangenheit nur begrenzt eingesetzt wurde. Im digitalen Zeitalter hingegen ist Farbe so günstig wie nie zuvor. Dies impliziert die Notwendigkeit eines effektiven Einsatzes von Farben, da Farbe stets auch Information bedeutet und folglich inklusiv eingesetzt werden soll. Das setzt jedoch voraus, dass bei der Farbauswahl neben der Integration in das bestehende Design auch auf Handicaps wie beispielsweise Farbenblindheit Rücksicht genommen werden muss. Weiterführend definieren Hehman et al. [9] in ihrem Artikel, dass ein weiteres Kriterium bei der Farbauswahl die Unterscheidbarkeit von Farben bei einem potenziellen Schwarz-Weiss-Druck ist. Dabei ist zu beachten, dass Farben so gewählt werden, dass sie im Grauton unterscheidbar bleiben.

Midway [8] unterteilt Farben in 3 Schemas: Sequenziell, divergierend und qualitativ. Sequenzielle Farbschemas beinhalten eine bis zwei verwandte Farbtöne, welche von dunkel bis hell reichen und mit diesem Helligkeitsunterschied Datenvolumen beschreiben. Divergierende Farbschemas beinhalten zwei sequenzielle Farbschemas, welche über eine neutrale Farbe, normalerweise Weiss, zu einander divergieren. In diesem Zusammenhang stellt jede Farbe ein Extrema dar, während die Datenpunkte dazwischen zu einem der beiden Farben divergieren. Qualitative Farbschemas werden verwendet, wenn ein Farbton keine Rolle spielt und pro Farbe eine qualitative Gruppe oder Kategorie dargestellt werden soll.

In Bezug auf die Art der Daten ist festzuhalten, dass diese einen Einfluss auf die auszuwählende Farbpalette nehmen. Hehman et al. [9] empfehlen für kategorische Daten eine Farbpalette, in der Farben maximal unterschiedlich sind. Dies ermöglicht eine klare visuelle Unterscheidung zwischen den einzelnen Kategorien. Bei kontinuierlichen Datensätzen wird die Verwendung von Farben empfohlen, die schrittweise ineinander übergehen. Dies ermöglicht eine Visualisierung der Differenz zwischen einem ersten Wert und dem nächsten. Ein geringer Farbwechsel stellt dabei eine geringe Differenz dar, während ein drastischer Farbwechsel eine grosse Differenz darstellt. Bei der Verwendung einer Nullpunkt-Farbpalette wird zusätzlich ein Nullpunkt visualisiert. Dies beinhaltet ein neutrales Element, in der Regel die Farbe Weiss, welche als Nullpunkt zwischen zwei Farben fungiert. Die zwei gewählten Farben verhalten sich sequenziell und kontinuierlich bis zum neutralen Element.

Um Farbenblindheit zu berücksichtigen, können Tools wie „Color Brewer“ verwendet werden. [10] Color Brewer ermöglicht es, Farbschemas anhand der Datenart auszuwählen und diese auf Farbenblindheit zu prüfen. Somit kann gewährleistet werden, dass eine ausgewählte Farbpalette zu einem Datensatz passt und auch auf Inklusivität geprüft ist.

3.1.4 Dashboard

Im vorliegenden Abschnitt erfolgt eine Untersuchung zweier Photovoltaik-Visualisierungs-Dashboards hinsichtlich der Kriterien Diagramme, Farben und generelle Struktur. Zunächst wird die Struktur der Dashboards beschrieben, anschliessend findet eine Evaluierung der genannten Komponenten, Diagramme, Farben sowie der generellen Struktur statt. Die zu untersuchenden PV-Visualisierungs-Dashboards sind „SolarEdge“ und „Solar Manager“.

SolarEdge ⁴

Das SolarEdge Dashboard ist, wie in Abbildung 3.3 gezeigt, in vier Teile strukturiert:

- **Produktion:** Die Produktion in der Abbildung 3.3a visualisiert die Energieproduktion. Sie zeigt, wie viel Energie von den Solarpanels erzeugt wird und wurde. Zusätzlich zeigt die Visualisierung den Verbrauch des erzeugten Stroms. Die Differenz zwischen erzeugtem Strom und Verbrauch zeigt, wie viel Strom in das Stromnetz fließt beziehungsweise aus dem Stromnetz bezogen wird. Zur Visualisierung werden Symbole und Farben verwendet, die den nutzenden Personen über die Energieproduktion informieren. Die Farbe Grün bedeutet, dass Energie produziert und benutzt wird. Orange ist das negative Gegenstück und zeigt an, dass zu wenig Energie produziert und Strom vom Stromnetz konsumiert wird.
- **Leistung & Energie:** Die Visualisierung von Leistung und Energieertrag erlaubt die Darstellung des Verbrauchs, der Produktion sowie des Eigenverbrauchs in unterschiedlichen Zeitbereichen. Dazu zählen der Tag, die Woche, der Monat, der Rechnungszyklus sowie das Jahr. Die Visualisierung erfolgt mittels Balkendiagrammen sowie gestapelten Flächen- und Balkendiagramme. Die Balkendiagramme repräsentieren die Verteilung der Energieproduktion und des Energieverbrauchs in vier Kategorien: Eigenverbrauch, Einspeisung, Eigenproduktion und Zukauf. Dabei stehen Eigenverbrauch und Einspeisung, sowie Eigenproduktion und Zukauf einander gegenüber. Die Balkendiagramme dienen der Visualisierung der prozentualen Anteile. Die gestapelten Flächen- und Balkendiagramme werden für die Visualisierung von Verbrauch, Produktion und Energie-Eigenverbrauch über verschiedene Zeitspannen benutzt.
Die Farbwahl im Diagramm ist darauf ausgerichtet, die verschiedenen Kategorien deutlich voneinander zu unterscheiden. Rot wird für den Verbrauch verwendet, Grün für die PV-Produktion, und Blau für den Eigenverbrauch. Diese Farbuweisung unterstützt das schnelle Erfassen der Datenverhältnisse und fördert eine intuitive Interpretation der Daten: Grün als positiv für Produktion, Rot traditionell als Warnfarbe für Verbrauch, und Blau als eine neutrale Farbe für den Eigenverbrauch.
Das Dashboard ist klar und übersichtlich strukturiert. Die monatliche Aufteilung der Daten ermöglicht einen schnellen Überblick über die Jahresperformance. Die Beschriftungen sind deutlich, mit der Achsenbeschriftung in Wattstunde (Wh) und Monaten des Jahres. Der Aufbau fördert ein schnelles Verstehen des Energieflusses und der saisonalen Muster im Energieverbrauch und in der Produktion.
Die Bereitstellung zusätzlicher Interaktionselemente, wie beispielsweise einer Detailansicht, die beim Überfahren des Datensatzes angezeigt wird, oder eines Wechsel der Zeitperiodenansicht beim Anklicken eines spezifischen Monats oder Tages, ermöglicht eine erweiterte Interaktion mit den Daten.
- **Energievergleich:** Der Energievergleich präsentiert die erzeugten Energiemengen für die Zeiträume Monat, Quartal und Jahr sowie für unterschiedliche Jahre.

⁴<https://www.solaredge.com/de/produkte/software-tools/monitoring>

- **Ergänzende Informationen:** Die zusätzlichen Informationen sind thematisch unabhängig von den Bereichen Energie und Leistung. Sie umfassen Angaben zum Wetter, beispielsweise eine Wettervorhersage und Angaben zum aktuellen Wetter, sowie ökologische Fakten, beispielsweise Angaben zu den durch die Nutzung eingesparten CO₂-Emissionen und vergleichsweise gepflanzte Bäume.



Abbildung 3.3: SolarEdge Dashboard
(Quelle: <https://www.solarmanager.ch/produkt/visualisierung/> [11])

Solar Manager ⁵

Die Solar-Manager-Applikation bietet die Möglichkeit, Solar-Daten in einer Ansicht zu visualisieren, wie in Abbildung 3.4 dargestellt. Die Applikation lässt sich in drei Teile untergliedern, nämlich Kopfzeile, Diagramm und Fusszeile.

- **Kopfzeile:** In der Kopfzeile werden die Werte desjenigen Datenpunktes angezeigt, der im Diagramm selektiert wurde. Dabei erfolgt die Anzeige der Zahlen in der Farbe des dazugehörigen Graphen, um die Zugehörigkeit zu visualisieren. Hierbei wird das Farbmuster Blau, Grün und Gelb gewählt.
- **Diagramm:** Das Diagramm präsentiert drei Grafiken, welche den aktuellen Verbrauch (blaue Fläche), die aktuelle Einspeisung (grüne Fläche) sowie die aktuelle Solarleistung (gelbe Fläche) visualisieren. Des Weiteren werden die maximalen Werte der einzelnen Graphen über einen bestimmten Zeitraum durch gestrichelte Linien angezeigt. Der Solar Manager bietet die Option, die Leistungswerte eingebundener Geräte einzublenden. Dies wird in Abbildung 3.4 mittels der orangen Linie veranschaulicht. Folglich kann beispielsweise der Leistungsverbrauch einer Auto-Ladestation oder eines einfachen Smart-Plugs angezeigt werden.
- **Fusszeile:** Die Fusszeile wird verwendet, um weitere detaillierte Informationen zum Energieverbrauch darzustellen, wie beispielsweise den Anteil des Gesamtverbrauchs, welcher mittels Solarenergie abgedeckt wird, oder den Eigenverbrauchsanteil. Hierbei kann zwischen den Informationsansichten gewechselt werden.

⁵<https://www.solarmanager.ch/produkt/visualisierung/>



Abbildung 3.4: Solar Manager Dashboard

(Quelle: <https://www.solarmanager.ch/produkt/visualisierung/> [11])

Vergleich der existierenden Lösungen Im Folgenden ein Vergleich der beiden Dashboards SolarEdge und Solar Manager anhand der Diagramme, Farbe und genereller Struktur:

Kategorie	SolarEdge	Solar Manager
Diagramme	Zur Visualisierung der Energiedaten über verschiedene Zeitfenster hinweg bedient sich SolarEdge einer Mischung aus Linien- und Säulendiagrammen. Des Weiteren erfolgt eine Darstellung der Import-/Exportverteilung mittels gestapelter Balkendiagramme.	Zur Visualisierung der Energiedaten bedient sich Solar Manager einer Kombination aus Linien- und Säulendiagrammen. Für den Vergleich verschiedener Daten wird die Darstellungsform gestapelter Balkendiagramme verwendet.
Farbe	SolarEdge verwendet ein klar definiertes Farbmuster, welches die Farben Grün, Rot und Blau beinhaltet. Dabei steht die Farbe Grün für die Produktion, Rot für den Konsum und Blau für den Eigenkonsum. Dieses Farbmuster findet Anwendung in sämtlichen Visualisierungen des Dashboards.	Der Solar Manager verwendet ein dreifarbiges Schema, wobei die Farbe Gelb der Solarleistung, die Farbe Grün der Einspeisung und die Farbe Blau dem Verbrauch zugewiesen ist. Zusätzlich erlaubt das Programm die Anpassung und Konfiguration der Farben nach individuellen Präferenzen.
Struktur	Das SolarEdge Dashboard wurde für die Webansicht auf Computern konzipiert, weshalb eine grössere Bildschirmfläche erforderlich ist. Dies ermöglicht die Aufteilung der Informationen auf einzelne Kacheln, wodurch eine übersichtliche Darstellung gewährleistet wird. Dabei nehmen alle energiebezogenen Daten vertikal gesehen zwei Drittel des Dashboards ein, während ergänzende Informationen ein Drittel zur Verfügung haben.	Das Solar Manager Dashboard wurde für die Nutzung auf mobilen Endgeräten konzipiert und arbeitet folglich mit einer reduzierten Bildschirmfläche. Dies impliziert, dass eine grössere Anzahl von Daten auf einer kleineren Fläche dargestellt werden muss. Dabei nimmt die Visualisierung der Energiedaten den grössten Raum ein, während für zusätzliche Informationen und die Anzeige der Datenwerte gleich viel zusätzlicher Platz zur Verfügung gestellt wird. Um die Problematik der reduzierten Bildschirmfläche zu umgehen, kann mittels einer Wischgeste zwischen verschiedenen Ansichten bezüglich zusätzlicher Informationen gewechselt werden.
Smart Home Integration	Eine Integration von Smart Home Daten ist mittels des SolarEdge Dashboards nicht möglich.	Das Solar-Manager-Dashboard erlaubt die Integration von Smart Home Geräten in die Darstellung von Energiedaten. Die einzelnen Geräte können der Visualisierung hinzugefügt werden, wobei sie durch eine zusätzliche Linie im Diagramm dargestellt werden. Das Ein- und Ausblenden der einzelnen Geräte sowie die zu den Geräten gehörende Farbe können konfiguriert werden.

Tabelle 3.1: Vergleichs Matrix für SolarEdge und Solar Manager

3.1.5 Überwachung des Energieverbrauchs

In zahlreichen Fällen ist eine exakte Überwachung des Energieverbrauchs nicht möglich. Obwohl eine Gesamtbetrachtung des Energieverbrauchs vorgenommen werden kann, bleibt die Analyse des Verbrauchs einzelner Geräte oft schwierig. Diese Problematik wird durch sogenannte Smart Home Lösungen gelöst. In der Definition von Stolojescu-Crisan et al. [12] wird ein Smart Home als ein Haus definiert, welches Teil des Internet of Things (IoT) ist. Dies ermöglicht einer Person die entfernte Überwachung und Kontrolle eines Gerätes. Der Zugang zu Daten eines Smart Homes bringt diverse Vorteile mit sich. Aus den geführten Interviews wurden von Sovacool et al. [13] 13 spezifische Vorteile definiert. Drei Vorteile wurden besonders häufig genannt: die Energieeinsparung, der Komfort sowie die Kontrollierbarkeit. Um die intelligente Steuerung des Energieverbrauchs zu ermöglichen, ist eine zentrale Einheit erforderlich, welche den Verbrauch misst. Die zentrale Einheit wird von den Smart-Geräten über den Verbrauch informiert. Anhand von Monitoring-Daten, wie von Wang et al. [14] dargestellt, kann ein detaillierter Einblick in die Energieverbrauchsmuster gewonnen werden.

3.1.6 Technische Mittel

In der modernen Informatik sind die technischen Mittel, die für die Integration externer Daten und die Visualisierung von Diagrammen genutzt werden, von entscheidender Bedeutung. Sie ermöglichen es, komplexe Daten effizient zu verarbeiten, darzustellen und in Anwendungen einzubinden. Das Kapitel 3.1.6 beleuchtet zwei wesentliche Aspekte dieser technischen Mittel: die Integration externer Daten und die Visualisierung von Diagrammen.

3.1.6.1 Externe Daten Integration

Externe Daten können auf verschiedenste Weisen in eine Applikation integriert werden. Fielding et al. [15] haben hierzu den REST (Representational State Transfer) Architektur Style entwickelt, welcher die Integration von Schnittstellen in Applikationen vereinheitlicht. Die Client-Server-Architektur basiert auf der Trennung der Benutzeroberfläche von der Datenspeicherung. Dadurch lassen sich die Portabilität und Skalierbarkeit verbessern. Die Kommunikation zwischen Client und Server erfolgt zustandslos. Jede Anfrage eines Clients an einen Server muss alle Informationen enthalten, die zum Verständnis und zur Verarbeitung der Anfrage erforderlich sind. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass Antworten zwischengespeichert werden können. Dazu ist eine explizite oder implizite Kennzeichnung als cachingfähig oder nicht cachingfähig erforderlich, um die Netzwerkeffizienz zu optimieren. Die Anwendung einer einheitlichen Schnittstelle für alle Interaktionen dient der Vereinfachung der Architektur und der Verbesserung der Sichtbarkeit. Ein mehrschichtiges System zeichnet sich durch eine Organisation in hierarchischen Schichten aus, wodurch das Verhalten der Komponenten eingeschränkt und die Plattformunabhängigkeit gefördert wird. Code on Demand stellt eine optionale Möglichkeit zur Erweiterung der Client-Funktionalität dar. Dazu wird Code, beispielsweise JavaScript, heruntergeladen und ausgeführt.

REST hat die moderne Web-Architektur entscheidend geprägt, indem es eine Reihe von Grundsätzen und Einschränkungen bereitstellt, welche die Skalierbarkeit, Effizienz und Unabhängigkeit verbessern. Es dient als Leitfaden für die Entwicklung und Bewertung von Webprotokollen und stellt sicher, dass die Architektur weiterentwickelt werden kann, um veränderten Anforderungen gerecht zu werden.

3.1.6.2 Visualisierung von Diagrammen

In der modernen Webentwicklung stellen Visualisierungsframeworks essenzielle Instrumente zur anschaulichen und interaktiven Darstellung komplexer Daten dar. Zu den bekanntesten JavaScript Bibliotheken für Datenvisualisierungen zählen Chart.js und D3.js. Beide Bibliotheken bieten ein breites Spektrum an Funktionen zur Erstellung von Diagrammen und Grafiken. Dennoch weisen sie eine Reihe von

Unterschieden hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Anwendung auf. Der folgende Vergleich der beiden Frameworks zielt darauf ab, ihre jeweiligen Stärken und Schwächen zu identifizieren.

Chart.js: Die JavaScript-Bibliothek Chart.js besticht durch ihre Einfachheit und Benutzerfreundlichkeit. Sie richtet sich an Entwickler, die ohne grossen Aufwand ansprechende Diagramme erstellen möchten. Die Bibliothek bietet eine übersichtliche Programmierschnittstelle (API) sowie eine Vielzahl an vorgefertigten Diagrammtypen, darunter Linien-, Balken-, Radar-, Polar- und Tortendiagramme. Die Integration von Chart.js in ein Projekt ist mit geringem Aufwand verbunden. Nach dem Einbinden der Bibliothek können Diagramme mit minimalem Code erstellt werden. Die Konfiguration erfolgt über ein JSON-Objekt, in dem die Daten und die spezifischen Optionen für das Diagramm festgelegt werden. [16]

D3.js: D3.js (Data-Driven Documents) stellt ein leistungsstarkes Instrument zur Erstellung von Datenvisualisierungen bereit, welches den Entwicklern umfassende Kontrolle über das Erscheinungsbild und die Funktionalität der Diagramme ermöglicht. Im Gegensatz zu Chart.js, welches vordefinierte Diagrammtypen bereitstellt, erlaubt D3.js die Konzeption von vollständig massgeschneiderten Visualisierungen. Im Vergleich zu Chart.js erfordert D3.js ein tieferes Verständnis von JavaScript, SVG (Scalable Vector Graphics) und DOM-Manipulation. Um die vollen Möglichkeiten von D3.js auszuschöpfen, müssen Entwickler mehr Code schreiben und ein besseres Verständnis der zugrunde liegenden Technologien aufweisen. D3.js zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus, sodass das Tool für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen innerhalb der Datenvisualisierung eingesetzt werden kann. [17]

Chart.js ermöglicht die Erstellung von Diagrammen, die sich durch eine einfache Handhabung sowie ein ansprechendes Design auszeichnen. Sie eignet sich daher besonders für Projekte, bei denen eine unkomplizierte Implementierung sowie eine intuitive Programmierschnittstelle erforderlich sind. D3.js hingegen stellt die optimale Lösung für anspruchsvolle, individuelle Visualisierungen dar, die eine hohe Flexibilität und Kontrolle erfordern. Es empfiehlt sich insbesondere für Projekte, bei denen die Visualisierung grosser Datenmengen sowie eine hohe Performance im Vordergrund stehen. [18]

3.1.7 Fazit

Die durchgeführte Literaturrecherche und Marktanalyse ergab folgende Ergebnisse: In Anbetracht der Daten ist die Auswahl einfacher Diagramme gegenüber komplexen Diagrammen zu empfehlen, da diese in der Regel eine leichte Interpretierbarkeit aufweisen. Dieselbe Vorgehensweise ist bei der Auswahl der Farbschemata für die Diagramme zu berücksichtigen. In Bezug auf die Farbschemata besteht grundsätzlich die Möglichkeit, diese nach eigenem Ermessen zu wählen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die gewählten Farben für farbenblinde Personen weiterhin verständlich sein müssen. Die Marktanalyse der beiden Dashboards von SolarEdge und Solar Manager offenbart zwei divergierende Ansätze zur Integration von Energiedaten in eine Applikation. Die Analyse ergibt, dass sowohl das Dashboard von SolarEdge als auch das von Solar Manager auf einfache Diagramme setzen. Beide Dashboards verfügen zudem über die Fähigkeit, zusätzliche Informationen darzustellen. Das Dashboard von Solar Manager zeigt zudem eine Möglichkeit auf, wie Smart Home Geräte in die Visualisierung integriert werden können. Dies hat den Vorteil, dass der Energiekonsum sichtbar gemacht wird, was sich positiv auf das Energiekonsumverhalten auswirkt.

Die aus der Literaturrecherche gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die in Kapitel 5.1 „Energiedaten Integration“ erläuterte Lösung zur Integration von Energiedaten.

3.2 Features Tracking durch Feedback

Im Folgenden erfolgt eine Darstellung der unterschiedlichen Methoden zur Messung der Nutzung von Features in Software- oder Technologieprojekten. Im Rahmen der Recherche haben wir folgende Suchbegriffe in der google scholar Plattform verwendet: „implizites explizites Feedback“, „in situ feedback framework“, „feedback-driven feature development“. Die Zitate stammen aus den Ergebnissen dieser Suchanfragen und den abgeleiteten Zitaten aus den gefundenen Artikeln. Aus den etwa 100 visionierten Datenquellen wurden 18 für diesen Teil der Arbeit ausgewählt.

In diesem Kontext wird sowohl auf implizites als auch auf explizites Feedback eingegangen, wobei jede Methode spezifische Vor- und Nachteile aufweist. Im Folgenden wird erörtert, wie Analysewerkzeuge und Tracking innerhalb des Produkts genutzt werden können, um automatisiert Informationen über das Nutzerverhalten zu sammeln. Des Weiteren wird erörtert, inwiefern A/B-Tests zur Optimierung von Funktionen beitragen können. Zudem wird dargelegt, dass Nutzerumfragen und Nutzertests als Methoden des expliziten Feedbacks ein vertieftes Verständnis der Benutzererfahrung und -präferenzen ermöglichen. Die Filterung und Aufarbeitung der Daten erfolgt mittels diverser Methoden, die von der Art der Daten abhängig sind. Bei Daten in schriftlicher Form werden wörtliche Klassifizierungen eingesetzt, da auf diese Weise schwer quantifizierbare Informationen gewonnen werden können.

In Bezug auf die Differenzierung von Feedback lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: explizites und implizites Feedback. „Indirektes bzw. implizites Feedback umfasst unbewusste verbale, nonverbale und paraverbale Signale, die nicht intentional übermittelt werden. Demgegenüber besteht explizites Feedback aus beabsichtigten verbalen Rückmeldungen zu wahrgenommenem Verhalten.“ [19, S. 7]

3.2.1 Sammlung

Die Messung der Nutzung von Features kann auf Basis verschiedener Methoden und Tools erfolgen. Die Komplexität ihrer Implementierung ist dabei abhängig von der jeweiligen Funktion und dem Kontext. Die richtigen Sammelmethoden sind sehr wichtig, denn wie Almaliki et al. schreiben „[...] being motivated to give feedback and being targeted by the wrong feedback acquisition method makes users lose interest in responding“ [20, S. 15].

3.2.1.1 Implizit

Die Erfassung impliziter Feedbacks erfolgt automatisiert, jedoch lassen sich auf diese Weise lediglich begrenzte Einsichten in die Zusammenhänge zwischen Nutzerverhalten, Benutzer-Charakteristika und Benutzererfahrung gewinnen. Im Folgenden werden die folgenden Methoden vorgeschlagen:

A-B Testing „An important social aspect of A/B testing is obtaining user feedback. A significant portion of A/B tests revolves around prioritizing and optimizing the user experience“ [21, S. 3].

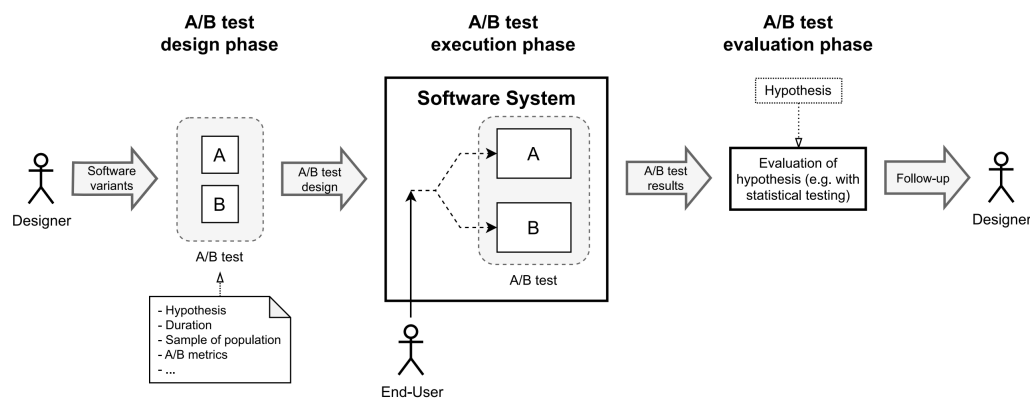


Abbildung 3.5: Genereller Ablauf eines A/B-Tests in drei Phasen

(Quelle: Quin et al [21])

Der A/B-Test stellt eine Evaluierungsmethode für Service-Verbesserungen dar, bei der die Werte eines Parameters zwischen zwei Varianten (Kontrolle und Behandlung) verglichen werden. Die Abbildung 3.5 stellt den Ablauf des A/B-Tests grafisch dar. Die Ergebnisse werden über standardmässige frequentistische Parameterprüfungen an den Benutzer kommuniziert, wobei p-Werte und Konfidenzintervalle verwendet werden. Auf diese Weise wird eine sehr einfache Benutzeroberfläche bereitgestellt, da die Massnahmen eine Trennung der Aufgabe der Experimentanalyse von den Details des Designs und der Implementierung ermöglichen. [22]

Interaktionen In ihrer Publikation definieren Stanik et al. [23] ein Interaktionsereignis als die Interaktion eines Nutzers mit einem mobilen Gerät (z. B. Klicken und Wischen auf dem Bildschirm), die nicht spezifisch für bestimmte Apps ist und daher eine app-unabhängige Lösung ermöglicht. Diese Mechanismen können das Erfassen von aufgerufenen Features, betätigten Schaltflächen und besuchten Seiten umfassen. Die Lösung eignet sich insbesondere dazu, die Nutzung von Features zu analysieren und zu evaluieren. Auf diese Weise lassen sich eine höhere Nachfrage identifizieren sowie die weniger genutzten Features feststellen. Es kann beispielsweise [24] angenommen werden, dass eine bestimmte Seite nur selten aufgerufen wird, während statische Elemente möglicherweise häufiger angeklickt werden, da die Nutzer offenbar mehr Informationen erwarten.

Analysetools Verschiedene Analysewerkzeuge, wie beispielsweise Google Analytics, bieten Funktionalitäten, die es Produktteams ermöglichen, das Nutzerverhalten innerhalb des Produkts genau zu verfolgen. Diese Tools erfassen, welche Features verwendet werden, wie häufig sie genutzt werden und wie viel Zeit Nutzer mit jeder spezifischen Funktion verbringen. Solche Instrumente sind besonders nützlich, um die Interessen der Benutzer im Voraus zu erkennen. Ein Beispiel für die Anwendung solcher Analysewerkzeuge wäre die Entdeckung einer Nische, die von vielen Nutzern gesucht wird. [24]. Die Abbildung 3.6 demonstriert die durchschnittliche Engagement-Zeit verteilt auf 7 Tage.

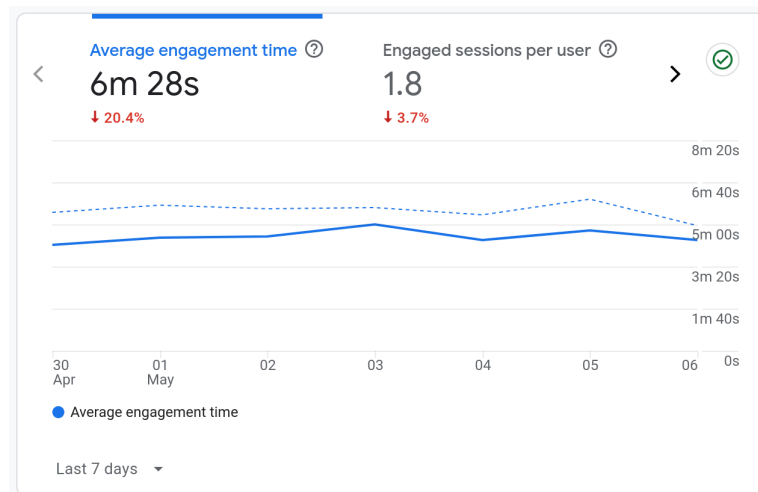


Abbildung 3.6: Beispiel engagement Time

(Quelle: Google Analytics - 2024)

3.2.1.2 Explizit

Nach Ferwerda et al.[25] ist das Sammeln von explizitem Feedback teuer, erfordert eine aktive Teilnahme der Benutzer und wird daher oft in kleineren Studien durchgeführt. Dennoch ermöglicht es ein tieferes Verständnis der Beziehung zwischen Benutzer Merkmalen, deren Bedürfnissen und Präferenzen sowie deren Verhalten und Erfahrung.

Für explizite Feedbacks muss man folgende Ziele im Kopf behalten [26]:

- Anreichern des In-App-Feedbacks
- Benutzer motivieren
- Auswahl von Kategorien ermöglichen
- Die Privatsphäre des Benutzers respektieren
- Definierte Eingabe für Feedback
- Informationen über die Verwendung von Feedback bereitstellen
- Benutzern erlauben, über zu sendende Daten zu entscheiden
- Alternativen zur Dokumentation anbieten
- Kommunikation nach dem Absenden von Feedback ermöglichen
- Verfügbare Probleme/Feedback für einen bestimmten Kontext anzeigen
- Benutzern erlauben, sich abzumelden
- Auf Anfrage erläuternde Informationen bereitstellen
- Benutzerunterbrechungen verhindern

Nutzerumfragen Ein weiterer Ansatz ist die Durchführung von Nutzerbefragungen, um Erkenntnisse über die Nutzung von Funktionen und die dahinter liegenden Motive zu gewinnen. Die Durchführung von Nutzerbefragungen kann entweder in regelmässigen Abständen oder automatisch bei der Nutzung bestimmter Funktionen ausgelöst werden. Die Methode [24] zielt darauf ab, direkte Einblicke in die Gedanken der Nutzer zu gewinnen, um herauszufinden, welche Features beliebt sind, welche Präferenzen sie haben, welche Unzufriedenheiten bestehen und welche Funktionen sie sich wünschen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass für die Organisation von Nutzerumfragen bereits eine hinreichende Anzahl an Nutzern vorhanden sein muss, da andernfalls die Umfrage möglicherweise nicht repräsentativ für die Realität ist.

In-app feedback Gemäss Scherr et al. [27] ist die Mehrheit der Nutzer (28/30) der Meinung, dass es einfacher wäre, Feedback direkt in einer App zu geben. Des Weiteren gaben zwei Drittel der Befragten (21) an, dass die Möglichkeit, Feedback in einer App zu geben, ihre Bereitschaft, Feedback zu geben, erhöhen würde. Ein Beispiel aus der Studie zeigt Abbildung 3.7.

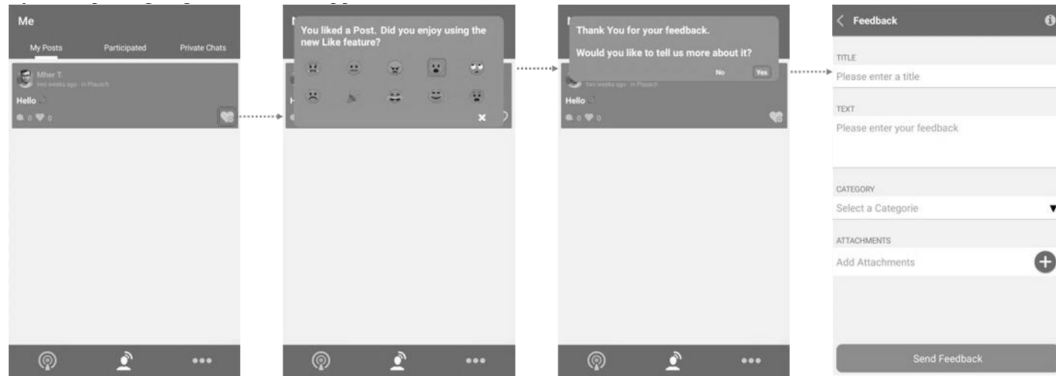


Abbildung 3.7: Beispiel für in-app feedback, PfaffFunk
(Quelle: Scherrer et al. [27])

Es existieren drei Möglichkeiten [26], den Zeitpunkt für Nutzerfeedback zu bestimmen und Feedback anzufordern. Bei vordefinierten App-Bedingungen erfolgt das Feedback auf Anfrage des Nutzers (Pull-Feedback), während bei Push-Feedback das Feedback auf Wunsch des Nutzers erfolgt. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, beide Methoden zu kombinieren, d. h. sowohl Pull- als auch Push-Feedback zu nutzen.

Nutzertests Des Weiteren können Nutzertests durchgeführt werden, um zu beobachten, wie Nutzer mit dem Produkt interagieren und welche Funktionen sie bevorzugen. Auf diese Weise lassen sich qualitative Daten zur Nutzung von Funktionen gewinnen, welche die quantitativen Daten sinnvoll ergänzen [24]. Tests ermöglichen einen direkten Einblick in das Nutzerverhalten und die Interaktion mit dem Produkt, wobei die gewonnenen Erkenntnisse in etwa denen von Umfragen entsprechen. Auf diese Weise lassen sich Schwierigkeiten und Hindernisse identifizieren, beispielsweise durch zu viele Klicks für eine einfache Operation. In der Konsequenz kann eine Optimierung der Features gemäss den Nutzerbedürfnissen erfolgen.

3.2.2 Zwecke

Die Realisierung diverser kleiner Ziele kann durch Feedback gewährleistet werden. Die Verbesserung der Anwendung stellt dabei das übergeordnete Ziel dar, welches durch die genannten Ziele erreicht werden soll. Die Deinstallation einer App erfolgt häufig aufgrund einer als unintuitiv empfundenen Benutzeroberfläche, einer langsamen Performance, Abstürzen oder fehlender Funktionen [28]. Im Kontext einer Web-Applikation kann die Deinstallation analog zum *Nicht-mehr-Einloggen* betrachtet werden. In ihrer Studie identifizierten Ter-Tovmasyan et al. [26] folgende Ziele:

- Priorisierung und Entscheidungsfindung für zukünftige Entwicklungen
- Neue Anforderungen identifizieren
- Die Akzeptanz der App verbessern
- Problemzonen in der App erkennen
- Feedback mit zusätzlichem Kontext ermöglichen
- Bereitstellung von Feedback mit zusätzlichem Kontext
- Erfassung der allgemeinen Benutzerzufriedenheit

- Erfassung von Trends/Themen im Zusammenhang mit der App
- Bereitstellung einer Kommunikationsplattform zwischen Benutzern und Entwicklern
- Schaffung von Nachverfolgbarkeit für Feedback
- Erhöhung der Effektivität der Qualitätssicherung

3.2.3 Aufarbeitung

In diesem Abschnitt geht es um die Auswertung und Nutzung der gesammelten Daten. Direktes und indirektes Feedback werden teilweise unterschiedlich behandelt. Im Allgemeinen: „Feedback is clearer and can also be interactive with the app developing company, while indirect feedback has to be analyzed clearly whether it addresses valuable improvement points” [29, S. 5].

3.2.3.1 Klassifizierung

Die Klassifikation von Feedbacks erfolgt nach Elberzhager et al. [29] anhand von vier Dimensionen: Bewusstsein, Modus, Datentyp und Intention. Die nachfolgende Erläuterung dieser Dimensionen erfolgt im Detail [29].

Bewusstsein Der Begriff Bewusstsein bezeichnet die Wahrnehmung des Benutzers während der Datenerfassung. Diese Dimension differenziert zwischen explizitem und implizitem Feedback und weist dabei ein Risiko auf, das mit impliziertem Feedback einhergeht. Dieses Risiko besteht in der potenziellen Veränderung des Benutzerverhaltens sowie in der Möglichkeit, dass eine ungenaue Interpretation erfolgt, was wiederum die Entscheidungsprozesse zur App-Verbesserung beeinträchtigt

Modus Der Modus bezeichnet die Motivation, die dem Feedback eines Benutzers zugrunde liegt. Das direkte Feedback ist insbesondere für den App-Entwickler bestimmt, beispielsweise Forenbeiträge auf der Website des App-Entwicklers. Dies führt zu einer transparenteren Kommunikation sowie interaktiven Diskussionen. Demgegenüber ist das indirekte Feedback nicht direkt an den App-Entwickler gerichtet. Ein Beispiel für indirektes Feedback ist ein Blogbeitrag auf einer unabhängigen Website, auf der Benutzer ihre Erfahrungen austauschen. Während direktes Feedback in der Regel klarer ist, erfordert indirektes Feedback eine sorgfältige Analyse, um seinen Kontext zu verstehen und seinen Wert für die App-Verbesserung zu bestimmen.

Datentyp Der Datentyp definiert die Art des bereitgestellten Feedbacks. Im vorliegenden Kontext ist eine Differenzierung zwischen Bewertungen und Inhalten erforderlich, da diese unterschiedlichen Kategorien zugeordnet werden müssen. Die Bewertung von Inhalten erfolgt auf einer ordinalen Skala, beispielsweise durch die Vergabe von Sternen oder Smileys. Die einfache Bewertungsmöglichkeit sowie die Vermittlung eines allgemeinen Eindrucks der Benutzerzufriedenheit stellen wesentliche Vorteile dar. Inhaltsfeedback umfasst Texte, mündliche Kommentare, Bilder oder Videos, die in der Regel informativer sind, jedoch einen höheren Analyseaufwand erfordern. Inhaltsfeedback ermöglicht in der Regel tiefere Einblicke und erlaubt Entwicklern, die Benutzererfahrungen genauer zu verstehen.

Intention Die Intention des Feedbacks gibt Aufschluss über dessen Konkretheit. Während sich das allgemeine Feedback auf Ausdrücke oder grobe Einschätzungen beschränkt, wie beispielsweise „Gute App, ich nutze sie täglich“, ist kein konkreter Vorschlag enthalten. Das Verständnis der Absicht hinter dem Feedback ist für Entwickler von Nutzen, da es ihnen ermöglicht, Prioritäten zu setzen und sich auf sinnvolle Verbesserungen zu konzentrieren.

3.2.3.2 Semantische Analyse

Guzman et al. [30] schlagen eine Methode vor, um explizites Feedback in Form von informellen Texten systematisch zu analysieren, mit besonderem Fokus auf der automatisierten Extraktion von Merkmalen und Sentimenten. Das Extrahieren von Merkmalen und Sentimenten aus App-Stores erfordert einen anderen Ansatz als das Extrahieren aus Produktbewertungen. Gemäss Stanik et al. [23] besteht ein zentrales Ziel darin, schriftlichen Rückmeldungen zu analysieren, um automatisch Fehlerberichte, Funktionsanfragen und irrelevante Texte zu identifizieren. Dieser Ansatz berücksichtigt jedoch weder die tatsächliche Nutzung noch den Nutzungskontext (implizites Benutzerfeedback), was entscheidende Faktoren für das Verständnis der Benutzerbedürfnisse sind.

3.2.4 Vorhandene Beispiele und ähnliche Ideen

Die Annahme, dass Feedback empfangen, analysiert, verstanden und in die Praxis umgesetzt werden muss, indem daraus Anforderungen abgeleitet werden, ist in der Literatur weit verbreitet [31], [32], [33]. Um das Ziel der Anregung von Feedback zu erreichen, ist es notwendig, geeignete Mechanismen zur Sammlung von Feedback bereitzustellen, die den Bedürfnissen der Stakeholder entsprechen [31].

In der Literatur, erschienen folgende Beispiele für Mechanismen:

SocialMedia Feedback App [34] ist ein Feedback-System, das die separate Entwicklung von Feedback-Komponenten für verschiedene Plattformen erlaubt, die anschliessend in ein einziges System integriert werden können. Der Fokus liegt auf der Entwicklung eines mobilen Feedback-Tools, das auch andere Plattformen unterstützen kann, während diese entwickelt werden. Ein Beispiel für die Verwendung des mobilen Tools ist die Erstellung von Fotos von Schnittstellen auf anderen Geräten, wie beispielsweise Fernsehern. Das beschriebene System umfasst lediglich eine eigenständige Android-Feedback-Applikation. Die Anwendung bietet den Nutzerinnen und Nutzern die Möglichkeit, ihren Feedback-Berichten Textkommentare, Fotos oder Audioaufnahmen hinzuzufügen. Ein Benutzer stellt fest, dass das Drücken einer Taste in der mobilen Applikation keine erwartete Reaktion auf dem Fernseher auslöst. In der Folge ist es dem Nutzer möglich, ein Foto des Fernsehbildschirms zu erstellen, welches das Problem veranschaulicht, und dieses in seinen Feedback-Bericht zu integrieren. Der Bericht wird daraufhin an einen Server übermittelt, wo Designerinnen und Designer ihn überprüfen und die erforderlichen Modifikationen vornehmen oder das Feedback online diskutieren können.

FAME [35] ist ein Framework (Feedback Acquisition and Monitoring Enabler), welches für die Softwaretechnik entwickelt wurde und die Integration von Benutzerfeedback sowie Laufzeitüberwachungsdaten ermöglicht. Das Framework integriert verschiedene Formen von Benutzerfeedback, darunter Kommentare, Bewertungen und Screenshots, und überwacht gleichzeitig die Leistung des Systems, insbesondere Benutzerinteraktionen und Servermetriken. Die Speicherung und Verarbeitung der Daten erfolgt mittels einer semantischen Schicht und einer Ontologie, wodurch die Durchführung fortgeschrittener Analysen ermöglicht wird. Darüber hinaus unterstützt sie die Optimierung der Software sowie die Entwicklung neuer Funktionen. Das modulare Design von FAME ermöglicht die flexible Integration neuer Tools sowie eine Anpassung an unterschiedliche Softwareumgebungen, wodurch die Effizienz der Anforderungserfassungsprozesse in der Softwareentwicklung erhöht wird.

AppEcho [36] ist eine mobile Feedback-Anwendung, die ursprünglich für Samsungs Bada OS entwickelt wurde und später für das Android-Betriebssystem angepasst wurde. Die Anwendung zielt primär darauf ab, die Sammlung und Dokumentation von Nutzerfeedback zu mobilen Anwendungen zu erleichtern. Die Anwendung ermöglicht den Nutzerinnen und Nutzern die Teilnahme an einem strukturierten Feedback-Prozess. Zu den Funktionalitäten zählen die Erfassung von Screenshots, die Nutzung von

Medienservices für Audioaufnahmen, die Speicherung von Feedback-Informationen in einer SQLite-Datenbank auf dem Gerät sowie die Nutzung von Messaging-Diensten (beispielsweise E-Mail-Client) für die Übermittlung von Feedback. Die Speicherung aller erfassten Daten erfolgt lokal, um die Integrität des Feedbacks auch bei Verbindungsproblemen während der Übermittlung zu gewährleisten. Der Prozess der Feedback-Einreichung umfasst die Übermittlung dokumentierter Rückmeldungen per E-Mail an vordefinierte Adressen. AppEcho zielt insgesamt darauf ab, den Prozess der Feedback-Sammlung für Entwickler zu optimieren. Die Bereitstellung fundierter Einblicke zur Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und Funktionalität mobiler Anwendungen basiert auf der Auswertung umfassender Nutzerfeedbacks.

3.2.5 Visualisierung und Dashboard

Die Effektivität und Nutzbarkeit eines Dashboards sind massgeblich von der Wahl geeigneter Datenvisualisierungen abhängig. Die Eignung der gewählten Visualisierungen ist dabei von entscheidender Bedeutung für die Effektivität und Nutzbarkeit des Dashboards. Die gewählten Datenvisualisierungen sollten die zugrunde liegende Botschaft der Daten klar vermitteln und eine einfache Interpretation derselben ermöglichen. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass die Datenvisualisierung den verfügbaren Platz optimal nutzt, ästhetisch ansprechend und leicht lesbar ist. Liniendiagramme, Balkendiagramme und Aufzählungsbalken sind effektive Visualisierungen für schnelle Vergleiche [37].

3.2.6 Fazit

In Bezug auf die Einordnung von Feedback kann eine Differenzierung in zwei Gruppen vorgenommen werden. In diesem Kontext erfolgt eine Differenzierung zwischen implizitem und explizitem Feedback.

Die Erfassung impliziten Feedbacks erfolgt automatisiert durch den Einsatz von Werkzeugen wie A/B-Tests, Nutzerinteraktionen sowie Analysetools wie Google Analytics. Die genannten Methoden gestatten Einsichten in das Nutzerverhalten, jedoch ohne direktes Feedback der Benutzer, was die Interpretation der Ergebnisse erschweren kann.

Explizites Feedback wird aktiv von den Benutzern selbst über Umfragen, In-App-Feedback und Nutzertests gesammelt. Die genannten Methoden gestatten tiefere Einblicke in die Benutzerpräferenzen, sind jedoch mit höheren Kosten verbunden und erfordern eine aktive Teilnahme der Benutzer. Im Rahmen der Sammlung von explizitem Feedback ist zudem die Berücksichtigung wesentlicher Ziele und Richtlinien erforderlich. In diesem Kontext erlangen die Motivation der Benutzer sowie der Schutz ihrer Privatsphäre eine entscheidende Bedeutung.

Die Klassifikation des Feedbacks erfolgt nach den Kriterien Bewusstsein, Modus, Datentyp und Intention. Eine semantische Analyse erweist sich als ideale Methode für die systematische Auswertung von Feedback. Es existieren diverse Beispiele und Frameworks, die das Feedback-Tracking unterstützen. Allerdings kann deren Integration in die Applikation nicht unmittelbar gewährleistet werden.

4 Konzeptuelle Lösung

Das folgende Kapitel widmet sich den grundlegenden Konzepten und Lösungsansätzen, die als Basis für die in Kapitel 5 „Lösung“ präsentierten Ergebnisse dienen.

4.1 Konzeptuelle Lösung: Energiedaten Integration

Die Integration der Energiedaten ist im Applikationsframework von CEEEX implementiert. Dies impliziert, dass das in Angular-Komponenten aufgeteilte Frontend in erster Linie für die Darstellung von Daten zuständig ist. Das in Python verfasste Fast-API-Backend ist für die Beschaffung, Modifikation und Bereitstellung der Daten zuständig. Das Backend umfasst die Anbindung der Schnittstellen für die Datenlieferung von SolarEdge und OpenWeather. Diese Schnittstellen stellen die Energie- sowie die Wetterdaten bereit. Die nachfolgende Abbildung 4.1 zeigt die Architektur, welche die Lösung beschreibt. Hierbei zeigt die Abbildung 4.1 die Unterteilung in vier Komponenten, welche für die Implementierung relevant sind. Dies ist das CEEEX-Frontend, das CEEEX-Backend, die SolarEdge API und die Open Weather API. Um das Feature nutzen zu können, müssen zwei Vorbedingungen erfüllt werden. Zunächst ist der von SolarEdge zur Verfügung gestellte API-Key sowie der dazugehörige Site-Key zu hinterlegen. Sobald diese beiden Eigenschaften für die benutzenden Person hinterlegt sind, wird das Feature automatisch aktiviert und die Daten von den Schnittstellen bezogen.

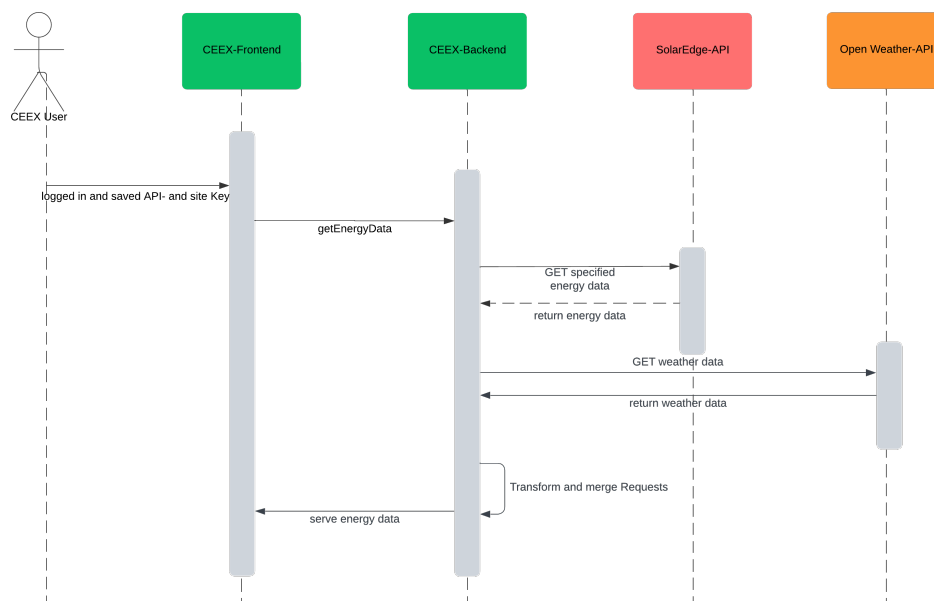


Abbildung 4.1: Sequenzdiagramm der Energiedaten Integration
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Daten der Schnittstelle werden für alle vorhandenen Zeitfenster in CEEEX besorgt. Eine Modifikation des Zeitfensters initiiert einen Nachladevorgang, welcher automatisch eine Anfrage nach den Energiedaten im Backend mit dem definierten Zeitfenster auslöst. Im Anschluss erfolgt eine Transformation sowie eine Zusammenführung der beiden Schnittstellen Antworten, welche wiederum an das Frontend übermittelt werden.

Dort erfolgt eine Darstellung der Daten in Form von Linien- oder Säulendiagrammen. Die Abbildungen 4.2 - 4.4 zeigen die für die konzeptuelle Lösung der in Figma⁶ erstellten Mockups. Die Mockups

⁶<https://www.figma.com/proto/ZSkG9gNajNgXVd0R7t9wR/Prototype-BA?node-id=0-1&t=ahswXelzy6v5crOa-1>

dienten zur Präsentation einer möglichen Lösung sowie dem Brainstorming von Erweiterungen. Zudem ermöglichten sie die Validierung der Visualisierung mit den Stakeholdern und das Identifizieren von weiteren Features.

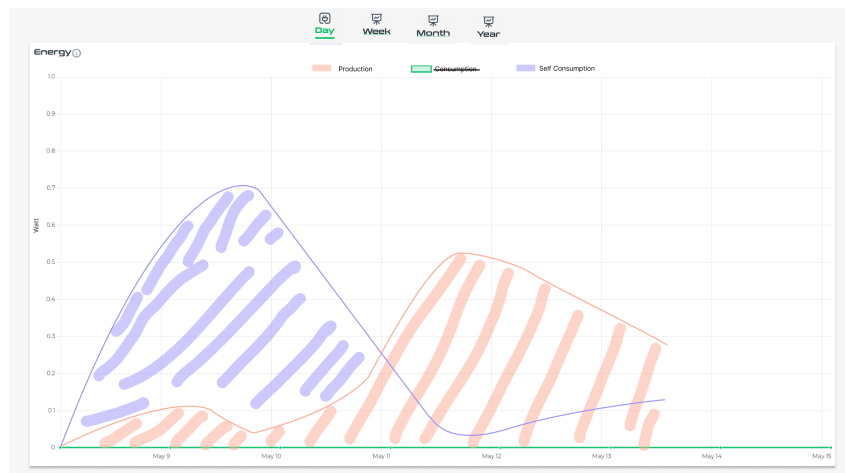


Abbildung 4.2: Prototyp Tagesansicht
(Quelle: Eigener Figma Prototyp)

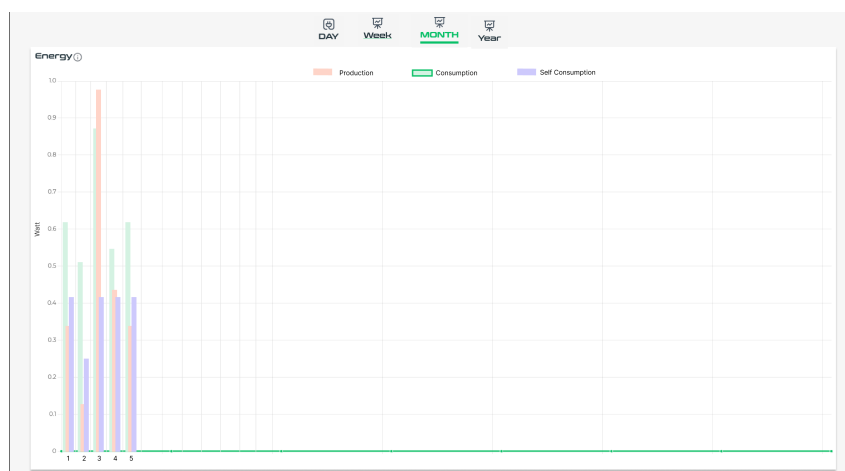


Abbildung 4.3: Prototyp Monatsansicht
(Quelle: Eigener Figma Prototyp)

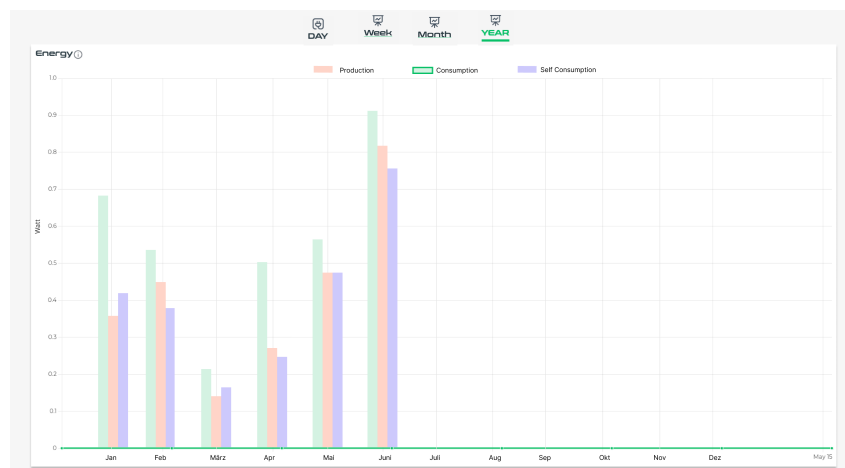


Abbildung 4.4: Prototyp Jahresansicht
(Quelle: Eigener Figma Prototyp)

4.2 Konzeptuelle Lösung: Feedback Tracking

Da CEEX ein Greenfield-Projekt ist und derzeit noch keine tatsächlichen Kunden existieren, ist es notwendig, die verfügbaren Ressourcen und die Ausgangssituation sorgfältig zu berücksichtigen. Ein Vorteil eines solchen Projekts ist die Freiheit, die es bietet. Im Gegensatz zu einem grossen bestehenden Tool, das viel Wartung und Refactoring erfordert, ermöglicht ein Greenfield-Projekt eine grössere Flexibilität bei der Entwicklung. Das bestehende Frontend ist in Angular geschrieben. Nach Absprache mit dem CEEX-Team wird prognostiziert, dass auch zukünftige Projekte höchstwahrscheinlich in Angular entwickelt werden. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieser Arbeit eine Angular-Bibliothek entwickelt, die Feedbacks im Tool integriert und dabei den Aufwand für Entwickler so gering wie möglich hält. Ein weiteres Ziel dieser Bibliothek ist die einfache Erweiterbarkeit.

Die hier beschriebene Lösung unterscheidet sich von den in Kapitel 3.2.4 „Vorhandene Beispiele und ähnliche Ideen“ dargestellten Lösungen (SocialMedia Feedback App / FAME / AppEcho), da der Feedback-Prozess integraler Bestandteil der Website ist und somit keine separate Anwendung darstellt.

Im Rahmen der Untersuchung konnten drei verschiedene Zielgruppen identifiziert werden, die diese Lösung nutzen und von ihr profitieren werden. In diesem Kontext sind insbesondere die folgenden drei Gruppen zu nennen: Entwickler, Endnutzer sowie Personen, die das Feedback bewerten. Die Entwickler treffen die Entscheidung, welche Funktionen welche Art von Feedback erhalten. Die Endnutzer äussern ihr Feedback zu denjenigen Teilen der Applikation, zu denen sie Bemerkungen als erforderlich erachten. Die zuständigen Personen innerhalb der Organisation nehmen das Feedback zur Kenntnis und treffen entsprechende Massnahmen zu dessen Umsetzung.

Wie im Kapitel 3.2.1 „Sammlung“ vorgeschlagen, haben wir das Feedback in die Gruppen Explizit und Implizit kategorisiert. Zu diesem Zweck haben wir die folgenden Indikatoren identifiziert: Klicks (Implizit) und Daumen hoch/runter sowie schriftliche Kommentare (Explizit).

Klicks Die Analyse von Klicks erlaubt Rückschlüsse auf die Intention (Kapitel 3.2.3.1 „Klassifizierung“) des Benutzers. Die Annahme, dass ein Benutzer eine bestimmte Funktionalität nutzen möchte, ist eine weit verbreitete Annahme, die sich in der Praxis als durchaus valide erwiesen hat. Dies ist insbesondere für hochgradig interaktive Komponenten von Interesse, die primär die Modifikation der angezeigten Daten zum Ziel haben. Beispiele hierfür sind Buttons, Dropdown-Menüs und Links. Konkret gibt es bei einer der in dieser Arbeit beschriebenen Visualisierungen ein Dropdown-Menü, mit dem die Zeitspanne

der im Diagramm visualisierten Daten ausgewählt werden kann. In diesem Fall würde die Analyse der am häufigsten angeklickten Optionen Aufschluss darüber geben, welcher Wert als Standard eingestellt werden sollte.

Daumen hoch/runter Die Interjektionen „Daumen hoch“ und „Daumen runter“ fungieren als Indikatoren für eine positive bzw. negative Bewertung. Diese Beobachtung lässt den Schluss zu, dass die Benutzer eine bestimmte Funktion in dieser oder jener Form wünschen. Dies ist insbesondere von Interesse, wenn Modifikationen an einer bereits bekannten Funktion vorgenommen werden oder wenn diese in ein AB-Testing-Verfahren (3.2.1.1, A-B Testing) integriert wird. Ein exemplarisches Szenario wäre die Präsentation zweier unterschiedlicher Funktionen an zwei verschiedenen Personengruppen, wobei die Daumenfunktionen aktiviert sind. Zeigt sich eine signifikante Präferenz für eine der beiden Versionen im Vergleich zur anderen, kann unmittelbar die optimale Lösung identifiziert werden.

Kommentare In manchen Fällen ist es erforderlich, ein allgemeines Feedback einzuholen oder zu erbitten. In diesem Kontext erweisen sich Kommentare als ideale Form der Rückmeldung, da sie sich für die Bewertung unterschiedlichster Inhalte eignen. Diese Vorgehensweise findet in der Regel bei komplexen Funktionen Anwendung, die sich nicht mit diskreten Parametern beschreiben lassen. Anstelle einer reinen Beschreibung der Funktion ist es erforderlich, dass die Benutzerinnen und Benutzer erläutern, wie sie die Funktion wahrnehmen. Bei dieser Variante besteht für die Benutzerinnen und Benutzer die Möglichkeit, Fehler zu melden, Änderungen zu beantragen oder eine verbesserte Erläuterung der Funktion selbst zu erbitten. Ein potenzielles Problem dieser Feedback-Form besteht in der fehlenden unmittelbaren Aussagekraft. In der Konsequenz müssen die Rückmeldungen entweder manuell gelesen oder, wie in Kapitel 3.2.3.2 „Semantische Analyse“ beschrieben, aufbereitet werden, um eine Grundlage für weitere Massnahmen zu schaffen.

5 Lösung

Dieses Kapitel befasst sich mit den Implementierungen und den daraus entstandenen Lösungen.

5.1 Energiedaten Integration

Die Integration der Energiedaten in die bestehende CEEEX Benutzeroberfläche erfordert Anpassungen und Erweiterungen des Frontends und des Backends. Das Frontend befasst sich hauptsächlich mit der Visualisierung der Energiedaten, während sich das Backend mit der Beschaffung und Zusammenstellung der Daten befasst. Daher kann die Anpassung in drei Teile gegliedert werden. Die Anbindung der Energiedatenschnittstelle sowie der Wetterschnittstelle, das Datenmapping und die Visualisierung der Energiedaten im Frontend. Im Folgenden wird die implementierte Lösung in die erwähnten drei Teile aufgegliedert und erörtert.

5.1.1 Schnittstellen Anbindung

In der konzeptuellen Lösung (Kapitel 4.1) wird beschrieben, dass für die Integration von Energiedaten zwei Schnittstellen benötigt und angebunden werden. Für die Energiedaten wird hierfür die Schnittstelle von SolarEdge und für den Bezug von Wetterdaten die Schnittstelle von Open Weather verwendet.

Die beiden Schnittstellen wurden als Schnittstellen-Service-Klasse implementiert, wodurch sie von externem Code abgekapselt und für Erweiterungen wiederverwendbar sind. Die im Backend definierte URL-Route initiiert eine Anfrage an den externen Dienstleister, um die benötigten Daten zu beschaffen. Anschliessend erfolgt eine Verarbeitung der erhaltenen Schnittstellen-Abfragen durch die definierte Route.

In Bezug auf SolarEdge erfolgt der Zugriff auf zwei verschiedene Schnittstellen-Endpunkte in Abhängigkeit des im Frontend selektierten Zeitfensters. In Bezug auf die Zeitfenster „letzte 30 Tage“, „dieser Monat“ und „dieses Jahr“ erfolgt ein Zugriff auf den Endpunkt „energyDetails“, welcher detaillierte Energiemessungen von Zählern vor Ort für Verbrauch, Produktion und Eigenverbrauch bereitstellt. Die übrigen Zeitfenster werden über den Endpunkt „powerDetails“ abgefragt, welcher detaillierte Leistungsmessungen von Zählern vor Ort für Verbrauch, Produktion und Eigenverbrauch bereitstellt.

Die Differenzierung erfolgt mit dem Ziel, die divergierenden Anforderungen an die diversen Zeitfenster zu erfüllen. In diesem Kontext ist eine Definition der Begriffe „Energie“ und „Leistung“ erforderlich. Der Begriff der Leistung bezeichnet die Geschwindigkeit, mit der Energie verbraucht oder produziert wird. Energie wiederum ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Für die Zeitfenster „Heute“, „Diese Woche“ und „Letzte 7 Tage“ ist es sinnvoll, die Leistung anzuzeigen, da hier eine Momentanaufnahme des Verbrauchs und der Produktion dargestellt wird, was der benutzenden Person die Möglichkeit gibt, Verbrauchs- und Produktionsschwankungen ablesen zu können. Bei den restlichen längeren Zeitfenstern handelt es sich um aggregierte Werte, die keinen spezifischen Zeitpunkt repräsentieren. Daher sind hier die Energiewerte zu bevorzugen, da Momentanaufnahmen über längere Zeiträume wenig aussagekräftig sind.

Im Rahmen der Datenabfrage für die beiden SolarEdge-Endpunkte werden Informationen zu den drei Zählern „Production“, „Consumption“ und „Self Consumption“ erhoben. Die Daten zu diesen drei Zählern werden wie folgt definiert:

- **Production:** AC-Produktionsleistungsmesser / Wechselrichter-Produktions-AC-Leistung (Fallback)
- **Consumption:** Verbrauchszähler
- **Self Consumption:** Virtueller Eigenverbrauch (berechnet anhand der vom Zähler und von den Wechselrichtern gemessenen Daten)

Im Rahmen der Abfrage wird zudem eine Zeiteinheit hinterlegt. Die Zeiteinheit definiert den Zeitabstand, in dem Energiewerte publiziert werden. Dabei gilt, je grösser das im Frontend definierte Zeitfenster ist, desto grösser muss die gewählte Zeiteinheit sein, um eine anständige Visualisierung zu ermöglichen. Für das Zeitfenster „Heute“ werden Daten im Viertelstundentakt erwartet, während für das Zeitfenster „Dieses Jahr“ Daten im Monatstakt erwartet werden.

Im Gegensatz zur SolarEdge API wird für die Integration von Wetterdaten lediglich eine Abfrage benötigt. Zu diesem Zweck erfolgt ein Zugriff auf die History-API von OpenWeather, welche historische und aktuelle Wetterdaten bereitstellt. Die Abfrage basiert auf den im System hinterlegten Längen- und Breitengraden der Grundstücksdaten, sowie dem im Frontend definierten Zeitfenster. Anhand dieser Parameter ist es möglich, Wetterdaten im Stundentakt für einen spezifischen Ort zu erhalten.

Für die Durchführung von Schnittstellenabfragen stellt die Programmiersprache Python out of the box das Python-Paket „requests“ zur Verfügung. Dieses ermöglicht die Ausführung klassischer HTTP Abfragen, wie beispielsweise GET und POST. In Bezug auf die genannten Implementierungen ist festzuhalten, dass hauptsächlich GET-Anfragen zum Einsatz kommen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass lediglich Daten abgefragt, jedoch keine persistenten Veränderungen vorgenommen werden.

Um eine Überlastung der Schnittstellenanfragen zu SolarEdge zu vermeiden, werden die in Kapitel 5.1.2 „Datenverarbeitung und Transformierung“ vorbereiteten Antworten in einem Time-to-Live-Cache (TTL-Cache) benutzerspezifisch gespeichert. Diesbezüglich besteht eine 1:n-Beziehung zwischen den Benutzern und den Zeiträumen sowie eine 1:1-Beziehung zwischen den Zeiträumen und den verarbeiteten Schnittstellenantworten. Der TTL-Cache besitzt eine Gültigkeit von 15 Minuten, da die Werte für die kleineren Zeitfenster in diesem Abstand publiziert werden. Bei jeder Anfrage an das Backend wird folglich geprüft, ob eine existierende gecachte Antwort vorhanden ist und, sofern dies der Fall ist, an das Frontend gesendet.

5.1.2 Datenverarbeitung und Transformierung

Die Minimierung der Rechenleistung des Frontends wird durch die Übernahme der gesamten Datenverarbeitung und Transformierungsleistung durch das Backend gewährleistet. Die Verarbeitung und Transformation der Daten umfasst das Zusammenführen der beiden Schnittstellen-Abfragen, wie in Kapitel 5.1.1 „Schnittstellen Anbindung“ erwähnt, sowie die Erstellung und Zusammenführung von Smart Home Energie-Mockdaten. Das Endergebnis der Verarbeitung und Transformation ist eine einheitliche Antwort im JSON-Format, die vom Frontend zur Visualisierung verwendet werden kann.

5.1.2.1 Zusammenführen von Antworten

Um die Antworten zusammenzuführen, ist eine detailliertere Erläuterung der beiden Antworten erforderlich. Im Folgenden werden lediglich die für die Implementation relevanten Daten erläutert. Die Abfrage zu SolarEdge hat im Allgemeinen die folgende JSON-Struktur:

1. **Zeiteinheit und Masseinheit:** Die Zeiteinheit definiert das Intervall, in dem die Energiedaten publiziert werden, während die Masseinheit die dazugehörige Einheit festlegt.
2. **Messstellen:** Die Messdaten werden in die drei Kategorien Verbrauch, Produktion und Eigenverbrauch unterteilt.
3. **Messdaten:** Die Messdaten umfassen ein Datum, welches dem internationalen Standard ISO 8601 folgend im Format „JJJJ-MM-TT hh:mm:ss“ dargestellt wird, sowie den dazugehörigen Messwert.

Die Abfrage zu OpenWeather hingegen erfolgt in einer JSON-Struktur, die wie folgt aufgebaut ist:

1. **Messdatenliste:** Die Messdatenliste umfasst alle meteorologischen Daten, die für das in der Abfrage spezifizierte Zeitintervall erfasst wurden.

2. **Main Objekt:** Das Main-Objekt beinhaltet alle grundlegenden meteorologischen Daten, darunter Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit.
3. **Wetter:** Das Wetterobjekt liefert eine Beschreibung des aktuellen Wetters sowie einen Icon-Code, welcher eine visuelle Darstellung des Wetters ermöglicht.

Im Rahmen des Zusammenführens der Antworten erfolgt eine Ergänzung der Wettermessdaten aus der Messdatenliste der SolarEdge-Anfrage. Es ist zu beachten, dass beim Hinzufügen der Datensätze die Zeiteinheit der SolarEdge-Abfrage berücksichtigt wird, da die Open-Weather-Schnittstelle historische Wetterdaten lediglich im Stundentakt liefert. Im Falle von SolarEdge-Abfragen, welche Daten im Viertelstundentakt liefern, erfolgt eine Zuordnung der Wetterdaten zu den vier Datensätzen, die jeweils einer vollen Stunde zugeordnet sind. Bei SolarEdge-Abfragen mit der Zeiteinheit „Stunde“ findet eine Eins-zu-eins-Zuordnung statt. Für Abfragen mit Zeiteinheiten, die grösser als eine Stunde sind, findet kein Wettermapping statt, da die Wetterdaten in diesen Fällen keine ausreichende Aussagekraft besitzen. Ein gemappter Datenwert weist folgende Struktur auf:

```
{
  "date": "2024-07-08 13:15:00",
  "value": 10226.3955,
  "temp": 23.96,
  "weather": [
    {
      "id": 802,
      "main": "Clouds",
      "description": "scattered clouds",
      "icon": "03d"
    }
  ]
}
```

Listing 1: JSON-Antwort mit Wetterdaten

5.1.2.2 Smart Home Energie-Mockdaten Generierung

Aufgrund der nicht vorhandenen Smart Home Infrastruktur erfolgt die Erstellung der Smart Home Daten unter Zuhilfenahme eines Mockdaten-Generators. Der Generator generiert ein Verbrauchsprofil, welches sich am gemessenen Eigenverbrauchswert orientiert. Ein Verbrauchsprofil wird pro Schnittstellenantwort erstellt. Die Ermittlung der Anzahl von Verbrauchsgeräten pro Messdatenwert erfolgt anhand des minimalen und maximalen Messwerts der SolarEdge-Schnittstellenantwort. Dazu wird die folgende Formel herangezogen:

$$\text{Anzahl Geräte} = \left(\frac{\text{Messwert}}{\min(\text{Wert von Antwort})} \right) / (\max(\text{Wert von Antwort}) - \min(\text{Wert von Antwort})) \times \text{Anzahl hinterlegten Geräten} + 1$$

Anzahl Geräte: Die berechnete Anzahl der Geräte.

Messwert: Der gemessene Wert der SolarEdge Schnittstellenantwort, für welchen das Profil erstellt wird.

min(Wert von Response): Der minimale Messwert der Schnittstellen Antwort.

max(Wert von Response): Der maximale Messwert der Schnittstellen Antwort.

Anzahl hinterlegten Geräten: Die Gesamtanzahl der hinterlegten Geräte.

+ 1: Eine Konstante, die zum Endergebnis addiert wird.

Die in diesem Kapitel eingeführte Formel wird auf jeden Messwert des Zählers „Verbrauch“ der Schnittstellen-Antwort angewendet. Im Anschluss wird der evaluierten Anzahl Geräte ein prozentualer Wert zugewiesen, welcher den jeweiligen, gerätespezifischen, prozentualen Verbrauchswert darstellt. Die Ermittlung des prozentualen Anteils erfolgt gemäss des nachfolgend dargestellten Algorithmus (Listing 2).

```
percentages = []
remaining = 100
for i in range(num_appliances - 1):
    percentage = random.randint(5,
                                min(20, remaining - 5
                                    * (num_appliances - i - 1)))
    percentages.append(percentage)
    remaining -= percentage
percentages.append(remaining)
```

Listing 2: Berechnung von Prozentsätzen

Im Folgenden wird das erstellte Profil der Schnittstellen-Antwort ergänzt, was zu folgendem Resultat für den Antwortwert des Zählers „Verbrauch“ führt:

```
{
  "date": "2024-07-08 13:15:00",
  "value": 10226.3955,
  "profile": {
    "TV": "14%",
    "Washing Machine": "9%",
    "Refrigerator": "7%",
    "Microwave": "15%",
    "AC": "11%",
    "Fan": "44%"
  },
  "temp": 23.96,
  "weather": [
    {
      "id": 802,
      "main": "Clouds",
      "description": "scattered clouds",
      "icon": "03d"
    }
  ]
}
```

Listing 3: JSON-Antwort mit Verbrauchsprofil

5.1.3 Energiedaten Visualisierung

In diesem Abschnitt erfolgt die Darstellung der Frontend-Visualisierung der in Kapitel 5.1.1 „Schnittstellen Anbindung“ und 5.1.2 „Datenverarbeitung und Transformierung“ abgefragten und transformierten SolarEdge-Schnittstellen-Antwort. Das vorliegende Kapitel ist der Erläuterung der ausgewählten Visualisierungsarten sowie der dazugehörigen Designentscheidungen gewidmet.

Wie in Kapitel 3.1.2 „Plots“ dargelegt eignen sich einfache Diagramme für univariate Daten am besten. Daher erfolgt die Visualisierung der Energiedaten unter Zuhilfenahme eines Liniendiagramms sowie eines Säulendiagramms. In Abhängigkeit vom ausgewählten Zeitfenster in der Benutzeroberfläche erfolgt die Visualisierung mittels eines der beiden Diagramme. Für Zeitfenster kürzer oder gleich „letzten 7 Tage“ wird das Liniendiagramm verwendet, für Zeitfenster länger das Säulendiagramm. Die beiden Diagramme dienen der Visualisierung der drei verschiedenen Zählermesswerte, wie sie in Kapitel 5.1.1 „Schnittstellen Anbindung“ erwähnt werden. Die Diagramme sind als eigenständige Angular-Komponente implementiert und basieren auf der in Kapitel 3.1.6.2 „Visualisierung von Diagrammen“ vorgestellte Javascript-Bibliothek Chart.js.

5.1.3.1 Liniendiagramm

Die Liniendiagramme präsentieren auf der x-Achse die Zeit und auf der y-Achse die Energie in der Einheit Watt. Die drei verschiedenen Datensätze werden in der Abbildung 5.1 überlappend dargestellt. Die Zuordnung der Farben zu den jeweiligen Datensätzen erfolgt über eine Legende, welche sich oberhalb des Diagramms befindet. Die Legende ist interaktiv, sodass das Ein- und Ausschalten von Datensätzen möglich ist. Das Ein- und Ausschalten kann zu Veränderungen im Diagramm auf der Y-Achse führen, insbesondere wenn ein neues Maximum definiert wurde. In diesem Fall erfolgt eine interaktive Anpassung der Y-Achse, um die neuen Datensätze zu berücksichtigen. Jeder Datenpunkt wird auf dem Diagramm als interaktiver Punkt dargestellt, der bei einem Mouse-Hover die genauen Daten zum Zeitpunkt im Tooltip anzeigt. In den beiden längeren Zeitfenstern „Letzte 7 Tage“ und „Diese Woche“ werden die Datenpunkte für 0 Werte deaktiviert, um eine unübersichtliche Ansammlung von Punkten zu vermeiden.

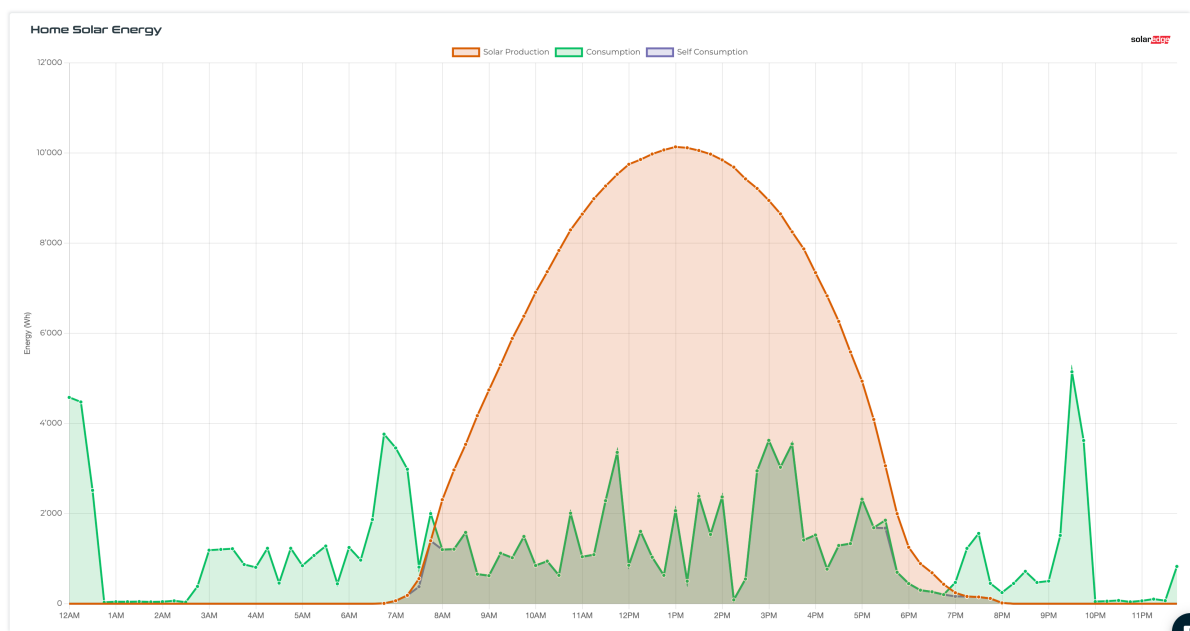


Abbildung 5.1: Liniendiagramm für einen ganzen Tag
(Quelle: Eigene Darstellung aus CEEX)

5.1.3.2 Säulendiagramm

Wie das in Kapitel 5.1.3.1 beschriebene Liniendiagramm besitzt auch das Säulendiagramm auf der x-Achse die Zeit und auf der y-Achse die Energie in der Einheit Watt. Die drei verschiedenen Datensätze werden, wie in Abbildung 5.2 dargestellt, als eigenständige Säulen nebeneinander aufgeführt. Die Chart.js-Funktion der interaktiven Legende ermöglicht die gleichartige Interaktion mit Datensätzen wie beim Liniendiagramm (vgl. Kapitel 5.1.3.1 „Liniendiagramm“). Beim Aktivieren und Deaktivieren eines Datensatzes erfolgt eine identische Reaktion. Jeder Datenpunkt wird dabei in einer einzelnen Säule dargestellt, die bei Mouse-Over detaillierte Informationen zum jeweiligen Datensatz anzeigt.

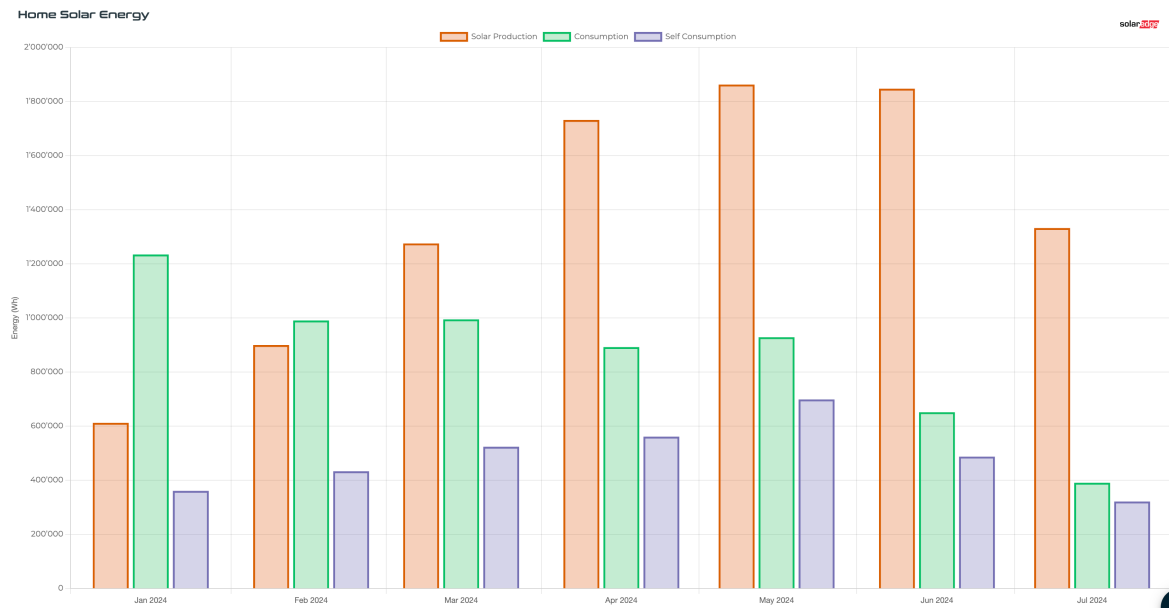


Abbildung 5.2: Säulendiagramm für das Zeitfenster Jahr
(Quelle: Eigene Darstellung aus CEEEX)

5.1.3.3 Tooltip

Der Tooltip beinhaltet alle zusätzlichen Informationen, welche in Kapitel 5.1.2 „Datenverarbeitung und Transformierung“ der SolarEdge-Abfrage hinzugefügt wurden. Infolgedessen fungiert der Tooltip als eine Art Ergänzung zum Diagramm, indem er Daten darstellt, die im Rahmen des Diagramms selbst nicht angezeigt werden können. Seine Aktivierung erfolgt durch einen Mouse-Hover über einen Datenpunkt. In Bezug auf die Darstellungsform des Tooltips ist zu beachten, dass dieser in Abhängigkeit des jeweils dargestellten Diagramms variiert. So werden für Liniendiagramme alle Informationen für einen bestimmten Zeitpunkt in einem Tooltip zusammengefasst, während bei Säulendiagrammen spezifische Daten pro Säule angezeigt werden. Die Abbildungen 5.3a und 5.3b demonstrieren die Funktionalität der Tooltips für Datenpunkte in Liniendiagrammen bzw. Säulendiagrammen. Darüber hinaus beinhaltet der Tooltip des Liniendiagramms zusätzlich Wetterdaten, welche bei Säulendiagrammen nicht dargestellt werden. Die grundsätzliche Struktur des Tooltips lässt sich wie folgt darstellen:

1. **Zeitstempel:** Die Darstellung des Zeitstempels erfolgt ausschliesslich bei Liniendiagrammen, da bei diesen die exakte Ermittlung des Zeitpunkts bei längeren Zeitfenstern erschwert sein kann. Der Zeitstempel ist im Format „TT.MM.JJJJ : HH:MM“ angegeben.
2. **Energiedaten Werte:** Die Darstellung der Energiedaten erfolgt in Form von Key-Value-Paaren. Zusätzlich wird der jeweilige Datensatz mit einem entsprechenden Farbwert der Diagrammlegende versehen.

3. **Verbrauchsprofil:** Die Darstellung des Verbrauchsprofils erfolgt in Form einer Key-Value-Pair-Liste, wobei der Key als Icon visualisiert wird.
4. **Wetterdaten:** Die Wetterdaten umfassen ein Wettericon, welches das zum Zeitpunkt herrschende Wetter veranschaulichen soll, sowie die dazugehörige Temperatur in Celsius.
5. **Informationstext:** Der Tooltip für Säulendiagramme beinhaltet zudem einen Informationstext, der darauf hinweist, dass eine spezifische Interaktion mit dem Diagramm möglich ist. Eine detaillierte Erläuterung dieser Interaktionsmöglichkeiten findet sich in Kapitel 5.1.3.4 „Weiterleitung“.

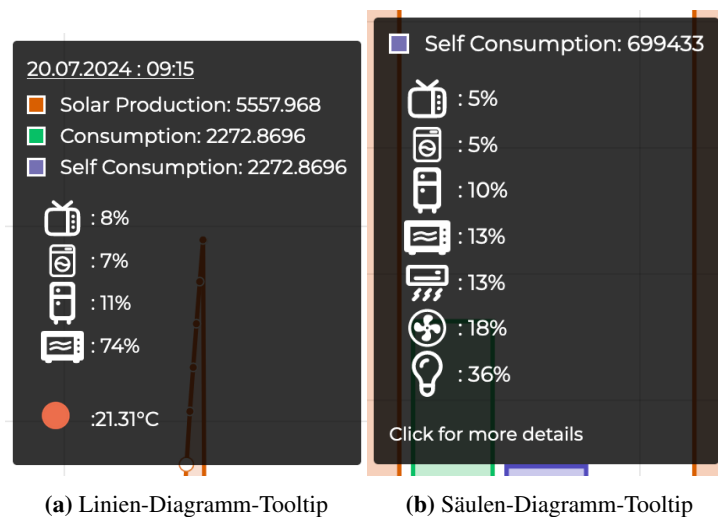


Abbildung 5.3: Tooltip Implementierungen

(Quelle: Eigene Darstellung aus CEEX)

5.1.3.4 Weiterleitung

Säulendiagramme visualisieren längere Zeitfenster wie Monate und Jahre. Um die Interaktionsmöglichkeiten mit diesen Diagrammen zu erweitern, wurde eine Weiterleitung mittels Klick auf den Datensatz implementiert, welche den spezifischen geklickten Datensatz anzeigt. Die Funktionalität basiert auf der automatischen Auswahl des entsprechenden Zeitfensters und der daraus resultierenden Visualisierung des gewählten Monats bzw. Tages. Beim Klick auf einen Datenpunkt im Säulendiagramm für das Zeitfenster Jahr wird der entsprechende Monat visualisiert, während beim Klick auf einen Tag im Zeitfenster Monat der Tag angezeigt wird. Das Klicken eines Datenpunktes führt zu einer kurzen Ladezeit, die im User Interface durch eine Ladeanimation visualisiert wird. Dadurch wird die benutzende Person über die Ladeaktion informiert.

5.2 Feedback Tracking

Die Konzeption der Bibliothek erfolgte mit dem Ziel, eine Vielzahl von Funktionen zu unterstützen, um den vielfältigen Anforderungen gerecht zu werden.

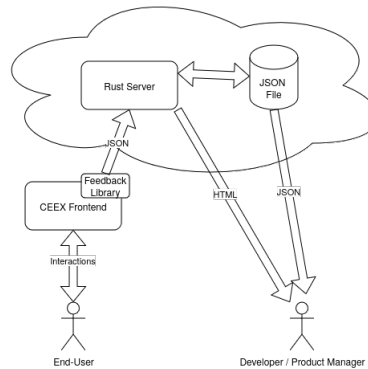


Abbildung 5.4: Überblick über die technische Lösung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die in Abbildung 5.4 dargestellte Lösung umfasst drei Komponenten: die Angular-Bibliothek, welche die Funktion der Datenerhebung übernimmt, einen Rust-Server, dessen Aufgabe die Validierung und Kategorisierung des Feedbacks ist, sowie die Bereitstellung einer HTML-Ansicht für Entwickler und Produktmanager. Des Weiteren umfasst die Lösung eine JSON-Datei, welche ebenfalls von den genannten Gruppen verwendet werden kann.

5.2.1 Developer Experience

Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die einfache Bedienbarkeit. Die Frage, auf welche Weise das Feedback gesammelt wird, ist für den Entwickler irrelevant, da lediglich die Art des Feedbacks von Belang ist. Im Rahmen der Evaluierung diverser Lösungsansätze wurden letztlich zwei spezifisch für Angular verbleibende Optionen ausgewählt, von denen eine implementiert wurde.

Option 1: Dependency Injection[38] In Angular stellt Dependency Injection ein Entwurfsmuster sowie einen Mechanismus zur Erstellung und Bereitstellung spezifischer Teile einer Anwendung an andere Teile einer Anwendung dar, die diese benötigen. Die Unterstützung dieses Entwurfsmusters durch Angular ermöglicht dessen Verwendung in Anwendungen, wodurch eine Erhöhung der Flexibilität und Modularität erreicht werden kann. Ein Beispiel für Dependency Injection ist auf der Abbildung 5.5 dargestellt.

```

constructor(feedbackService: FeedbackService){}

onButtonClick(event) {
  feedbackService.trackClick(event.target.id);
}
  
```

Abbildung 5.5: Dependency injection Beispiel
(Quelle: Eigener Code)

Option 2: Directives [39] In Angular stellen Direktiven Markierungen an einem DOM-Element (wie einem Attribut, Elementnamen, Kommentar oder einer CSS-Klasse) dar. Diese dienen dazu, dem HTML-

Compiler von Angular mitzuteilen, ein bestimmtes Verhalten an das betreffende DOM-Element anzuhängen oder das DOM-Element und seine Kinder zu transformieren. Ein Beispiel für Directives ist auf der Abbildung 5.6 dargestellt.

```
<button trackClicks id="some-button-1">
```

Abbildung 5.6: Directives Beispiel
(Quelle: Eigener Code)

Wir haben uns für die Directives Variante entschieden, da viel weniger Code und Know-how benötigt wird. Diese Lösung versteckt die Komplexität der Sammlung des Feedbacks, und kann praktisch überall mit Angular-Kontext eingebunden werden.

5.2.2 Erweiterbarkeit und Nutzbarkeit

Ein weiteres wesentliches Ziel besteht in der Bereitstellung einer Möglichkeit für Entwickler, neue Arten von Feedback ohne Medienbrüche zu integrieren, um ein effizientes und effektives Feedback zu gewährleisten. Die Lösung der „Directives“ erlaubt es dem Entwickler, einen vertrauten Begriff zu verwenden, um die neue Art von Feedback leicht verständlich und benutzerfreundlich zu gestalten. Die Natur von TypeScript bedingt, dass eine neue Art von Feedback unmittelbar anderen Personen, die an dem Projekt arbeiten, zur Verfügung gestellt wird, wie gezeigt bei der Abbildung 5.7. Die Bibliothek umfasst die gesamte Logik zur Verarbeitung des Feedbacks, welche die Einreichung, Speicherung und Anzeige umfasst. Der Entwickler hat lediglich die Aufgabe, die Art und Weise der Feedback-Sammlung zu definieren.

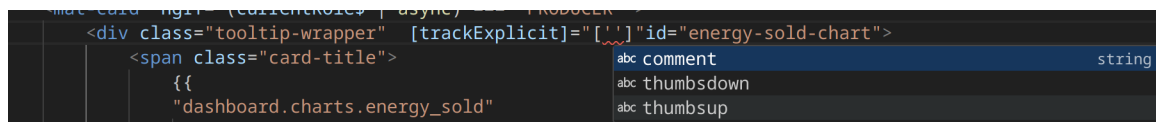


Abbildung 5.7: Autovervollständigung in VS-Code
(Quelle: Eigener Code)

5.2.3 End-User Experience

Die Erfahrung des Endnutzers ist für die Generierung von implizitem Feedback irrelevant, da die Datenerhebung ohne Wissen des Nutzers erfolgt. Im Falle des expliziten Feedbacks hingegen ist der Benutzer dazu verpflichtet, aktiv Feedback zu geben. Die Lösung basiert auf einer Kombination von Pull- und Push-Feedback, wie in Paragraph „In-app feedback“ des Kapitels 3.2.1.2 „Explizit“ beschrieben. Die Option zur Abgabe von Feedback ist mit einer spezifischen Funktion verknüpft, sodass der Nutzer erkennt, dass eine bestimmte Art von Feedback erforderlich ist. Gleichzeitig muss er jedoch aktiv entscheiden, ob er dieses Feedback geben möchte.

5.2.4 Auswertung und Visualisierung der Daten

Die Ergebnisdaten werden in Form einer JSON-Datei zur Verfügung gestellt, welche eine Liste aller eingegangenen Rückmeldungen beinhaltet. Die einzelnen Datensätze enthalten Angaben zur Art des Feedbacks, zur anonymisierten Benutzerkennung (vgl. Kapitel 5.2.5 „Privacy“), zum referenzierten Merkmal, zum Datum des Feedbacks sowie im Falle von komplexem Feedback wie Kommentaren den Inhalt des

Feedbacks. Die Daten lassen sich ohne grossen Aufwand weiterverarbeiten, beispielsweise durch Methoden des maschinellen Lernens oder den Einsatz von KI-Tools. Die Resultate dieser Verarbeitung sind in Abbildung 5.8 dargestellt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde darüber hinaus eine einfache Website erstellt, welche die gesammelten Daten in einer leicht verständlichen und übersichtlichen Weise visualisiert. Die Bereitstellung erfolgt gemeinsam mit dem Server, der das Feedback sammelt und speichert. Eine entsprechende Darstellung verkörpert Abbildung 5.11.

```

18 {
17   "feedbacks": [
16     {
15       "date": "2024-07-16T16:38:16.305427247",
14       "id": "energy-bought-chart",
13       "kind": "ThumbsUp",
12       "user_id": "VxR1fHSnjVFHJAFw1/Tbe06WE/g="
11     },
10     {
9       "date": "2023-07-16T16:54:02.574682450",
8       "id": "market-vs-dso-chart",
7       "kind": {
6         "comment": "hello"
5       },
4       "user_id": "VxR1fHSnjVFHJAFw1/Tbe06WE/g="
3     },

```

Abbildung 5.8: Beispiel von gesammelten Feedback als JSON
(Quelle: Eigene Daten)

5.2.5 Privacy

Die implementierte Lösung gewährleistet, dass die Zuordnung von Benutzerfeedback zu einzelnen Benutzern nicht im Klartext gespeichert wird. Diese Vorgehensweise ist dem Respekt vor der Privatsphäre der Benutzer geschuldet und ermöglicht dem Server die Berechnung der sichtbaren Ergebnisse. Anstelle einer direkten Speicherung der Zuordnung von Benutzerfeedback erfolgt eine Gruppierung der Benutzer anhand einer clientseitigen Hashing-Aktion, bei der eine der Benutzerkennungen, genauer gesagt ihre E-Mail-Adresse, verwendet wird. Weder der Server noch die sichtbaren Ergebnisse können ohne weiteres die Zuordnung treffen, wer was gesagt hat.

5.2.6 Resultat

Das Resultat ist eine Bibliothek, deren Konzeption sich durch eine hohe Effizienz auszeichnet und deren Implementierung nur einen geringen Aufwand seitens der Entwickler erfordert. Wie in der Abbildung 5.9 dargestellt, definieren die Entwickler lediglich, welche Art von Feedback sie sich wünschen. Das Feedback kann dabei sowohl positiv als auch negativ (Daumen hoch und Daumen runter) dargestellt werden, in Textform, repräsentiert in einer Chat-Wolke, oder in Form von Angaben darüber, wie oft und wann genau die Benutzer auf ein bestimmtes Element klicken. Die Bibliothek übernimmt die weiteren Schritte.

```

<div class="tooltip-wrapper" [trackExplicit]="['thumbsup', 'thumbsdown']" id="energy-bought-chart">

```

(Quelle: Eigener Code)

Abbildung 5.9: Daumen hoch/unten aus der Sicht der Developer

Den Benutzerinnen und Benutzern wird die Möglichkeit offeriert, ein Feature einer direkten Evaluierung zu unterziehen, wie in der Abbildung 5.10 dargestellt. Die Aktivierung dieser Funktion erfolgt lediglich für diejenigen Komponenten, für die dies vorgesehen wurde. Die Abgabe von indirektem Feedback, beispielsweise in Form von Klicks, hat keinen Einfluss auf das User Interface, da die Abgabe des Feedbacks durch die Benutzerinnen und Benutzer nicht mit einer bewussten Handlung einhergeht.



Abbildung 5.10: Daumen hoch/unten aus der Sicht der Benutzer (Oben rechts)

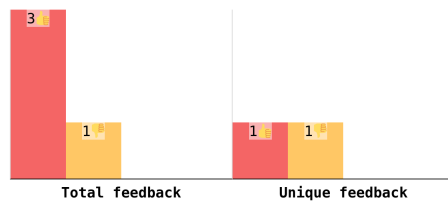
(Quelle: Eigene Darstellung aus CEEEX)

Das Feedback kann im Anschluss von den Entwicklerinnen und Entwicklern sowie den Produktmanagerinnen und Produktmanagern direkt eingesehen und ausgewertet werden. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, direkt mit dem Feedback zu arbeiten sowie dieses mittels einer einfachen Webanwendung zu bewerten (vgl. Abbildung 5.11).). Die bereitgestellten Informationen beziehen sich exakt auf diejenigen Elemente, zu denen seitens der Entwicklerinnen und Entwickler Feedback gewünscht wurde.

Example display of the received feedback

An exhaustive collection of all received feedback. Click on the unique identifier of a feature to see its feedback

▼ energy-bought-chart



Kind	Date ↓	User Id
ThumbsDown	16.07.24 17:13	VxR1fHSnjVFHJAFw1/Tbe06WE/g=
ThumbsUp	16.07.24 17:13	VxR1fHSnjVFHJAFw1/Tbe06WE/g=
ThumbsUp	16.07.24 17:13	VxR1fHSnjVFHJAFw1/Tbe06WE/g=
ThumbsUp	16.07.24 16:38	VxR1fHSnjVFHJAFw1/Tbe06WE/g=

(Quelle: Eigene Darstellung aus CEEX)

Abbildung 5.11: Daumen hoch/unten aus der Sicht der Developer/Product Manager

6 Evaluation

6.1 Testing Energiedaten Integration

Die nachfolgenden Unterkapitel widmen sich der Evaluierung der Integration von Energiedaten sowie der Analyse der daraus resultierenden Resultate. Die vollständigen Protokolle der User Testings sind im Anhang E angehängt. Zunächst erfolgt eine detaillierte Erläuterung der Evaluierungsmethode. Im Anschluss werden die zugehörigen Daten einer Analyse unterzogen, in übersichtlichen Listen oder Diagrammen zusammengetragen und schliesslich interpretiert.

6.1.1 Testing

Die Integration von Energiedaten in CEEX wird mittels eines gezielten User-Tests evaluiert. Die Datenerhebung erfolgte mittels eines Fragebogens, der sowohl qualitative als auch quantitative Fragen beinhaltete. Der vollständig genutzte Fragebogen ist als Anhang D beigelegt. Der Fragebogen umfasst insgesamt 17 Aufgaben, welche die Evaluierung der Usability und Verständlichkeit der Implementierungen zum Ziel haben. Die im Rahmen des Benutzertests gestellten Fragen lassen sich in vier Themenbereiche unterteilen. Im Rahmen der Evaluation wird zunächst die Benutzerführung innerhalb CEEX sowie die Auffindbarkeit der neu implementierten Funktionen untersucht. Anschliessend wird die Interaktion mit den Diagrammen beleuchtet. Dies umfasst Funktionen rund um die im Diagramm dargestellten Datensätze und den im Kapitel 5.1.3.3 vorgestellten Tooltip. Zusätzlich wird die Verständlichkeit und Interpretation der dargestellten Daten rund um die Diagramme abgefragt. Abschliessend erfolgt eine Bewertung der Umsetzung insgesamt.

Für das User Testing wurde ein breites Spektrum an Personen befragt. Das Alter der Befragten lag zwischen 23 und 69 Jahren. Die genaue Verteilung ist in Abbildung 6.1 dargestellt.

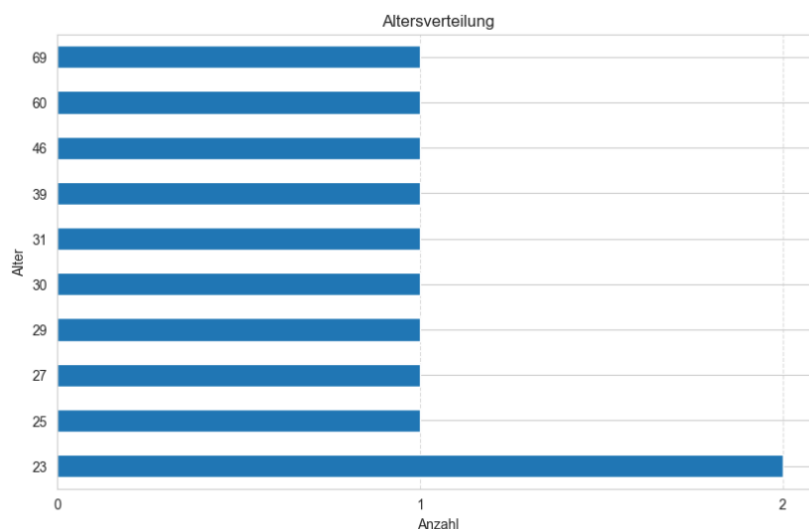


Abbildung 6.1: Altersverteilung Befragung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Berufserfahrung ist in Abbildung 6.2 genauer visualisiert, wobei Software Engineers mit 5 Interviews am häufigsten befragt wurden.

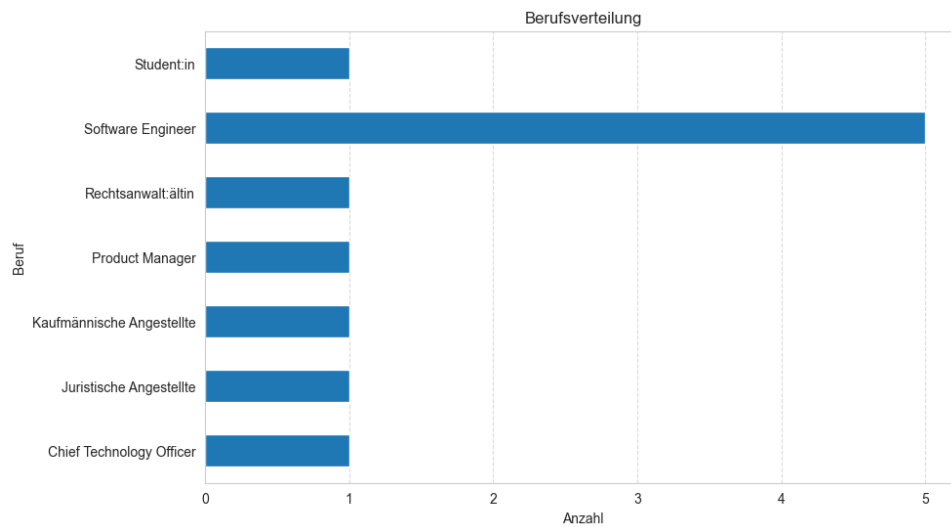


Abbildung 6.2: Jobverteilung Befragung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Da die Plattform CEEX noch nicht live ist, wurden primär Personen befragt, die noch keine Erfahrung mit CEEX besitzen. Auch bezüglich dem Umgang mit Energiedaten hatte der grösste Anteil der befragten Personen noch keine Erfahrung. Die Verteilung der Befragten ist hierbei genauer in Abbildung 6.3 dargestellt. Dies spielt jedoch keine ausschlaggebende Rolle, da die Plattform CEEX und die Energiedaten-Integration für jede Person konzipiert sind und somit kein spezifisches Vorwissen erforderlich ist.

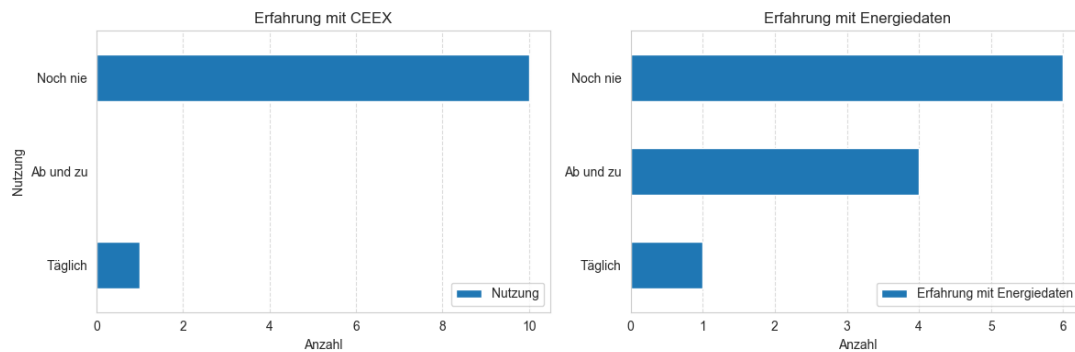


Abbildung 6.3: Erfahrungsverteilung von CEEX und Energiedaten
(Quelle: Eigene Darstellung)

6.1.1.1 Fragebogen

Der Fragebogen ist in drei Teile gegliedert. Zuerst werden Fragen zu Alter, Beruf und Erfahrung mit CEEX und Energiedaten gestellt. Nach diesen Fragen folgen 6 Aufgaben, die in 16 Teilaufgaben unterteilt sind, die die benutzende Person in CEEX lösen soll. Die Aufgaben folgen dabei einem klaren Muster. Das Muster besteht aus einer Aufgabe, die in CEEX zu lösen ist, einer anschliessenden Frage, die die Intuitivität der Lösung der Aufgabe auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut) bewertet und einer offenen Frage, die Verbesserungsvorschläge oder Kommentare zulässt. Den Abschluss des Fragebogens bilden drei Fragen, die erstens den Gesamteindruck der Implementierung bewerten, zweitens nach Verbesserungsvorschlägen und drittens nach fehlenden Funktionalitäten fragen.

6.1.1.2 Resultate User Testing

Aufgabe 1: Die erste Aufgabe umfasst die Ermittlung der Nutzerfreundlichkeit von CEEX sowie die Identifizierung der neu implementierten Energiedaten-Diagramme. Im Rahmen dessen erfolgt eine Beobachtung und Prüfung der Nutzerinteraktion mit den Zeitfenstern. Die qualitative Befragung in Aufgabe 1.1 ergab, dass die Nutzerantworten im Allgemeinen in drei Kategorien unterteilt werden können:

Verhalten	Anzahl Antworten
Person findet Zeitfenstermenu direkt, klickt auf das Zeitfenster und findet den Graphen	6
Person durchscrollt zuerst CEEX, findet das Zeitfenster und findet den Graphen	4
Person durchsucht CEEX und sucht eine Zeiteinstellung auf dem Graphen. Die Person findet das Zeitfenster nicht	1

Tabelle 6.1: Resultate Aufgabe 1.1

Die in Aufgabe 1.2 dargestellte quantitative Befragung wird in Abbildung 6.4 veranschaulicht und entspricht dem in Aufgabe 1.1 (Tabelle 6.1) präsentierten Verhalten.

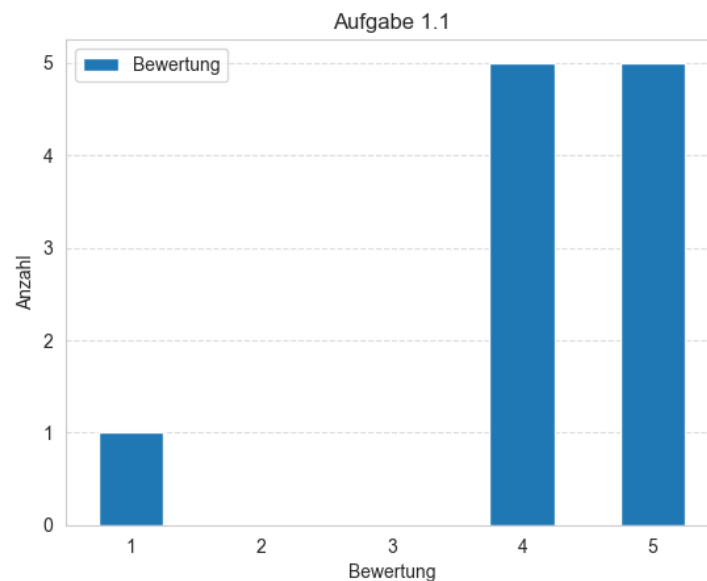


Abbildung 6.4: Resultate Aufgabe 1.2

(Quelle: Eigene Darstellung)

Aufgabe 2: Die zweite Aufgabe thematisiert die Interaktion des Graphen, insbesondere die Aktivierung und Deaktivierung der angezeigten Datensätze. Die quantitative Auswertung der Befragung ist in Abbildung 6.5 dargestellt.

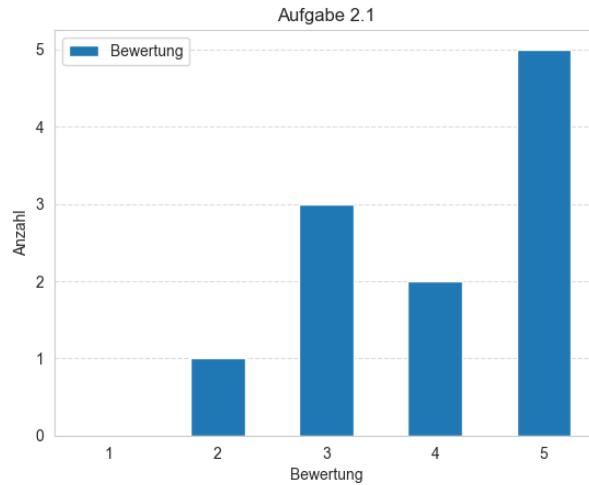


Abbildung 6.5: Resultat Aufgabe 2.1

(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Ergebnisse der Befragung legen nahe, dass die Deaktivierung für die Mehrheit der Teilnehmer intuitiv war. Vier der elf befragten Personen hatten Schwierigkeiten mit dem Verhalten. Diese Personen äusserten den Wunsch nach einer Erweiterung des informativen Bereichs, um eine schnellere Erkennung der interaktiven Datensätze zu ermöglichen. Dies könnte durch einen informativen Text oder Checkboxen erreicht werden, die auf eine Interaktion hinweisen. Eine weitere Möglichkeit wäre die Deaktivierung eines der drei Datensätze als Standardwert, um auf diese Weise die Funktion visuell hervorzuheben.

Aufgabe 3: Die dritte Aufgabe umfasst die Interaktion mit dem in Kapitel 5.1.3.3 beschriebenen Tooltip sowie der allgemeinen Verständlichkeit der Liniendiagramme. Hierzu mussten die Probanden Daten aus dem Tooltip auslesen und auflisten und den Graphen als Ganzes bewerten. Die quantitative Resultatverteilung wird in Abbildung 6.6 visualisiert. Das Resultat lässt den Schluss zu, dass die Daten im Tooltip einfach und verständlich dargestellt werden.

Bezüglich den Verbesserungsvorschlägen wurde folgendes Feedback erwähnt:

Verbesserungsvorschläge	Anzahl Antworten
Geräte-Icons nicht auf Anhieb verständlich	6
Produktions-, Verbrauch- und Eigenverbrauchs- werte mit Einheiten versehen	1
Keine Antwort	4

Tabelle 6.2: Qualitatives Feedback zu Aufgabe 3.2

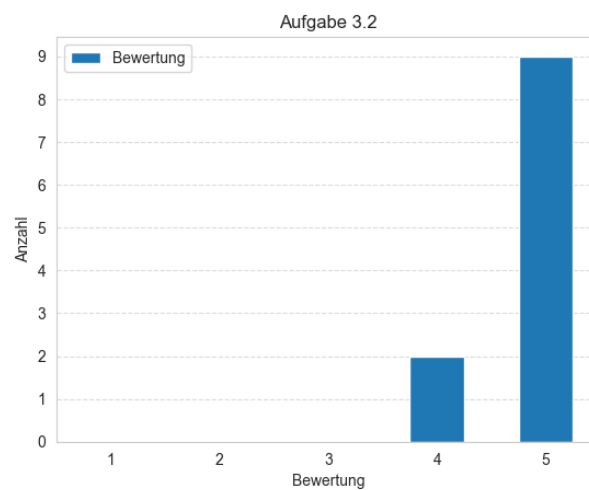


Abbildung 6.6: Resultat Aufgabe 3.2

(Quelle: Eigene Darstellung)

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird in Aufgabe 3.3 die allgemeine Verständlichkeit der Liniendiagramme analysiert. Dabei wurde von den befragten Personen bewertet, inwiefern die Visualisierung der Energiedaten eine effiziente Grundlage für die Gewinnung von Erkenntnissen und Schlussfolgerungen bezüglich der Produktion und des Verbrauchs darstellt. Die hierbei gewonnenen quantitativen Daten werden in Abbildung 6.7 dargestellt. Die Daten legen nahe, dass die Liniendiagramme als verständlich eingestuft werden können und dass sie eine einfache Erfassung von Erkenntnissen und Schlussfolgerungen bezüglich der Produktion und des Verbrauchs ermöglichen.

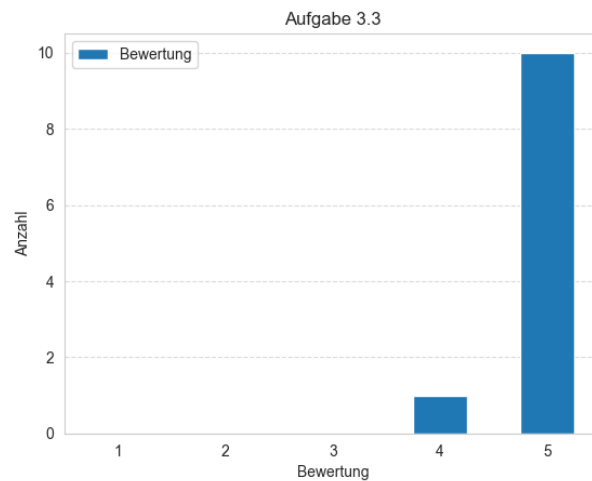


Abbildung 6.7: Resultat Aufgabe 3.3
(Quelle: Eigene Darstellung)

Aufgabe 4: Die vierte Aufgabe beschäftigt sich mit der Interaktion und Auswertung der Balkendiagramme. Dazu mussten die Probanden in Aufgabe 4.1 das Balkendiagramm für das Zeitfenster „Dieses Jahr“ laden und in Aufgabe 4.2 die Produktionsmenge für den Monat April ablesen. Abbildung 6.8 zeigt die quantitativen Ergebnisse der in Aufgabe 4.3 gesammelten Antworten zu den Aufgaben 4.1 und 4.2. Die Ergebnisse zeigen, dass das Auffinden der Daten im Diagramm intuitiv ist.

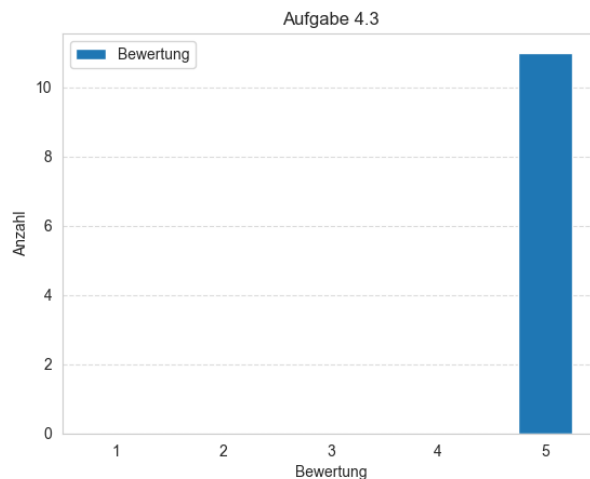


Abbildung 6.8: Resultate Aufgabe 4.3

(Quelle: Eigene Darstellung)

Anschliessend wird in Aufgabe 4.4 die Aussagekraft der Säulendiagramme untersucht. Dies geschieht nach dem gleichen Schema wie bei der Analyse der Liniendiagramme in „Aufgabe 3“. Abbildung 6.9 zeigt das quantitative Ergebnis dieser Aufgabe. Das Ergebnis verdeutlicht, dass das Säulendiagramm als leicht verständlich eingestuft werden kann und dass aus dem Diagramm leicht Schlüsse und Erkenntnisse über den Energieverbrauch gezogen werden können.

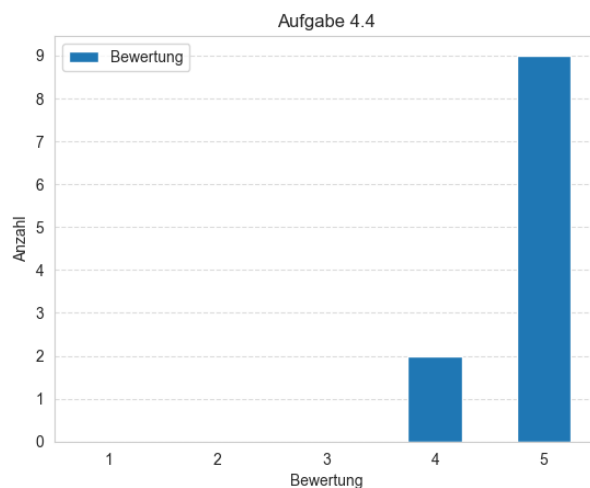


Abbildung 6.9: Resultat Aufgabe 4.4

(Quelle: Eigene Darstellung)

Aufgabe 5: Aufgabe 5 befasst sich mit der in Kapitel 5.1.3.4 besprochenen Weiterleitung. Hierbei wurde in Aufgabe 5.1 die Weiterleitung von der Jahresansicht zur Monatsansicht und in Aufgabe 5.3 die Weiterleitung von der Monatsansicht zur Tagesansicht getestet. Die daraus folgendenden quantitativen Ergebnisse aus den Aufgaben 5.2 und 5.4 sind in Abbildung 6.10 dargestellt. In Bezug auf die Aufgabe 5.1 wird, in Tabelle 6.3 ein qualitatives Feedback präsentiert. Für die Aufgabe 5.3 wurde ebenfalls ein qualitatives Feedback gesammelt, welches sich jedoch auf die Aussage beschränkte, dass das Verhalten mit dem Vorwissen aus der fünften Aufgabe bekannt ist und somit kein Problem mehr darstellt.

Feedback	Anzahl Antworten
Klick für mehr Informationen Verhalten ist bekannt	4
Zuerst gesucht, dann Verhalten mit Klick für mehr Informationen gefunden	4
Genauer Zeitpicker war erwartet	1
Kein Feedback	2

Tabelle 6.3: Feedback zu Aufgabe 5.1

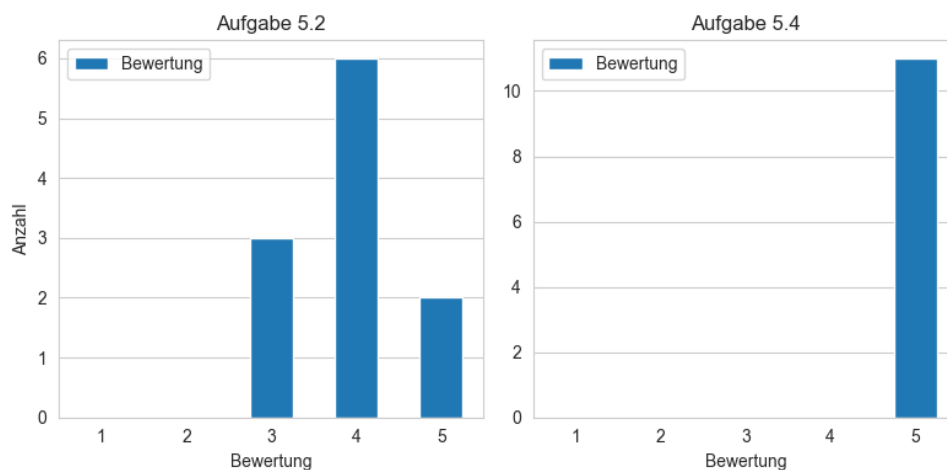


Abbildung 6.10: Resultate Aufgabe 5

(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Auswertung der quantitativen Daten lässt den Schluss zu, dass das Verhalten grundsätzlich intuitiv ist und nach einer gewissen Eingewöhnungszeit ohne Probleme anwendbar ist.

Aufgabe 6: Die sechste Aufgabe behandelt die Verständlichkeit der Verbrauchsdaten. Dazu gehören sowohl der allgemeine Kurvenverlauf des Diagramms als auch die im Tooltip dargestellten Verbrauchsdaten. Wie in Abbildung 6.11 dargestellt, ermöglicht die Visualisierung die Gewinnung klarer Schlüsse und Erkenntnisse zum Verbrauchsverhalten.

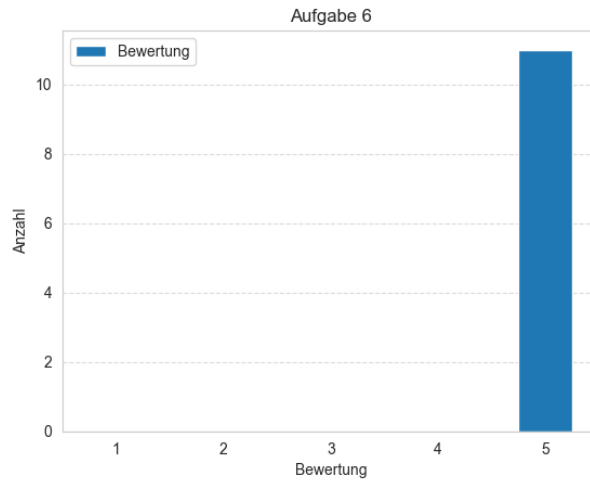


Abbildung 6.11: Ergebniss Aufgabe 6
(Quelle: Eigene Darstellung)

Abschliessende Fragen: Im Rahmen der Evaluation wurde den Probanden zudem die Möglichkeit gegeben, allgemeines Feedback zur Implementierung zu äussern. Hierzu wurden drei Fragen gestellt, wobei zunächst die allgemeine Nutzbarkeit der Implementierungen erfragt wurde. Das quantitative Resultat dieser Befragung ist in Abbildung 6.12 dargestellt.

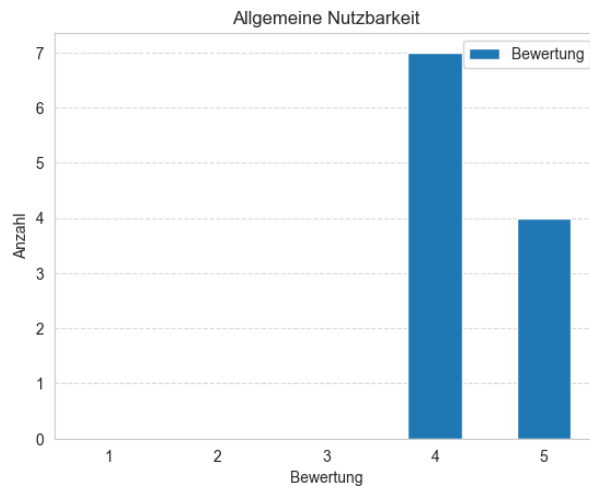


Abbildung 6.12: Ergebnis zur allgemeiner Nutzbarkeit
(Quelle: Eigene Darstellung)

Im Anschluss wurden zwei qualitative Fragen gestellt, die sich einerseits auf potenzielle Verbesserungen der vorhandenen Implementierung und andererseits auf etwaige fehlende Funktionalitäten bezogen.

Verbesserungsvorschläge	Anzahl Antworten
Grösse des Diagrammfenster anpassen, so dass in einem Screen sichtbar	1
Zeitfenster in Diagrammfenster visualisieren	3
Interaktionselemente sichtbar machen	1
Spezifische Erläuterung von Zusammenspiel Produktion, Verbrauch und Eigenverbrauch hinzufügen	2
Einzelne Icons überarbeiten/ersetzen	2
Kacheltitel anpassen	1
Kein Feedback	1

Tabelle 6.4: Verbesserungsvorschläge

Fehlende Elemente	Anzahl Antworten
Informationstext, welcher Diagramm erläutert	1
Selber definierbares Zeitfenster hinzufügen	1
Kalender Zeitfenster Auswahl hinzufügen	2
Bei Weiterleitung von Jahr zu Monat und Monat zu Tag Rückschritt ermöglichen	4
Kein Feedback	3

Tabelle 6.5: Fehlende Elemente

Die in Abbildung 6.12 dargestellten quantitativen Ergebnisse legen nahe, dass die allgemeine Nutzbarkeit der Implementierungen positiv bewertet wird. Eine qualitative Analyse der Antworten in Tabelle 6.4 und 6.5 zeigt jedoch, dass es Möglichkeiten für eine Verfeinerung und Ergänzung der Integration von Energiedaten gibt.

6.2 Feedback tracking

In diesem Abschnitt wird die Methodik zur Verfolgung von Feedback beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf einer strukturierten Vorgehensweise liegt, die die unterschiedlichen Perspektiven der beteiligten Interessengruppen berücksichtigt.

6.2.1 Teilnehmer

Die Testdurchführung für diesen Teil der Arbeit muss in drei Phasen unterteilt werden, um eine strukturierte Vorgehensweise sicherzustellen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Framework von drei verschiedenen Benutzergruppen, wie beschrieben in Kapitel 4.2, verwendet wird, was eine differenzierte Betrachtung erforderlich macht, um die spezifischen Anforderungen und Präferenzen jeder Gruppe zu berücksichtigen. Die Aufteilung der Testnutzer erfolgt in drei Gruppen: Entwickler, Nutzer und Personen innerhalb des Unternehmens.

Es kann angenommen werden, dass Personen der ersten und dritten Gruppe entweder identisch sind, beispielsweise Entwickler, die sich darüber informieren möchten, ob die Funktion auf die beabsichtigte Weise genutzt wird, oder zusammenarbeiten, beispielsweise Entwickler und Produktmanager.

6.2.2 Methodik

Die Nachahmung des ersten Anwendungsfalls kann mit einem vergleichsweise geringen Aufwand bewerkstelligt werden. Ein Tester muss lediglich selektieren, welches Feedback er sich ansehen möchte, und sodann das Resultat evaluieren. Der zweite Fall ist aufgrund der notwendigen Zusammenarbeit von Menschen bei der Testdurchführung von einer gewissen Komplexität geprägt. Das Resultat wäre für Entwickler und Produktmanager von grossem Interesse und hoher Aussagekraft hinsichtlich der Effektivität der Arbeitsleistung. Dennoch wurde von einer Umsetzung abgesehen, da die Rahmenbedingungen einen zu hohen Zeitaufwand und generell zu grosse Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung eines ausreichend grossen Pools mit sich gebracht hätten.

Daher erfolgt eine Aufteilung der Tests und der Auswertung in zwei verschiedene Gruppen. Die Gruppe der Entwickler führt eine Feedback-Einholung und -Auswertung durch, während die Gruppe der Benutzer das Feedback gibt. Beide Gruppen werden ersucht, einen Fragebogen auszufüllen, welcher im Anhang unter den Referenzen B bzw. C zusammen mit den Resultaten zu finden ist. Den beiden Gruppen wird eine Dummy-Website zur Verfügung gestellt, auf der sie das Framework testen können.

6.2.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Gruppe der Entwickler präsentiert.

6.2.3.1 Ergebnisse End-Benutzer

Die Auswertung der Antworten ergibt, dass sich 57,1% der Nutzer täglich, 19,0% jeden zweiten Tag, 14,3% ein- oder zweimal pro Woche und ein kleinerer Teil gelegentlich (4,8%) oder fast nie (4,8%) mit Webplattformen beschäftigen. In Bezug auf die Abgabe von Feedback lässt sich feststellen, dass 38,1% der Nutzer dies jedes Mal tun, wenn sie einen Dienst nutzen. 33,3% der Nutzer geben Feedback lediglich bei Vorliegen von Unzufriedenheit, während 28,6% jedes Mal Feedback geben, wenn sie etwas positiv oder negativ bewerten. Ein geringer Anteil der Nutzer äussert selten (4,8%) oder nie (14,3%) Feedback.

In Bezug auf die präferierten Distributionskanäle lässt sich eine deutliche Dominanz proprietärer Stores wie Google Play oder der App Store feststellen. Hinsichtlich der bevorzugten Distributionskanäle lässt

sich festhalten, dass 52,4% der Befragten die genannten Stores präferieren, während lediglich 23,8% soziale Medien nutzen. Die Datenauswertung erlaubt den Schluss, dass Kommentare von den Nutzer:innen am häufigsten als nützlich erachtet werden. Hinsichtlich der Präferenz für bestimmte Feedback-Formate lassen sich jedoch Unterschiede feststellen. Die Funktion "Daumen hoch/runter" wird von einigen Nutzer:innen und Nutzern als weniger nützlich erachtet. Die Nützlichkeit des Feedbacks wird von den Nutzer:innen und Nutzern unterschiedlich bewertet. Obgleich ein Teil der Nutzer:innen diese als einigermaßen oder sehr nützlich erachtet, erachtet ein anderer Teil sie als nutzlos, insbesondere wenn das Gefühl vorherrscht, dass der jeweilige Beitrag nicht gelesen oder geschätzt wird.

Die Auswertung der Daten legt den Schluss nahe, dass Nutzer, die täglich mit Webplattformen interagieren, eine höhere Bereitschaft zur Abgabe von Feedback aufweisen. Dies kann sowohl bei jeder Nutzung eines Dienstes als auch bei jeder positiven oder negativen Bewertung erfolgen. Diese Beobachtung erlaubt den Schluss, dass eine hohe Affinität zur Internetnutzung mit einer konsistenten Rückmeldung korreliert.

Des Weiteren lässt sich eine Differenzierung des Werts des Feedbacks feststellen. Diejenigen Nutzer, die die Feedback-Mechanismen als "sehr nützlich" empfinden, neigen dazu, detailliertere Kommentare abzugeben, anstatt lediglich eine positive oder negative Bewertung abzugeben. Diese Beobachtung erlaubt den Schluss, dass detailliertes Feedback als wirkungsvoller erachtet wird. Bei einigen Nutzern, die das Feedback als weniger nützlich einstufen, kann das Gefühl entstehen, dass ihre Kommentare nicht wertgeschätzt werden. Diese Beobachtung lässt den Schluss zu, dass eine Diskrepanz zwischen der Bereitstellung von Feedback und dessen wahrgenommener Wirksamkeit besteht.

Diejenigen Nutzer, die mit dem entwickelten Framework bessere Erfahrungen machen, zeichnen sich dadurch aus, dass sie häufig Feedback geben, strukturierte Feedback-Plattformen nutzen und detaillierte Kommentare bevorzugen. Es lässt sich konstatieren, dass insbesondere Personen, die bei jeder Inanspruchnahme eines Dienstes oder bei jeder Wahrnehmung einer positiven oder negativen Emotion Feedback geben, häufig die Wahrnehmung äussern, dass ihr Feedback nach der Integration des neuen Rahmens eine höhere Wertschätzung erfährt und effektiver ist. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass Nutzer, die ausführliche Kommentare abgeben, im Allgemeinen eine grössere Wirkung ihres Feedbacks wahrnehmen. Diese Beobachtung lässt den Schluss zu, dass umfassende Feedback-Mechanismen zu einer günstigeren Veränderung der Art und Weise beitragen, wie ihr Input behandelt wird.

6.2.3.2 Ergebnisse Befragung Entwickler

Die Resultate der Befragung legen nahe, dass React (50%) und Angular (31%) von den Teilnehmer:innen und Teilnehmern als besonders vertraut wahrgenommen werden. Svelte und jQuery hingegen werden als weniger bekannt eingestuft (6% bzw. 13%). In Bezug auf die Frequenz der Nutzung lässt sich festhalten, dass die Hälfte der Befragten die Frameworks lediglich einmal verwendet hat, während 19% eine mehrmalige Nutzung angaben. Hinsichtlich der Anwendungsfrequenz ist festzuhalten, dass 25% der Befragten angaben, die Frameworks nie verwendet zu haben. Es ist festzuhalten, dass 6% der Befragten angaben, die Frameworks zwar zu kennen, sie jedoch nie in der Praxis eingesetzt zu haben.

Die befragten Personen lassen sich überwiegend den Fachleuten auf mittlerer Ebene (38%) sowie den Senior-Mitarbeitern (31%) zuordnen. Des Weiteren wurden Junior-Mitarbeiter (19%) sowie leitende Angestellte und Auszubildende/Praktikanten (jeweils 6%) in die Befragung einbezogen. Diejenigen Nutzer, die bereits Erfahrung mit Angular gesammelt haben, beurteilen Direktiven als äusserst nützlich und berichten, dass sie sich sehr leicht damit zurechtfinden. Auch React-Nutzer erachten Direktiven als nützlich, wobei eine höhere Variabilität in ihren Antworten zu beobachten ist. Die Nutzer von Svelte und jQuery gaben an, dass Direktiven für sie weniger effektiv sind und sie mehr Schwierigkeiten mit diesen Frameworks haben.

Die Präferenzen hinsichtlich des Feedbacks variieren in Abhängigkeit des jeweils verwendeten Frameworks. Die Auswertung der Daten legt dar, dass Angular- und React-Nutzer detaillierte Feedback-Methoden wie Kommentare oder Klicks bevorzugen und diese Methoden als effektiv erachten. Demgegenüber erachten jQuery-Benutzer, die weniger Erfahrung mit Direktiven aufweisen, Feedback Methoden wie Klicks oder Daumen hoch/runter vielfach als weniger hilfreich. Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse legen nahe, dass erfahrene Angular-Benutzer die Direktiven sehr positiv bewerten und weiterempfehlen. Dies lässt auf eine hohe Wertschätzung der Fähigkeiten des Frameworks schliessen. Bei React-Benutzern, insbesondere solchen mit weniger Erfahrung oder seltenerem Einsatz von Direktiven, zeigt sich eine besondere Kritik hinsichtlich der Effektivität von Feedback-Methoden wie Klicks oder Daumen hoch/runter.

6.2.3.3 Beobachtungen zur Weiterentwicklung

In Bezug auf die Einführung einer neuen Art von Feedback signalisierten zwei der Befragten ihre Bereitschaft. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass das Deployment nicht Gegenstand der Vereinbarung war und folglich aus dem Kontext gerissen wurde. Des Weiteren waren diese beiden Personen die einzigen Kandidierenden, die sich selbst als Expertinnen und Experten für Angular bezeichneten. Auch der Backend-Teil wurde ausgeklammert, da beide Personen noch nie Rust geschrieben hatten.

Entwickler 1 Wir haben den ersten Entwickler gebeten, ein direktes Feedback in Form einer Checkbox zu implementieren, in der der Benutzer eine der möglichen Antworten auswählen kann. Diese Aufgabe wurde ohne unsere Hilfe leicht entwickelt und funktionierte einwandfrei. Nach dem Test gab uns der Entwickler die Rückmeldung, dass die expliziten Funktionen einfach zu implementieren waren, er es aber schade fand, dass sie aufgrund von Backend-Abhängigkeiten nicht vollständig integriert werden konnten.

Entwickler 2 Wir haben den zweiten Entwickler gebeten, ein indirektes Feedback zu implementieren, um die Anzeigezeit der Komponente zu verfolgen. Dieser Test war nicht einfach, da der Kandidat mit dem Intersection Observer API [40] nicht vertraut war. Wir mussten in diese Funktionalität eingreifen, indem wir auf die Dokumentation verwiesen. Im Vergleich zum ersten Test mit dem anderen Entwickler war dieser Versuch etwas weniger erfolgreich, da der Tester mit den spezifischen technischen Details, die nichts mit dem Framework zu tun hatten, nicht zurechtkam. Sein Feedback war letztendlich gut, da ihm die automatische Funktionsweise des Frameworks gefiel, er aber mit den sehr spezifischen Anforderungen, die wir stellten, überfordert war. Wir haben gemeinsam festgestellt, dass die Verfolgung eines Vorgangs über einen unbestimmten Zeitraum ohne zusätzliche vorbereitete Funktionen entweder zu einer grossen Menge an Daten führt, die an das Backend gesendet werden, oder zu unvollständigen Daten aufgrund von Designeinschränkungen.

6.2.4 Validität der Ergebnisse

Die Verwendung dieser Daten zur Validierung einer Bachelorthesis birgt diverse Risiken und Herausforderungen, welche die Zuverlässigkeit der gezogenen Schlussfolgerungen potenziell beeinträchtigen könnten. Ein wesentliches Problem stellt die Verzerrung der Stichprobe bei den Entwicklern dar, da diese möglicherweise nicht die breitere Population der Entwickler repräsentiert. Sofern die Umfrageteilnehmer primär aus Gemeinschaften oder Organisationen stammen, in denen React und Angular eine höhere Präferenz geniessen, ist eine Verzerrung zugunsten dieser Frameworks zu erwarten. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass alle Befragten bekannte Einzelpersonen waren, was an sich zu einer erheblichen Selektionsverzerrung führt, welche die Verallgemeinerbarkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse beeinträchtigt.

Ein weiteres Problem bei dem Framework stellt die Gefahr dar, dass eine Korrelation fälschlicherweise als Kausalität interpretiert wird. Die Daten legen Korrelationen zwischen der Vertrautheit mit einem Rahmen, der Benutzerfreundlichkeit und der wahrgenommenen Nützlichkeit von Richtlinien dar. Diese Korrelationen implizieren jedoch nicht zwangsläufig eine kausale Beziehung zwischen den Faktoren. So kann beispielsweise die positive Bewertung von Directives durch Benutzer, die Angular als einfach zu benutzen empfinden, nicht zwangsläufig als Beleg dafür herangezogen werden, dass die einfache Benutzbarkeit von Angular der ausschlaggebende Faktor für die wahrgenommene Nützlichkeit der Directives ist.

7 Conclusion and future work

In dieser Thesis wurden drei wissenschaftliche Fragen im Zusammenhang mit CEEX evaluiert. Die vorliegenden, umfangreichen Auswertungen und Vergleiche dienen als Grundlage für die nachfolgend dargestellten Forschungsfragen.

7.1 Conclusion

A: Wie können lokale Energiedaten in die bestehende CEEX-Implementierung integriert werden? Die Resultate des User-Testings der Energiedaten-Integration demonstrieren, dass die implementierte Lösung eine effektive und verständliche Möglichkeit zur Integration und Visualisierung von Energiedaten darstellt. Die Visualisierung bietet Benutzer:innen einen klaren Überblick über die produzierte Energie und das eigene Konsumverhalten. Dies ermöglicht zukünftigen Benutzer:innen, auf Basis der dargestellten Energiedaten in CEEX weitreichende Entscheidungen über den Verkauf der Energiedaten zu treffen. Aus der Perspektive der Implementierung erlaubt die Implementierung Erweiterungen am Frontend und Backend sowie die Nutzung der angebundenen Schnittstellen für die Integration zusätzlicher Funktionalitäten.

B: Wie können bestehende und künftige CEEX-Funktionen so angepasst werden, dass sie feedbackdriven sind? Unter Berücksichtigung der gesamten Entwicklung sowie der durchgeführten Tests mit dem Framework lässt sich die zugrunde liegende Idee als gültig erachten. Die Einbindung eines Feedback-Mechanismus direkt in eine Website, um die Entwicklung von Funktionen zu vereinfachen, erscheint in der Theorie vielversprechend. Diese These muss jedoch durch die finale Integration und Evaluierung des Endprodukts mit echten Benutzern sowie durch die Entwicklung selbst validiert werden. Die entwickelte Bibliothek entspricht den vom CEEX-Team verwendeten Technologien und kann deren Bedarf für aktuelle und zukünftige Arbeiten decken. Die durchgeführte Evaluierung hat ergeben, dass Angular-Entwickler in der Lage sind, das Framework zu nutzen und weiterzuentwickeln. Des Weiteren konnte eruiert werden, dass die Nutzer die bereitgestellte Funktion in erster Linie dazu nutzen, Feedback zu geben.

C: Wie wirken sich die neuen Ergänzungen auf die allgemeine Nutzbarkeit von CEEX aus? Unter Berücksichtigung der durchgeführten Tests lässt sich feststellen, dass die neuen Ergänzungen die Nutzbarkeit von CEEX positiv beeinflussen. Die Energiedatenintegration ermöglicht CEEX-Nutzer:innen die Analyse und Reflexion über die eigene Energieproduktion und den eigenen Energieverbrauch. Die selbstentwickelte Feature-Tracking-Bibliothek bietet CEEX-Nutzer:innen die Möglichkeit, Feedback zur Nutzbarkeit zu geben, welches vom CEEX-Entwicklerteam analysiert und zur Verbesserung des Produkts verwendet wird.

7.2 Future Work

Im Folgenden wird auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten eingegangen, welche eine weitere Verbesserung der Energiedatenintegration sowie der Feature-Tacking-Bibliothek zum Ziel haben.

7.2.1 Future Work: Energiedaten Integration

Die Ergebnisse der Nutzerbefragung deuten darauf hin, dass eine Reihe von Erweiterungen für die Integration der Energiedaten in Betracht gezogen werden könnten. Eine weitere potenzielle Erweiterung wäre die Implementierung eines spezifischen Datenbereich-Pickers mittels Kalenderintegration im User-Dashboard. Dadurch könnten die Daten für eine spezifische Ansicht geprüft werden. In diesem

Zusammenhang besteht die Möglichkeit, diesen Picker entweder als globales Zeitfenster zu ergänzen oder spezifisch für die Energiedaten-Kachel zu implementieren. Im weiteren Verlauf wurde der Wunsch nach einem Drill-Up-Feature im Kontext des bereits implementierten Drill-Down-Features (vgl. Kapitel 5.1.3.4 „Weiterleitung“) geäußert. Dies würde eine komfortablere Navigation zwischen den verschiedenen Zeitfenster-Levels ermöglichen. Eine weitere potenzielle Erweiterung, die speziell für die Smart Home Integration von Interesse wäre, wäre die Möglichkeit, die Verbrauchsgeräte im Tooltip spezifisch ein und auszublenden. Dadurch könnte der Verbrauch einzelner Geräte präziser verglichen und nach Bedarf eingegrenzt werden.

7.2.2 Future Work: Feature Tracking

Eine potenzielle Erweiterung des Frameworks stellt die Integration zusätzlicher Feedback-Optionen für den Benutzer dar. Im Rahmen dieser Arbeit ist eine detaillierte Untersuchung erforderlich, um die Präferenzen der Entwickler hinsichtlich nützlichen Feedbacks sowie die Bereitschaft und Fähigkeit der Benutzer zur Abgabe von Feedback zu ermitteln. Das Ziel besteht in der Identifizierung einer ausgewogenen Lösung, welche die Bedürfnisse aller involvierten Parteien in adäquater Weise berücksichtigt.

Quellenverzeichnis

- [1] A. Al-Kababji, A. Alsalemi, Y. Himeur u. a., „Energy Data Visualizations on Smartphones for Triggering Behavioral Change: Novel Vs. Conventional“, in *2020 2nd Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM)*, 2020, S. 312–317. DOI: 10.1109/GPECOM49333.2020.9247901.
- [2] M. R. Herrmann, D. P. Brumby und T. Oreszczyn, „Watts your usage? A field study of householders’ literacy for residential electricity data“, *Energy Efficiency*, Jg. 11, Nr. 7, S. 1703–1719, 2018. DOI: 10.1007/s12053-017-9555-y. Adresse: <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9555-y>.
- [3] S. K. Peddoju und H. Upadhyay, „Evaluation of IoT Data Visualization Tools and Techniques“, in *Data Visualization: Trends and Challenges Toward Multidisciplinary Perception*, S. M. Anuncia, H. A. Gohel und S. Vairamuthu, Hrsg. Singapore: Springer Singapore, 2020, S. 115–139, ISBN: 978-981-15-2282-6. DOI: 10.1007/978-981-15-2282-6_7. Adresse: https://doi.org/10.1007/978-981-15-2282-6_7.
- [4] T. O. Melanie R. Herrmann Duncan P. Brumby und X. M. P. Gilbert, „Does data visualization affect users’ understanding of electricity consumption?“, *Building Research & Information*, Jg. 46, Nr. 3, S. 238–250, 2018. DOI: 10.1080/09613218.2017.1356164. eprint: <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1356164>. Adresse: <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1356164>.
- [5] J. H. Kaas und P. Balaram, „Current research on the organization and function of the visual system in primates“, in *Eye Brain*, Jg. 6, Nr. Suppl, S. 1–4, 2014.
- [6] A. Protopsaltis, P. Sarigiannidis, D. Margounakis und A. Lytos, „Data visualization in internet of things: tools, methodologies, and challenges“, in *Proceedings of the 15th International Conference on Availability, Reliability and Security*, Ser. ARES ’20, Virtual Event, Ireland: Association for Computing Machinery, 2020, ISBN: 9781450388337. DOI: 10.1145/3407023.3409228. Adresse: <https://doi.org/10.1145/3407023.3409228>.
- [7] D. W. Scott, „Histogram“, *WIREs Computational Statistics*, Jg. 2, Nr. 1, S. 44–48, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/wics.59>. eprint: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/wics.59>. Adresse: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wics.59>.
- [8] S. R. Midway, „Principles of Effective Data Visualization“, *Patterns*, Jg. 1, Nr. 9, 2024/05/05 2020. DOI: 10.1016/j.patter.2020.100141. Adresse: <https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100141>.
- [9] E. Hehman und S. Y. Xie, „Doing Better Data Visualization“, *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, Jg. 4, Nr. 4, S. 25 152 459 211 045 334, 2021. DOI: 10.1177/25152459211045334. eprint: <https://doi.org/10.1177/25152459211045334>. Adresse: <https://doi.org/10.1177/25152459211045334>.
- [10] G. W. H. Cynthia A. Brewer und M. A. Harrower, „ColorBrewer in Print: A Catalog of Color Schemes for Maps“, *Cartography and Geographic Information Science*, Jg. 30, Nr. 1, S. 5–32, 2003. DOI: 10.1559/152304003100010929. eprint: <https://doi.org/10.1559/152304003100010929>. Adresse: <https://doi.org/10.1559/152304003100010929>.
- [11] S. Manager, 2024. Adresse: <https://www.solarmanager.ch/produkt/visualisierung/>.
- [12] C. Stolojescu-Crisan, C. Crisan und B.-P. Butunoi, „An IoT-Based Smart Home Automation System“, *Sensors*, Jg. 21, Nr. 11, 2021, ISSN: 1424-8220. DOI: 10.3390/s21113784. Adresse: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/11/3784>.

- [13] B. K. Sovacool und D. D. Furszyfer Del Rio, „Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies“, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Jg. 120, S. 109 663, 2020, ISSN: 1364-0321. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109663>. Adresse: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119308688>.
- [14] D. Wang, D. Zhong und A. Souri, „Energy management solutions in the Internet of Things applications: Technical analysis and new research directions“, *Cognitive Systems Research*, Jg. 67, S. 33–49, 2021, ISSN: 1389-0417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2020.12.009>. Adresse: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389041720301157>.
- [15] R. T. Fielding und R. N. Taylor, „Principled design of the modern Web architecture“, *ACM Trans. Internet Technol.*, Jg. 2, Nr. 2, S. 115–150, Mai 2002, ISSN: 1533-5399. DOI: 10.1145/514183.514185. Adresse: <https://doi.org/10.1145/514183.514185>.
- [16] Chart.js, 2024. Adresse: <https://www.chartjs.org/>.
- [17] D3.js, 2024. Adresse: <https://d3js.org/what-is-d3>.
- [18] B. Safwane, „Comparison of D3.js and Chart.js as visualisation tools“, Magisterarb., Tampere University, 2021.
- [19] A. Müller und H. Ditton, „Feedback: Begriff, Formen und Funktionen“, *Feedback und Rückmeldungen. Theoretische Grundlagen, empirische Befunde, praktische Anwendungsfelder*, S. 11–28, 2014.
- [20] M. Almaliki, C. Ncube und R. Ali, „The design of adaptive acquisition of users feedback: An empirical study“, in *2014 IEEE Eighth International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*, 2014, S. 1–12. DOI: 10.1109/RCIS.2014.6861076.
- [21] F. Quin, D. Weyns, M. Galster und C. C. Silva, „A/B testing: A systematic literature review“, *Journal of Systems and Software*, Jg. 211, S. 112 011, 2024, ISSN: 0164-1212. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112011>. Adresse: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121224000542>.
- [22] R. Johari, P. Koomen, L. Pekelis und D. Walsh, „Peeking at A/B Tests: Why it matters, and what to do about it“, in *Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Ser. KDD ’17, Halifax, NS, Canada: Association for Computing Machinery, 2017, S. 1517–1525, ISBN: 9781450348874. DOI: 10.1145/3097983.3097992. Adresse: <https://doi.org/10.1145/3097983.3097992>.
- [23] C. Stanik, M. Haering, C. Jesdabodi und W. Maalej, „Which App Features Are Being Used? Learning App Feature Usages from Interaction Data“, in *2020 IEEE 28th International Requirements Engineering Conference (RE)*, 2020, S. 66–77. DOI: 10.1109/RE48521.2020.00019.
- [24] O. Gierszal, *What is Feature Usage and When to Measure It*. Adresse: <https://brainhub.eu/library/how-to-measure-feature-usage>.
- [25] B. Ferwerda und M. Graus, „Understanding UX through Implicit and Explicit Feedback“, in *Multimodal Technologies and Interaction*, 2020.
- [26] M. Ter-Tovmasyan, S. A. Scherr und F. Elberzhager, „Requirements for In-App Feedback Tools - a Mapping Study“, *Procedia Computer Science*, Jg. 191, S. 111–118, 2021, The 18th International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing (MobiSPC), The 16th International Conference on Future Networks and Communications (FNC), The 11th International Conference on Sustainable Energy Information Technology, ISSN: 1877-0509. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.07.017>. Adresse: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921014095>.
- [27] S. A. Scherr, M. Ter-Tovmasyana, F. Neugebauera, S. Huppa und F. Elberzhagera, „The way it made me feel—Creating and evaluating an in-app feedback tool for mobile apps“, *Journal of Ubiquitous Systems & Pervasive Networks*, Jg. 17, Nr. 1, S. 27–34, 2022.

- [28] S. Ickin, K. Petersen und J. Gonzalez-Huerta, „Why Do Users Install and Delete Apps? A Survey Study“, in *Software Business*, A. Ojala, H. Holmström Olsson und K. Werder, Hrsg., Cham: Springer International Publishing, 2017, S. 186–191, ISBN: 978-3-319-69191-6.
- [29] F. Elberzhager und K. Holl, „Towards Automated Capturing and Processing of User Feedback for Optimizing Mobile Apps“, *Procedia Computer Science*, Jg. 110, S. 215–221, 2017, 14th International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing (MobiSPC 2017) / 12th International Conference on Future Networks and Communications (FNC 2017) / Affiliated Workshops, ISSN: 1877-0509. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.06.087>. Adresse: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050917312632>.
- [30] E. Guzman und W. Maalej, „How Do Users Like This Feature? A Fine Grained Sentiment Analysis of App Reviews“, *2014 IEEE 22nd International Requirements Engineering Conference, RE 2014 - Proceedings*, S. 153–162, Sep. 2014. DOI: 10.1109/RE.2014.6912257.
- [31] I. Morales-Ramirez, A. Perini und R. Guizzardi, „An ontology of online user feedback in software engineering“, *Applied Ontology*, Jg. 10, S. 297–330, Dez. 2015. DOI: 10.3233/AO-150150.
- [32] N. H. Madhavji, J. Fernandez-Ramil und D. Perry, *Software Evolution and Feedback: Theory and Practice*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2006, ISBN: 0470871806.
- [33] I. Morales-Ramirez, „Exploiting online feedback in Requirements Engineering“, Diss., Nov. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.2.29119.92328.
- [34] J. Hess, L. Wan, B. Ley und V. Wulf, „In-situ everywhere: a qualitative feedback infrastructure for cross platform home-IT“, in *Proceedings of the 10th European Conference on Interactive TV and Video*, Ser. EuroITV '12, Berlin, Germany: Association for Computing Machinery, 2012, S. 75–78, ISBN: 9781450311076. DOI: 10.1145/2325616.2325633. Adresse: <https://doi.org/10.1145/2325616.2325633>.
- [35] M. Oriol, M. Stade, F. Fotrousi u. a., „FAME: Supporting Continuous Requirements Elicitation by Combining User Feedback and Monitoring“, in *2018 IEEE 26th International Requirements Engineering Conference (RE)*, 2018, S. 217–227. DOI: 10.1109/RE.2018.00030.
- [36] N. Seyff, G. Ollmann und M. Bortenschlager, „AppEcho: A user-driven, in situ feedback approach for mobile platforms and applications“, *Proceedings of the 1st International Conference on Mobile Software Engineering and Systems. MOBILESoft 2014*, Juni 2017. DOI: 10.1145/2593902.2593927.
- [37] L. Pappas und L. Whitman, „Riding the technology wave: Effective dashboard data visualization“, in *Human Interface and the Management of Information. Interacting with Information: Symposium on Human Interface 2011, Held as Part of HCI International 2011, Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011, Proceedings, Part I*, Springer, 2011, S. 249–258.
- [38] Google, „Angular Dependency injection“, Juli 2024. Adresse: <https://angular.dev/guide/di>.
- [39] Google, „Angular Attribute directives“, Juli 2024. Adresse: <https://angular.dev/guide/directives/attribute-directives>.
- [40] Mozilla, 2024. Adresse: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Intersection_Observer_API.

Ehrlichkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Bachelorarbeit selbständig und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst zu haben. Die wörtlich oder inhaltlich aus den aufgeführten Quellen entnommenen Stellen sind in der Arbeit als Zitat bzw. Paraphrase kenntlich gemacht. Diese Bachelor Thesis ist noch nicht veröffentlicht worden. Sie ist somit weder anderen Interessierten zugänglich gemacht noch einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.

Im Sinne der Transparenz möchten wir die Verwendung bestimmter Tools zur Verbesserung unserer Arbeit erwähnen. Wir haben GitHub Copilot für die Codegenerierung und -vorschläge und Large Language Models wie DeepL Write für die Erkundung alternativer Satzstrukturen und Umformulierungen verwendet.

Windisch, 16. August 2024

Name: Andrea Mangione

Unterschrift:



Name: Dario Voser

Unterschrift:



A Appendix: JSON Schnittstellen Antworten

SolarEdge-Response

```
{
  "powerDetails": {
    "timeUnit": "QUARTER_OF_AN_HOUR",
    "unit": "W",
    "meters": [
      {
        "type": "Consumption",
        "values": [
          {
            "date": "2024-06-28 00:00:00",
            "value": 3357.7893
          },
          {
            "date": "2024-06-28 00:15:00",
            "value": 3144.0984
          },
          ...
        ]
      },
      {
        "type": "Production",
        "values": [
          {
            "date": "2024-06-28 00:00:00"
          },
          {
            "date": "2024-06-28 00:15:00"
          },
          ...
        ]
      },
      {
        "type": "SelfConsumption",
        "values": [
          {
            "date": "2024-06-28 00:00:00",
            "value": 0.0
          },
          {
            "date": "2024-06-28 00:15:00",
            "value": 0.0
          },
          {
            "date": "2024-06-28 00:30:00",
            "value": 0.0
          },
          ...
        ]
      }
    ]
  }
}
```

```

    ]
  }
]
}

```

OpenWeather-Response

```

{
  "message": "Count: 15",
  "cod": "200",
  "city_id": 1,
  "calctime": 0.021692098,
  "cnt": 15,
  "list": [
    {
      "dt": 1720137600,
      "main": {
        "temp": 16.68,
        "feels_like": 16.18,
        "pressure": 1018,
        "humidity": 68,
        "temp_min": 13.21,
        "temp_max": 17.31
      },
      "wind": {
        "speed": 1,
        "deg": 296,
        "gust": 1.39
      },
      "clouds": {
        "all": 25
      },
      "weather": [
        {
          "id": 802,
          "main": "Clouds",
          "description": "scattered clouds",
          "icon": "03n"
        }
      ]
    },
    ...
  ]
}

```

B Appendix: Feedback Framework Fragebogen für Developers

1. How would you consider yourself about the Angular Framework?
 - ☐ Proficient
 - ☐ Familiar
 - ☐ I've used it now and then
 - ☐ Just heard of it
 - ☐ No idea what it is
2. What web framework/library are you most familiar with?
 - ☐ Angular
 - ☐ React
 - ☐ JQuery
 - ☐ Svelte
 - ☐ None of the above
3. Have you ever written a library for a specific web framework?
 - ☐ Multiple times
 - ☐ Once
 - ☐ I know how, but never done it
 - ☐ No, never
4. What is your current work title as web developer?
 - ☐ Lead
 - ☐ Senior
 - ☐ Mid-level
 - ☐ Junior
 - ☐ Trainee/Intern
 - ☐ I'm not a web developer / none of the above
5. How familiar are you with directives
 - ☐ I use directives often
 - ☐ I used directives sometimes
 - ☐ I used directives once or twice
 - ☐ I know what directives are, but never used them
 - ☐ Not familiar
6. How easy was the integration of the provided Angular library (ceex-feedback-tracking)?
 - ☐ Very easy
 - ☐ Somewhat easy
 - ☐ It took some time to understand
 - ☐ Difficoult
7. Which of the feedback types do you think is most interesting?
 - ☐ Clicks
 - ☐ Thumbs up/down
 - ☐ Comments
 - ☐ I'd rather have

8. How useful is the JSON result of the feedbacks?
- ☐ Very useful
 - ☐ Somewhat useful
 - ☐ Not very useful
 - ☐ Useless
9. How useful is the example display of the received feedback (html site)?
- ☐ Very useful
 - ☐ Somewhat useful
 - ☐ Not very useful
 - ☐ Useless
10. If you had the chance, would you use the provided Angular library (ceex-feedback-tracking)?
- ☐ Yes
 - ☐ Probably
 - ☐ I'm not sure
 - ☐ No
11. Is there any open feedback about the framework? Anything you would change or you liked?
-
-
-
-
-
-
-

Resultate

Angular,Framework,Library,Role,Directives,Ease of Use,Feedback Preference,Feedback Usefulness,
Directive Usefulness,Recommend,Additional Comments

Familiar,React,Once,Lead,I used directives sometimes,Somewhat easy,Clicks,Somewhat useful,
Somewhat useful,Yes,"It is pretty easy to use, I think the dashboard is not too useful, instead I'd
just feed the json to a LLM"

Familiar,React,Once,Senior,I used directives sometimes,Somewhat easy,Thumbs up/down,Very useful,
Very useful,Probably,"Interesting idea, I don't really use angular, so maybe if there was a react
version..."

Familiar,Angular,Once,Mid-level,I use directives often,Very easy,Comments,Very useful,Very useful,
Yes,"I like the fact that you can just use it on any angular project, i don't really get why using such
an ancient angular version, there will probably will be some problems when upgrading sto the
latest version of NG"

Familiar,React,Once,Junior,I used directives once or twice,Somewhat easy,Comments,Very useful,
Somewhat useful,Probably,

Familiar,Angular,Once,Mid-level,I use directives often,Very easy,Comments,Very useful,Very useful,
Yes,Nice work

Ive used it now and then,React,I know how but never done it,Senior,I used directives sometimes,It took
some time to understand,Comments,Not very useful,Somewhat useful,Probably,"Comments are
nice, but I fear you would get too many, did you think about using tools like chatGPT to classify
the comments?"

Ive used it now and then,React,I know how but never done it,Mid–level,I used directives sometimes,It took some time to understand,Comments,Not very useful,Not very useful,Im not sure,
 Ive used it now and then,React,I know how but never done it,Mid–level,I use directives often,
 Somewhat easy,Clicks,Somewhat useful,Somewhat useful,Yes,
 Ive used it now and then,Svelte,Once,Junior,I used directives once or twice,It took some time to understand,,Not very useful,Not very useful,Im not sure,I don't think this would integrate well to a big company. Maybe for small projects.
 Ive used it now and then,JQuery,No never,Senior,I know what directives are but never used them,
 Somewhat easy,Clicks,Somewhat useful,Not very useful,No,"It's a shame it's just for Angular, I don't know if this was by choice. A vanilla js library would have been of much better use"
 Ive used it now and then,Angular,Multiple times,Mid–level,I use directives often,Very easy,Comments, Very useful,Very useful,Yes,
 Just heard of it,JQuery,No never,Junior,I know what directives are but never used them,Difficult, Thumbs up/down,Useless,Not very useful,No,
 Just heard of it,React,I know how but never done it,Trainee/Intern,I know what directives are but never used them,It took some time to understand,Stars,Somewhat useful,Somewhat useful,Probably," Interesting idea, it was to me a bit hard to use angular in general"
 Just heard of it,React,I know how but never done it,Junior,I used directives once or twice,It took some time to understand,Thumbs up/down,Not very useful,Not very useful,No,
 No idea what it is,None of the above,No never,Senior,Not familiar,Difficult,Thumbs up/down,Useless, Useless,No,"As IoT developer it is actually very hard to see the use of peoples feedback for features. I'm used to just read logs to see if people use features and such, I think such library would just add overhead to my work, maybe the situation is different for web devs"
 Proficient,Angular,Multiple times,Mid–level,I use directives often,Very easy,Clicks,Very useful,Very useful,Yes,"I think it's a good start, I'd probably want many more kind of implicit feedbacks to gather, like hover or screen heatmaps."
 Proficient,React,Multiple times,Mid–level,I use directives often,Very easy,Clicks,Very useful,Very useful,Yes,

C Appendix: Feedback Framework Fragebogen für Web Benutzer

1. How often do you navigate the web?

- ☐ Every day
- ☐ Every other day
- ☐ Once or twice a week
- ☐ Occasionally, when I need to
- ☐ Almost never

2. How often do you wish you could give feedback for a certain application?

- ☐ Everytime I use one
- ☐ Everytime I like/dislike one
- ☐ Only when somethings bothers me
- ☐ Rarely, when I'm in the mood
- ☐ Never

3. How often do you give feedback for a certain application?

- ☐ Everytime I use one
- ☐ Everytime I like/dislike one
- ☐ Only when somethings bothers me

- ☐ Rarely, when I'm in the mood
- ☐ Never
4. What platform do you use the most to give feedback?
- ☐ Google play / App Store / Microsoft store / (Any other proprietary store)
- ☐ Facebook / Reddit / Youtube / (Any social media)
- ☐ In app feedback
- ☐ I don't give feedback
- ☐ Other:
5. Given the test website, would you give your feedback more or less than usual?
- ☐ More
- ☐ No difference
- ☐ Less
- ☐ I don't give feedback
6. Do you feel your feedback is more or less valued than usual?
- ☐ More valued
- ☐ No difference
- ☐ Less valued
- ☐ It does not matter
7. Which of the feedback types do you think is most useful?
- ☐ Thumbs up/down
- ☐ Comments
- ☐ I'd rather have
8. How useful is the example display of the received feedback (html site)?
- ☐ Very useful
- ☐ Somewhat useful
- ☐ Not very useful
- ☐ Useless
9. Is there anything you would change or you liked about the project? Do you wish something was different or is something missing?
-
-
-
-
-
-
-

Resultate

Web Usage,Feedback need,Feedback Frequency,Platform,Feedback delta,Feedback Value,Feedback Type,Feedback Impression,Additional Comments

Every day, Every time I use one, Every time I use one, Facebook / Reddit / YouTube / (Any social media)
 , More, More valued, Comments, Very useful, Probably my feedback is given more value if given
 directly

Every day, Every time I like/dislike one, Every time I like/dislike one, Google play / App Store /
 Microsoft store / (Any other proprietary store), No difference, No difference, Comments, Somewhat
 useful,

Every other day, Only when something bothers me, Never, I don't give feedback, More, More valued,
 Comments, Somewhat useful, "I think I would give feedback, I usually did not know how to review
 something"

Every day, Every time I use one, Only when something bothers me, Google play / App Store / Microsoft
 store / (Any other proprietary store), No difference, No difference, Comments, Very useful,

Once or twice a week, Only when something bothers me, Never, I don't give feedback, No difference, No
 difference, Thumbs up/down, Not very useful, I don't think people would read the comments

Every day, Every time I like/dislike one, Only when something bothers me, Google play / App Store /
 Microsoft store / (Any other proprietary store), No difference, No difference, Comments, Somewhat
 useful,

Every other day, Rarely when I'm in the mood, Rarely when I'm in the mood, Google play / App Store /
 Microsoft store / (Any other proprietary store), More, More valued, Thumbs up/down, Not very
 useful,

Every day, Every time I use one, Never, I don't give feedback, More, More valued, Comments, Very useful
 , "Website could use more features like this to listen what the users have to say, most of the time it
 is not easy to use applications for people of my age"

Occasionally when I need to, Never, Never, I don't give feedback, I don't give feedback, It does not matter
 , Hide feature, Useless,

Every day, Only when something bothers me, Only when something bothers me, Google play / App
 Store / Microsoft store / (Any other proprietary store), No difference, No difference, Comments,
 Somewhat useful, I would probably write what bothers me a lot

Almost never, Never, Never, I don't give feedback, I don't give feedback, It does not matter, , Useless,

Every day, Only when something bothers me, Never, I don't give feedback, No difference, No difference,
 Thumbs up/down, Very useful,

Every day, Every time I like/dislike one, Every time I like/dislike one, Facebook / Reddit / YouTube / (
 Any social media), More, More valued, Comments, Somewhat useful,

Once or twice a week, Only when something bothers me, Never, I don't give feedback, I don't give
 feedback, No difference, Thumbs up/down, Useless,

D Appendix: User Testing Fragebogen für Energie Daten Integration

• Alter:

• Beruf:

.....

• Erfahrung mit CEEX:

☐ Täglich

☐ Ab und zu

☐ Noch nie

• Erfahrung mit Energiedaten:

☐ Täglich

☐ Ab und zu

☐ Noch nie

• Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:

.....

• Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

• Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.

• Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skale von 1 - 5?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

.....

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

.....

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster

- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese:

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

E Appendix: User Testing Resultate für Energie Daten Integration

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 25.....
- Beruf: Student.....
- Erfahrung mit CEEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
Scrollt zuerst & schaut Graph an ->
Zeitfenster -> Klick -> gefunden
.....
.....
.....
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☒ 4
 - ☐ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skale von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☒ 4
 - ☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

Suche zuerst Option, klicke aber schnell
mal auf Datensätze
.....
.....
.....

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

3.8.24: 9:30

Verbrauch: 1648, 2541

TV: 16%, WM: 13%, Fridge: 13%, MW: 32%

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: ...1232436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....
 Klick für more Information macht Sinn

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

Grösse von Graphen Fenster zu gross
→ kleiner machen, damit alles sichtbar

.....

.....

.....

.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

Information, welche Beschreibt was Graph darstellt

.....

.....

.....

.....

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 23
- Beruf: Software Engineer
- Erfahrung mit CEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☒ Ab und zu
 - ☐ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☒ 4
 - ☐ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skale von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

2.7.24 : 15:15

 TV : 15
 W : 8 %
 KS : 10 %
 MW : 13 %
 Hine : 54 %

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

Wart hilfreich

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 173

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☒ 3
☐ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

Zeitleiste war erwartet
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

Mit Wissen von vorher
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 29
- Beruf: Software Engineer
- Erfahrung mit CEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☒ 4
 - ☐ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skale von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

8/2/24 : 11:45

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

Nicht alle Icons verständlich

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 1732436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

15 min Abstufung ist super

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

Zeitfenster in TIKI visualisieren

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 46.....
- Beruf: Software Engineer.....
- Erfahrung mit CEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
Suche Zeitfenster → Klick → findet Graph
.....
.....
.....
.....
.....
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skale von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☒ 4
 - ☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

Prinzip schon bekannt, darum einfach
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

3.7.2024: 8:20 → Verbrauch 1348,3535

8% TV, 92% Waschmaschine

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge? / Bemerkungen

Intuitiv & schnell verständlich

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 1732486

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

Zuerst an Zeitraum Auswahl gedacht, Info
 in Tooltip hat dann zu Resultat geführt

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

Intuitiv, wenn man System kennt

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

Inkonditionselemente der Graphen nicht immer auf
ersten Blick ersichtlich, trotzdem aber für
generelle Benutzung geeignet

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

Selbst definiertes Zeitfenster

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 60.....
- Beruf: Kaufmännische Angestellte.....
- Erfahrung mit CEEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
Zeitraum auswählen → Diagramm anschauen
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☒ 4
 - ☐ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Eigenkonsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skala von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☒ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge? / Kommentare

Beim ersten mal schwierig, nachher einfach
Ausblenden / Einblenden Hoher Information

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

1.7.24 : 12:45

TV: 17% / Waschmaschine: 19% / Kühlschrank: 15%
Mikrowelle: 45%

Wetter: Bewölkt 21.75°

Verbrauch: 3300,7854

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 17321436 Wh

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☒ 3
☐ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

Hinweis genauer formulieren
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 33
- Beruf: CTO
- Erfahrung mit CEEEX:
 - ☒ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☐ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☒ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☐ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
Scrollt & schaut Graph an
↳
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skale von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

1 Option für Default ausblenden von Interaktion
zu zeigen

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

7/31/24 : 18:45

Consumption : 328,775

TV : 100%

Water : 29.50°

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

how ds categories interpreted

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 17.32436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☒ 3
☐ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

Drill up / Drill down

.....

.....

.....

.....

.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

Vergleich von Geräten bei Tages/Monats Ansicht

.....

.....

.....

.....

.....

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 27
- Beruf: Juristischer Angestellter
- Erfahrung mit CEEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☒ Ab und zu
 - ☐ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
Zeitraum → Klick → Graph gefunden
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skala von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☒ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

Suche zuerst die spezifische Option um Daten zu
ausblenden

Mit Versuchen schlussendlich Ziel erreicht

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

31.7.24 : 10:00

Verbrauch: 2030,021

TV: 14%, NM: 15%, Fridge: 5%, MW: 66%

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 17.32436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....
 Klicker für more information bekanntes Prinzip

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

Nach "on Klick" fehlt Info, wo man sich
genau befindet

.....

.....

.....

.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

Land-Switch nach onClick

.....

.....

.....

.....

.....

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 63
- Beruf: Rechtsanwalt
- Erfahrung mit CEEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
zeitfeste wird sehr einfach sichtbar
Graph wurde angeschaut aber zeitfeste nicht
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☒ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Eigenkonsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skala von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☒ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

Weg klicker mit Navi ankliden ist nicht sehr intuitiv

Spezifischer Kasten zum aktiver Realdivitor wäre sinnvoller

Nut zum Auswählen fehlt

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

2.7.24: 15:00

TV: 7%, Waschmaschine 7%, Müllschränk, Mikrowelle

Verbrauch: 31845

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

Interpretation von Geräte-leas ist geschwachs-
sache

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: ... 1732436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

Discrepanz zwischen Consumption & Self-Consumption

nicht klar

low as und zu nicht eindeutig

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

Switch, um zwischen Loads zu switch

Jahr, Monat -> Tag

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 30
- Beruf: Product Manager
- Erfahrung mit CEEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
 - Web page durch scrollt → Zeitfenster →
 - Klick → Graph suchen
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☒ 4
 - ☐ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skala von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☒ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge? / Kommentare

Long gebraucht, Info für aktivieren/deaktivieren
wie sinnvoll gemacht

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

23.7.24 · 13:15

Verbrauch: 3008, 4425

TV: 20%, WM: 8%, Fridge: 14%, MW: 15%,

AC: 10%, Fan: 24%

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 1782436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

Suche zuerst, aber Widen für mehr Infos
eigentlich intuitiv

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

System nun bekannt → intuitiv

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

.....

Beschriftung von Kachel zuerst nicht deutlich,

.....

musste Graphen suchen

.....

.....

.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

.....

Möglichkeit, wieder auf letztes Load zurück

.....

zu switchen nach clicken für Details

.....

.....

.....

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter: 31.....
- Beruf: Software Engineer.....
- Erfahrung mit CEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☒ Ab und zu
 - ☐ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
Zeitfenster → Klick → Graph gefunden.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skala von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge? / Kommentare

Prinzip schon bekannt

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

..... 1. 8. 21 : 12:45

..... Verbrauch: 2990,0454

..... TV: 8% , WM: 13% , Fridge: 11% , MW: 6%

..... AC: 11% , Fan: 50%

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

..... Icons nicht auf Anhieb verständlich

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster
- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 1752436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

Musste zuerst ein bisschen Suchen, fand über
"Click me" Hinweis aber den Weg

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

System nun bekannt & intuitiv

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

.....

cons mit or wiss

.....

.....

.....

.....

.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

.....

Kalender um Datum spezifisch Auszuwählen

.....

.....

.....

.....

.....

User Testing Fragebogen: Energie Daten Integration

- Alter:
- Beruf: Software Engineer
- Erfahrung mit CEEX:
 - ☐ Täglich
 - ☐ Ab und zu
 - ☒ Noch nie
- Erfahrung mit Energiedaten:
 - ☐ Täglich
 - ☒ Ab und zu
 - ☐ Noch nie
- Aufgabe 1: Sie wollen die Energiedaten für diese Woche prüfen, wie gehen sie vor:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- Aufgabe 1.1: Auf einer Skala von 1 - 5, wie leicht fiel es Ihnen, den Graph zu finden?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5
- Aufgabe 2: Sie interessiert nur den Konsum und wollen nur diesen Graphen sehen. Blenden Sie die restlichen Graphen aus.
- Aufgabe 2.1: Wie intuitiv war das Ausblenden der Graphen auf einer Skale von 1 - 5?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Aufgabe 3.1 Für den angezeigten Graphen interessiert sie nun den Verbrauch zu einer bestimmten Zeit und die prozentuale Aufteilung der Geräte. Listen sie den Verbrauch und die Anteile auf.

2.7 24
TV

- Aufgabe 3.2: Auf einer Skala von 1 - 5 wie einfach war es die Daten zu finden?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge?

leichter verständlicher

- Aufgabe 3.3: Reaktivieren Sie wieder alle Datensätze. Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Produktion und Verbrauch ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☒ 4
☐ 5

- Aufgabe 4.1: Sie wollen die Daten für ein ganzes Jahr sehen, laden Sie den Graphen für dieses Zeitfenster

- Aufgabe 4.2: Sie wollen die Energie Produktionsmenge für den Monat April sehen, was für einen Wert hat diese: 1732436

- Aufgabe 4.3: Wie intuitiv war das finden dieser Daten auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 4.4: Nehmen Sie sich Zeit den Graphen genauer anzuschauen. Auf einer Skala von 1 - 5 wie verständlich ist die Visualisierung des Datensatzes? Können Sie aus dem Verlauf des Graphen Schlüsse oder Erkenntnisse über Verbrauch und Produktion ziehen?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Aufgabe 5.1: Sie wollen den Monat April genauer anschauen. Finden Sie die Ansicht, welche den ganzen Monat April darstellt.

- Aufgabe 5.2: Wie intuitiv war es, diesen Monat zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 5.3: Sie interessiert der 3. April. Wechseln Sie in die Tagesansicht für den 3. April.

- Aufgabe 5.4: Wie intuitiv war es, diesen Tag zu finden auf einer Skala von 1 - 5?

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Gibt es Verbesserungsvorschläge/Kommentare?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- Aufgabe 6: Betrachten Sie nochmals den Graphen der Tagesansicht genauer. Hierbei fokussieren Sie sich auf die Verbrauchsinformationen. Auf einer Skala von 1 - 5, wie verständlich finden Sie die

Verbrauchsinformationen visualisiert? Ermöglicht Ihnen diese Information Schlüsse und Erkenntnisse zu ihrem eigenen Verbrauchsverhalten zu ziehen?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

Kommentare/Verbesserungsvorschläge:

.....Icons.....

- Wie bewerten Sie die allgemeine Nutzbarkeit der neuen Funktionen auf einer Skala von 1 - 5?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5

- Ist Ihnen während dem Testing was spezifisches aufgefallen, dass verbessert werden könnte?

.....Info in Day Ansicht.....

- Wenn Sie die Energiedaten-Integration nochmals genauer anschauen, gibt es etwas, dass Ihnen bei dieser Implementierung fehlt?

.....Kalender funktion um einfacher Tag finden.....

