

Kumba

Save electricity smartly and easily

IP6-Thesis

March 2026



Student: Francine Schwarb
Raphael Kumbartzki

Expert: Stefan Arisona

Supervisor: Prof. Dr. Norbert Seyff
Dr. Nitish Patkar

Client: Prof. Dr. Norbert Seyff
Dr. Nitish Patkar

Project number: iit28

University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland, School of Computer Science

Abstract

Household energy consumption is a major part of overall energy demand. Although smart meters are becoming more common, many households still do not really know what their own consumption looks like over time. A lot of monitoring systems show mainly technical numbers, like kilowatt-hours, with little explanation. That lack of context makes the information hard to read, therefore, awareness remains low and people rarely adjust their energy habits.

A prototype monitoring system is developed within the Kumba application, informed by a literature review and a user survey identifying UI interventions, user needs and motivational drivers. The prototype implements device-level insights, historical comparisons, consumption reports and an annual reflective summary (Kumba Wrapped).

A user test with 15 participants indicates increased awareness, confidence and ability to identify high-consumption devices, peak usage periods and effective energy-saving measures.

The results suggest that combining contextualised feedback with simple, actionable recommendations enhances comprehension and encourages behavioural change.

Keywords: Smart meter, direct feedback, indirect feedback, energy consumption awareness, behavioural change support

Acknowledgements

This bachelor's thesis was written as part of our computer science studies at the University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland in Brugg.

We extend our thanks to our coaches, Prof. Dr. Norbert Seyff and Dr. Nitish Patkar, for their guidance on our project.

A very big thank you to Dr. Nitish Patkar for his help with creating, finalising and validating the survey.

A big thank you to Dr. Pooja Rani for her support during the whole survey process.

We would also like to thank the professors of the module "Weg zur Thesis" who helped us structure the thesis. Especially, Karen Schrader was a big help by giving us individual feedback.

Thanks to the parents of Francine for pre-testing the survey, as well as multiple re-readings of the thesis.

We would like to acknowledge the assistance of Raphael's parents for pre-testing the final eval and their valuable feedback, as well as multiple re-readings of the thesis.

Many thanks to all participants of the survey for their answers and their time.

Thanks also to all participants in the final evaluation for completing the tasks, answering the questions and for their time.

Special thanks to our stakeholders, Andreas Schneider and Michel Pasquier. Without their help, we wouldn't have been able to create the IP5 base project. Without Andreas' API, we would have difficulties completing the project. Michel's historical data was crucial for the implementation of most features, especially the improved performance for the calculations.

Brugg, March 2026

Francine Schwarb und Raphael Kumbartzki

Contents

List of Tables	vii
List of Figures	vii
List of Equations	vii
1 Introduction	1
2 Theoretical background	3
2.1 Definitions	3
2.2 Energy consumption and energy data	4
2.2.1 Electric power and energy Consumption	4
2.2.2 Smart meter data	4
2.3 Awareness and behaviour change	4
2.3.1 Awareness and knowledge	4
2.3.2 Behaviour change principles	5
2.4 Feedback mechanisms in energy monitoring systems	5
2.4.1 Energy feedback	5
2.4.2 Contextual information	5
2.4.3 Recommendations and behavioural triggers	6
2.5 State of the art in monitoring systems	6
2.5.1 Existing energy monitoring systems	6
2.5.2 limitations of existing monitoring systems	6
3 Methods	7
3.1 Project management	7
3.2 Literature review	7
3.2.1 Review type and strategy	7
3.2.2 Literature research questions	7
3.2.3 Search strategy	7
3.2.4 Study selection	8
3.2.5 Included studies	8
3.2.6 Inclusion and exclusion criteria	8
3.2.7 Data extraction and coding	9
3.2.8 Quality assessment	9
3.2.9 Validity considerations	9
3.2.10 Reliability	9
3.2.11 Reproducibility	9
3.3 Survey study	9
3.3.1 Survey research questions	10
3.3.2 Survey instrument	10
3.3.3 Target population and sampling strategy	10
3.3.4 Data collection	10
3.3.5 Data analysis	11
3.3.6 Validity considerations	11
3.3.7 Reliability	11
3.3.8 Reproducibility	11
3.4 Design and development	11
3.4.1 Design rationale	11
3.4.2 Feature selection	12
3.4.3 System architecture	12

3.5	Quality criteria	12
3.6	User study	12
3.6.1	User study research questions	13
3.6.2	Study phases	13
3.6.3	Pre- and post-survey	13
3.6.4	Data collection	14
3.6.5	Task-based interaction	14
3.6.6	Data analysis	14
3.6.7	Validity considerations	15
3.6.8	Reliability	15
3.6.9	Reproducibility	15
4	Concept	16
4.1	Research findings	16
4.1.1	Promoting awareness of electricity consumption (LRQ1)	16
4.1.2	Supporting behavioural change through information and recommen- dations (LRQ2)	16
4.1.3	Influence of personal motivations and values (LRQ3)	17
4.1.4	Summary of research findings	17
4.2	Survey results	18
4.2.1	Survey participants	19
4.2.2	Baseline awareness and knowledge	19
4.2.3	Current practices and energy-saving behaviour	21
4.2.4	Monitoring needs and barriers	21
4.3	Conceptual framework	25
4.4	From findings to features	25
4.4.1	Feature history and adaptation	26
4.5	Feature description	26
4.5.1	Reports	26
4.5.2	Historical comparison	32
4.5.3	Device-level breakdown	33
5	Implementation	35
5.1	System architecture	35
5.1.1	Architecture overview	35
5.1.2	Exception handling	35
5.1.3	Data model	35
5.2	Backend infrastructure	36
5.2.1	Orchestration	36
5.2.2	Data retrieval	36
5.2.3	Energy data processing	36
5.3	Performance optimisations	37
5.4	Feature implementation	37
5.4.1	Energy feedback features	37
5.4.2	User management	41
5.4.3	Supporting features	42
6	Results	43
6.1	Demographics	43
6.2	Awareness of electricity consumption (URQ1)	43
6.2.1	Self-assessed awareness (Pre- & Post-questions)	43
6.2.2	Ranking and confidence	44

6.3	Identifying consumption patterns and saving measures (URQ2)	46
6.3.1	Task performance (Baseline vs. prototype)	46
6.3.2	Feature evaluation	48
6.4	Usefulness and motivation (URQ3)	48
6.4.1	Behavioural intentions	48
6.4.2	Motivational factors	49
6.4.3	System fit and perceived value	49
7	Discussion	50
7.1	Key findings	50
7.2	Awareness of electricity consumption (RQ1)	50
7.3	Supporting behaviour change (RQ2)	51
7.4	Influence of personal motivations (RQ3)	51
7.5	Methodological reflection and limitations	52
8	Conclusion	53
	Bibliography	54
	Glossary	57
	Declaration of authenticity	58
	Appendix	59
A	Task agreement	59
B	IP5 thesis	67
C	Literature review	131
D	Survey	139
E	User study	158

List of Tables

4.1	Awareness raise and behaviour-change mechanisms grounded in reviewed literature	18
4.2	Description of questions SQ14-SQ17	21
4.3	Description of questions SQ35-SQ41	23
4.4	Mapping of implemented UI features to research questions, survey support, and literature references	26
8.2	List of resources	59
C.1	Overview of included studies and their UI interventions	132

List of Figures

4.1	SQ8 - Energy consumption of a coffee machine while brewing	20
4.2	SQ9 - Energy consumption of a coffee machine while on standby	20
4.3	SQ14-SQ17 - Energy consumption awareness	20
4.4	SQ31 - Helpful features to improve awareness	22
4.5	SQ32-SQ34 - Frequency and details of summaries	23
4.6	SQ35-SQ41 - Reasons for changing behaviour	24
4.7	SQ42 - Barriers to change behaviour	25
4.8	Screenshot of setting options of reports	28
4.9	Screenshot of setting options of preferences for recommendations	28
4.10	Screenshot of monthly short report	29
4.11	Screenshot of monthly detailed report	30
4.12	Screenshot of Kumba Wrappeds intro screen	31
4.13	Screenshot of Kumba Wrappeds screen1	31
4.14	Screenshot of Kumba Wrappeds screen2	31
4.15	Screenshot of Kumba Wrappeds screen3	31
4.16	Screenshot of Kumba Wrappeds screen4	31
4.17	Screenshot of Kumba Wrappeds screen5	31
4.18	Screenshot of current energy consumption	33
4.19	Screenshot of previous and current energy consumption	33
4.20	Screenshot of feature device-level breakdown	34
5.1	Settings page	41
5.2	Loading screen displayed during data preparation	42
6.1	Results of PreQ1 & PostQ1	43
6.2	Results of PreQ2 & PostQ2	44
6.3	Results of PreQ3 & PostQ3	44
6.4	Results of PreQ4 & PostQ4	44
6.5	Ranking of devices by maximal consumption (PreQ5 & PostQ5)	45
6.6	Ranking of devices by monthly energy use (PreQ6 & PostQ6)	45
6.7	Results of PreQ7 & PostQ7	46
6.8	Task 1: Identification of the device with the highest current power consumption	46
6.9	Task 2: Identification of the device with the highest power consumption	47
6.10	Task 3: Identifying the most effective cost saving measures	47
6.11	Task 4: Identifying the daytime (Peak) of the highest electricity consumption in January	48

List of Equations

5.1	Consumption per time step	35
-----	-------------------------------------	----

5.2 Consumption calculation	36
5.3 Value difference	38
5.4 Energy cost	38
5.5 CO2 emissions	38
5.6 Relative consumption difference	39
5.7 Alert threshold	39
5.8 Device consumption factor	40

1 Introduction

Household energy consumption represents an important energy demand in the European Union (EU). According to [1], private households used 26.2% of the energy consumption in the EU in 2023. This percentage has remained stable over recent years, fluctuating between 25% (2022) and 27% (2023).

At the same time, the adoption of smart meters has increased up to 60% in the EU in 2023 [2]. Smart meters are digital electricity meters that record consumption in short time intervals and transmit this information to a monitoring system. These systems allow households to view and analyse their energy consumption. With a monitoring system, any application, app, dashboard or interface is meant that shows the energy consumption of a household. Despite this progress, overall household energy consumption has remained largely unchanged. This suggests that existing monitoring systems may not yet effectively support users in understanding their consumption or in changing their behaviour.

Studies show that awareness alone is often not enough to trigger long-term behaviour change [3]. Many existing monitoring systems focus on delivering information rather than reflection or engagement. While some systems incorporate motivational elements such as gamification or social comparison [4], they often lack personalisation and fail to support long-term habit formation. In addition, persuasive design strategies are not yet fully utilised in many existing solutions [5].

Effective behaviour change requires more than providing information. It depends on interventions that consider users' motivations and contextual factors. Behavioural theories such as the Fogg Behaviour Model (FBM) emphasise that behaviour occurs when motivation, ability and triggers are aligned [6].

Similarly, the Value-Belief-Norm (VBN) framework highlights that sustainable energy behaviour is strongly influenced by personal norms and environmental values rather than knowledge alone [7, 8]. These findings indicate that short-term increases in awareness do not automatically result in lasting behavioural change. Instead, effective interventions must combine knowledge delivery with motivational and contextual mechanisms that encourage sustained energy-saving behaviour [3].

To address these challenges, this project extends the existing *Kumba* application by implementing further features. These features aim to support awareness and behaviour change. The approach combines different feedback mechanisms.

The design of the features is based on a literature review and a survey study. Based on these inputs, the features device-level breakdowns, reports and historical comparison were developed. The goal of the application is to increase users' awareness of their consumption patterns and support long-term behavioural change.

The research questions for this project are:

- **RQ1:** Which functions and information promote awareness of one's own electricity consumption?
- **RQ2:** What information, reminders, or specific recommendations for action are necessary for users to adjust their consumption behavior?
- **RQ3:** What influence do personal reasons (e.g., financial incentives, general attitudes toward the topic) have on awareness and changing consumption behavior?

This work does not involve an external client. It focuses on designing a concept that could be applied to more monitoring systems. (LRQ3) does not include the financial situation

or level of education. The final product of this work is not implementable in a working process due to features, such as device-level breakdown, that are simulated.

This thesis is structured in eight chapters.

Chapter 2 presents the theoretical background, including the current state of the art of monitoring systems. Chapter 3 explains the methods used for the literature review, the survey, the design and the user study. Chapter 4 describes the design and explains the developed features. Chapter 5 documents the technical implementation of the system. Chapter 6 presents the evaluation results. Chapter 7 discusses the findings of the user results and chapter 8 describes limitations and future work.

2 Theoretical background

This chapter introduces relevant definitions and explains the theoretical foundations relevant to this thesis. Key concepts related to electricity consumption, awareness and behavioural change in the context of energy monitoring will be defined. Furthermore, the current state of the art and the context around the project will be discussed.

2.1 Definitions

Several terms relating to energy and feedback are used in this paper. To avoid any misunderstanding, these terms are defined below.

Watt & kW: The watt (W) is the SI unit of power and represents the rate at which energy is transferred or work is performed, equal to one joule per second. A kilowatt (kW) is a multiple of the watt and corresponds to 1,000 watts and is commonly used to express the power rating of electrical appliances (see Wikipedia).

kWh: A kilowatt-hour (kWh) is a unit of energy that represents the amount of energy consumed when one kilowatt of power is used continuously for one hour. It is widely used as the standard unit for measuring electricity consumption in households (see Wikipedia).

Electrical power: Electric power describes the rate at which electrical energy is transferred or converted in an electrical system. It represents how quickly electrical energy is generated, transmitted, or consumed by electrical devices (see Wikipedia).

Energy consumption: Energy consumption refers to the total amount of electrical energy used over a given period of time. In contrast to power, energy consumption is an aggregated measure and is typically expressed in kWh [9].

Smart meter: A smart meter is an electronic device that measures electricity consumption and records energy usage data at regular intervals. Smart meters can automatically transmit this data to energy providers and allow users to monitor their electricity consumption with a monitoring system (see Wikipedia).

Monitoring system: The collected data from the smart meter is displayed and controlled by a monitoring system. A monitoring system refers to digital applications, dashboards, apps or interfaces that provide information about a household's energy consumption or production [10].

Knowledge: Knowledge refers to the understanding of facts, information, or skills acquired through experience, education, or learning (see Wikipedia).

Awareness: Awareness describes the state of being conscious of or having knowledge about a situation or subject, often involving perception and understanding of its relevance or consequences (see Wikipedia).

Behaviour: Behaviour refers to actions and decisions in response to internal and external stimuli. In the energy consumption context, it describes how users make decisions that influence this consumption. The goal of behaviour change is to encourage users' sustainable energy consumption with specific interventions [11, 12].

UI intervention: A UI intervention is a specific design element of a feature in a user interface. The intention of implementation is to influence user perception, understanding or behaviour. In monitoring systems, UI intervention aim to improve awareness of energy consumption and provide information for decision-making.

Direct and indirect feedback: Direct feedback refers to (near) real-time information about energy consumption. Indirect feedback provides delayed information, typically in a different form, such as weekly or monthly summaries. Both types can be used paired with a UI intervention, such as charts or visualisations, to influence how users interpret information [9].

2.2 Energy consumption and energy data

This section builds on the previously introduced definitions, with the primary focus being the measurement and representation of electricity consumption within the system.

2.2.1 Electric power and energy Consumption

As previously stated, electric power and energy consumption are different concepts that represent different aspects of electricity usage. This distinction is important for the analysis of consumption patterns, because monitoring systems depend on energy values over a defined time interval.

2.2.2 Smart meter data

Smart meters provide data for analysing the electricity consumption of a household by recording it in a regular time interval, typically every 15 minutes. Smart meters have been shown to provide different data, including, but not limited to, energy import and export data. The insights and the increased frequency of reading provide data for in-depth analysis of electricity consumption.

However, as the measurements are aggregated at the household level, no direct information about the individual device consumption is available. The time interval of 15 minutes is too long to draw conclusions on the activity of single devices.

2.3 Awareness and behaviour change

This section builds on the previously introduced concepts and focuses on the role of awareness and influencing energy-related behaviour change.

2.3.1 Awareness and knowledge

As previously discussed, knowledge and awareness describe different levels of understanding. Knowledge refers to possession and understanding of information. In contrast, awareness refers to the state of having knowledge about a situation or subject, often including one's own behaviour and its consequences.

This distinction is important in the context of energy consumption. Knowledge about general energy-related facts without awareness of one's own consumption patterns will rarely lead to long-term behavioural change.

Awareness is therefore an important factor in facilitating behavioural change. By making energy consumption more visible and understandable, a monitoring system can help users identify their consumption patterns and the impact these have.

2.3.2 Behaviour change principles

In the context of energy consumption, behavioural change refers to the adjustment of daily habits in order to adapt energy usage. Research indicates that providing people with information is often insufficient in inciting a behavioural change, as users might not relate general knowledge to their own actions [11, 12].

Instead, behavioural change depends on factors such as motivation, simplicity and personal relevance. Users are more likely to adopt energy-saving behaviours when measures are easy to implement and align with their individual goals or values [8].

In this context, concepts such as Green Consumer Values (GCV), Consumer Energy Awareness (CEA) and Knowledge of Energy Saving (KES) provide additional insight into a user's behaviour [8].

GCV describes the environmental values that influence decision-making, while CEA refers to the awareness of energy consumption, its impact and potential cost savings. KES highlights the gap between perceived and actual knowledge about energy consumption, which can affect both awareness and the willingness to change behaviour [11, 12].

The VBN theory explains how personal values influence environmental beliefs, which in turn activate moral norms that guide pro-environmental behaviour [8]. It highlights that behaviour change is more likely when individuals perceive a moral obligation based on their values and beliefs.

These concepts illustrate that behavioural change not only depends on the availability of information, but also on how users perceive, understand and relate this information to their own values and actions.

2.4 Feedback mechanisms in energy monitoring systems

Feedback mechanisms are closely related to the concept of persuasive technology, which aims to influence user behaviour through system design [13]. This aligns with the FBM, which suggests that behaviour change requires the alignment of motivation, ability and triggers [14].

Furthermore, the concept of nudging is a method of guiding users towards specific decisions without restricting their freedom of choice [15]. In energy monitoring systems, relevant information can be highlighted or simple actions can be suggested to encourage more energy-efficient behaviour.

2.4.1 Energy feedback

Energy feedback provides users with information about their electricity consumption in order to make their consumption patterns visible. This includes real-time feedback, historical comparisons and visual representations such as charts. These forms of feedback help users to better understand their consumption and increase awareness [9, 16].

2.4.2 Contextual information

Contextual information extends raw consumption data by adding meaningful references, such as costs, CO₂ impact, or comparisons [16].

Furthermore, grasping the meaning of the CO₂ impact can be facilitated by adding context about its significance, such as how many trees are needed to convert the produced emissions back into oxygen over a given time frame. This makes the data easier to interpret and supports more informed decision-making [9].

2.4.3 Recommendations and behavioural triggers

Recommendations translate consumption data into concrete actions. They are most effective when they are simple, practical and personalised [11]. Notifications and reminders can further support behavioural change by prompting users at the right moment, thereby helping to bridge the gap between awareness and action.

2.5 State of the art in monitoring systems

This section provides an overview of existing solutions, their features and limitations according to the literature review.

2.5.1 Existing energy monitoring systems

A wide range of monitoring systems are available.

Research prototypes include *CoSSMunity* [5], *CoSSMic* [5, 10, 17], *7000 Oaks and counting* [18] and *EnergyCat* [19] as well as interactive systems such as *Power Aware Cord*, *Eco-Kitchen* and *Flower Lamp* [20]. Commercially used systems include *OPOWER* [21], *Wattsup* [22], *Google Power Meter* [23], *Powerhouse* [19, 22] and *encompass* [22].

Most common features implemented are: real-time energy consumption, comparative feedback with similar households, visualisations of historical consumption, device-level breakdowns, notifications and reminders, and gamified or persuasive interventions [5, 10, 13, 17, 20].

2.5.2 limitations of existing monitoring systems

Even though there is a lot of variety in the available monitoring systems, they also have several limitations. Most monitoring systems display only raw data without any context or guidance, which reduces the effectiveness of long-term behaviour change [9, 15, 24]. Other limitations include the lack of personalization, limited device-level, sometimes overwhelming interfaces and insufficient integration of feedback mechanisms [5, 17, 25]. One of the biggest limitations is that there is no monitoring system that includes all previously mentioned features.

These limitations show the need for a monitoring system that combines all the mentioned features while focusing on raising awareness, changing behaviour and providing actionable guidance.

3 Methods

This chapter focuses on the methods used for this project. The project started with a literature review, followed by a survey. After the survey was analysed, a concept for the features was created and implemented. To validate the implementation, a user test was done at the end.

3.1 Project management

The task agreement was defined and signed at the beginning of the project and in the appendix. SCRUM was selected as collaboration framework with weekly stand-ups and meetings if necessary. Later, more frequent stand-ups were held due to fewer other priorities.

3.2 Literature review

The literature review followed established guidelines for structured literature reviews in software engineering, using principles proposed by [26] for systematic reviews.

The initial search resulted in 78 identified studies. After title and abstract screening, 33 studies remained. Following full-text screening, 26 studies were included in the final synthesis.

3.2.1 Review type and strategy

A structured literature review with systematic elements was conducted. This means that predefined research questions, search strings and screening criteria guided the process. However, no formal review protocol registration or multi-database search strategy was applied due to time and scope constraints. The process consisted of the following steps: (1) Definition of research questions for the review, (2) selection of databases, (3) definition of inclusion and exclusion criteria, (4) multi-stage screening (title, abstract and full-text) and (5) coding and extraction of relevant attributes from included studies.

3.2.2 Literature research questions

The following literature research questions LRQs guided the review:

- **LRQ1:** What types of feedback mechanisms and information representations are used in energy monitoring systems to increase awareness of household electricity consumption?
- **LRQ2:** Which digital interventions and design approaches are described in the literature to support behavioural change in household energy consumption?
- **LRQ3:** Which motivational factors and personal values influence users' energy-related behaviour and the effectiveness of energy feedback systems?

3.2.3 Search strategy

The literature search was conducted between 29 October and 24 November. Google Scholar was chosen as database because it allows more complex search strings and indexes multiple publishers, including IEEE, Springer, and ScienceDirect. Due to scope limitations, no additional academic databases were included.

Keyword identification

Keywords were identified based on the LRQs, domain knowledge including IP5 and initial exploratory searches. The keywords were grouped into the following categories:

- **Awareness and cognition:** awareness, energy awareness
- **Motivation and drivers:** motivation, incentives, rewards
- **Feedback and monitoring:** feedback, energy feedback, real-time feedback
- **Behaviour and persuasion:** behaviour, user behaviour, behaviour change, persuasive technology
- **Personal reasons:** personal reasons, financial reasons, ecological reasons
- **Domain context:** energy, energy consumption
- **Design interventions:** interventions

Search strings

Two search strings were constructed with different keywords:

- **Search string 1:**

```
1 ("energy consumption") AND ("energy awareness") AND ("
  behavior change" OR "user behavior") AND ("motivation"
  OR "financial reasons")
```

- **Search string 2:**

```
1 ("energy consumption" OR "smart meter app") AND ("energy
  awareness") AND ("behavior change" OR "user behavior"
  OR "persuasive technology" OR "interventions") AND ("
  motivation" OR "financial reasons" OR "ecological
  reasons")
```

3.2.4 Study selection

The study selection was followed by a multi-stage screening:

- Title screening: Exclusion of irrelevant studies
- Abstract screening: Evaluation of inclusion and exclusion criteria
- Full-text screening: Final evaluation of studies

3.2.5 Included studies

After full-text screening, 26 studies were included in the final synthesis. All included studies, their study type, UI intervention and key findings are provided in the appendix.

3.2.6 Inclusion and exclusion criteria

For the literature review, both inclusion and exclusion criteria were defined.

Included studies were peer-reviewed conference or research articles, written in English, and published between 2000 and 2025. Furthermore, only studies that evaluated UI interventions and focused on household electricity consumption were considered.

Studies were excluded if no full text was available, if they were purely technical papers, if they were unrelated to electricity consumption or if they were duplicates.

3.2.7 Data extraction and coding

For each included study, the following data were extracted and coded: Authors, publication year, title, study type, UI interventions and key findings.

The complete data extraction table containing the coded attributes of all analysed studies is provided in the appendix.

3.2.8 Quality assessment

Due to the exploratory nature of this paper, no formal quality scoring system was applied. However, methodological transparency and clarity of methods were considered during the process.

3.2.9 Validity considerations

The following validity considerations were addressed to improve the credibility and transparency of the literature review.

Construct validity was ensured by defining search terms that were aligned with the research questions, while pilot searches were used to refine the keywords. Each study included in the review was mapped to one of the LRQs.

Internal validity was supported by predefined inclusion and exclusion criteria, which reduced selection bias, and by a structured screening process that increased transparency. Title, abstract and full-text screening were conducted independently by two reviewers.

External validity is limited by the restriction to English-language publications, which may introduce bias and by the fact that only a single database (GoogleScholar) was searched, limiting the comprehensiveness of the results.

Conclusion validity may be affected by the limited number of studies and the exploratory nature of the review. However, transparent documentation of the process increases the credibility of the findings.

3.2.10 Reliability

Screening was conducted collaboratively by the authors and any multiple meanings regarding study inclusion were discussed until consensus was reached. Disagreements were resolved with consensus.

3.2.11 Reproducibility

To ensure reproducibility, all steps of the literature review are documented: keywords, search strings, databases, inclusion and exclusion criteria and the study selection process. An overview of the included studies is provided in the appendix.

3.3 Survey study

The goal of the survey was to explore users' awareness of household energy consumption, their needs and preferences regarding energy-related information and their motivation to change consumption behaviour. Additionally, the survey aimed to investigate which UI interventions identified in the literature review could support energy-efficient behaviour. The survey is grounded in principles of qualitative inquiry according to [26].

3.3.1 Survey research questions

For the Survey, more specific survey research questions (SRQs) were defined:

- **SRQ1:** What role do existing energy monitoring systems play in users' awareness of and perceived control over their household electricity consumption?
- **SRQ2:** How do different UI interventions in energy monitoring interfaces affect users' ability and motivation to make sustainable household energy decisions?

All survey questions (except the consent question and demographic questions) were mapped to one survey research question to ensure coverage of the survey construct.

3.3.2 Survey instrument

The survey instrument comprises 46 questions, of which only 45 were relevant for the survey. Each participant only answered 41 questions, due to the response of question 7. The first question was only to ask consent to process the responses.

The questions were organized into six sections: (1) Demographic background, (2) objective energy usage, (3) subjective energy usage, (4) energy monitoring tools and habits, (5) UI interventions and information preferences and (6) helpful UI interventions. The complete instrument is provided in the appendix.

A pilot study with three participants (two coaches and one private person) was conducted. Based on their feedback, redundant questions were deleted or merged, words were simplified or explained, based information was deleted and the skip logic was corrected.

The survey included single-choice, multiple-choice, Likert-scale and free-text questions to capture both quantitative and qualitative insights.

3.3.3 Target population and sampling strategy

The original target population was people with monitoring systems. Due to a lack of participants, people who didn't have a monitoring system were also contacted. Due to a small sample ($n=50$) and the non-probabilistic recruitment approach, the results are exploratory and cannot be generalized to the broader population.

3.3.4 Data collection

Google Forms was used for the implementation of the survey. Different platforms (LinkedIn and Reddit) as well as private distribution via text message and email were used to spread the survey. It was open from 2nd December 2025 to 31st December 2025. The participation was voluntary (see SQ1) and anonymous. The invitation message outlined the study purpose, expected completion time and confidentiality. No incentives were given to avoid triggering a specific answer. Since the survey was conducted via open platforms, the exact invited population is unknown.

No personally identifiable data was collected. Participation could be discontinued at any time. All data were stored securely and accessed only by the research team. The study followed institutional ethical guidelines.

3.3.5 Data analysis

All questions were mandatory, therefore, there were no incomplete answers. For participants who did not own a monitoring system ($n=27$), all monitoring-system-related questions were set to "none" to indicate absence of the system. Percentages for these items refer only to participants owning a monitoring system unless otherwise noted. Likert-scale questions were 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree).

Free-text responses were analysed using open coding. Two researchers independently coded all responses, iteratively refined the codes through discussion and developed higher-level themes. Disagreements were resolved through consensus.

3.3.6 Validity considerations

Construct validity was strengthened through iterative refinement and a pilot study improved alignment between constructs and questions. Definitions for digital sustainability and its dimensions were provided directly in the survey to avoid misinterpretation.

Internal validity was supported by implementing branching logic in the survey, which minimized irrelevant questions. Furthermore, qualitative responses were independently coded, enhancing the reliability of interpretation.

The non-probabilistic sampling approach limits generalizability. The study relies on descriptive rather than inferential statistics in order to avoid overgeneralization. The combination of quantitative and qualitative data increased robustness.

3.3.7 Reliability

To ensure reliability, the survey was designed to provide consistent results with different measures. The survey was piloted with three participants, whose feedback improved the survey instrument. All questions were mandatory, reducing interpretation problems due to missing data. Two researchers performed open coding for qualitative questions, increasing reliability. Standardized answer scales (e.g., 1–5 Likert-scale) were used to ensure consistency in answers.

3.3.8 Reproducibility

To ensure reproducibility, all steps of the survey are documented. The complete survey instrument, including question wording and answer scales, is provided in the appendix. The timeline of data collection, recruitment strategy and distribution channels (LinkedIn, Reddit, private messages) is described. All data processing steps, including handling answers of non-monitoring system participants, coding of free-text responses and calculation of descriptive answers, are fully documented. Additionally, the anonymized dataset was made available in the appendix.

3.4 Design and development

The design rationale builds directly on the results of the literature review and survey study, ensuring that the selected features are empirically grounded.

3.4.1 Design rationale

The design and development phase followed the literature review and the survey study. The literature review identified a range of UI interventions that have been shown to

influence energy awareness and support behaviour change. These findings provided an initial pool of potential features that could be implemented in the prototype.

The results of the survey study were used to validate and prioritise these interventions from a user perspective. This helped to ensure that the selected features were not only theoretically supported in prior research but also perceived as useful and relevant by potential users.

Based on both the literature findings and the survey results, a subset of UI interventions was selected for implementation. The goal of this process was to focus on features that are both empirically grounded and practically meaningful for users interacting with a monitoring system.

3.4.2 Feature selection

The selection of features was guided by several criteria. First, the features needed to have empirical support in the literature, indicating that they could contribute to increased energy awareness or behaviour change. Second, the survey study served as an additional validation step to confirm the perceived relevance of these features among potential users. Third, the technical feasibility within the scope and timeframe of the project was considered and fourth, the suitability of the features for evaluation in the user study.

Some of the features included in the prototype had already been implemented in a foundational project (IP5). Included was consumption, base consumption, comparison with other households, active devices, current consumption, settings and the registration flow.

In addition to these previously implemented features, several new components were developed based on insights from the literature review and the survey study. The new features are: reports, historical comparison and device-level breakdown.

3.4.3 System architecture

The system architecture consists of a frontend, backend and database component. At the beginning, all features had their own feature branch, including front- and backend components. This approach reduced integration conflicts and improved efficiency. During the block module phase, all features were merged into *develop* branch due to functional dependencies between features.

3.5 Quality criteria

To ensure the code had high quality, a big refactoring was done in the backend as well as in the frontend to improve maintainability and expandability. In the frontend, reusable components were introduced to reduce redundancy. In the backend, structural improvements and performance optimisations were implemented to ensure efficient data calculations. Coding conventions were defined, including comments in the backend per method and class. Checkstyle was chosen for the backend and ESLint was chosen for the frontend.

After the implementation of the features, more tests were created so that a code coverage of 85% in the backend and 80% in the frontend was achieved. Due to the project scope, only unit tests were created.

3.6 User study

The user study was designed as an experiment following empirical research guidelines for software engineering experiments [26]. The goal of the study was to evaluate whether

the *prototype* system could increase participants' awareness of electricity consumption and support sustainable decision-making through enhanced UI interventions. The final study was presented in German to match the participants' language.

3.6.1 User study research questions

For the user evaluation, the following user study research questions (URQs) were defined:

- **URQ1:** Does the *prototype* version increase users awareness of their electricity consumption compared to the *baseline* version?
- **URQ2:** Do the implemented UI interventions help users identify energy consumption patterns and effective saving measures?
- **URQ3:** How do users perceive the usefulness of the provided recommendations and feedback for supporting changes in electricity consumption behavior?

3.6.2 Study phases

The study consisted of four phases, all conducted inside the application and a special user flow implemented in a separate branch (*final*). The four phases are:

- **Pre-survey:** Capturing baseline awareness
- **Task-based interaction (Baseline):** Participants performed predefined tasks using the *baseline* version with minimal feedback
- **Task-based interaction (Prototype):** Participants performed the same tasks using the *prototype* version
- **Post-survey:** Capturing changes in awareness, knowledge and willingness to change their behaviour

Each phase displayed a step counter (e.g., Step 1 of 4), helping participants track their progress through the user study.

Pilot testing: A pilot test with two participants was conducted. The feedback led to simplified questions and a better mapping of tasks and questions.

Target population and sampling strategy: The target population consisted of individuals who are responsible for their household energy decisions. Participants were recruited through the friends and families by one of the researchers. Due to the limited sample size ($n = 15$), results are exploratory and cannot be generalized.

3.6.3 Pre- and post-survey

The surveys were integrated directly into the application only for the evaluation of the application. The survey instrument included multiple question types: single-choice, multiple-choice, Likert-scale, rankings (drag and drop) and free-text responses. For Likert-scale questions, a range scale from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree) was used. The scale was explained each time within the question. For ranking questions, an additional follow-up question asked participants to indicate their confidence in the previous answer. The surveys displayed each question with a step counter (e.g., Question 1 of 7), helping participants track their progress through the survey. Participants could navigate through the survey questions using "Back" and "Next" buttons.

3.6.4 Data collection

The study was conducted using the laptop of one researcher. Participation was voluntary and anonymous. No financial incentives were provided. No personally identifiable data was collected. Participation could be discontinued at any time. All data was stored securely and accessed only by the research team. The study followed institutional ethical guidelines.

3.6.5 Task-based interaction

Participants performed predefined tasks using both system versions. A separate branch (*final*) was used to isolate the evaluation flow from the *main* branch to avoid interferences. All newly implemented features, including some previous ones (settings, current consumption, active devices) were disabled in the *final* branch for the *baseline* version to ensure comparability between the two system versions during the user study. This branch contained a dedicated user flow that integrated two in-app surveys (pre- and post-survey) and all task questions, which would otherwise not have been part of the main application. This approach was chosen so that testers would stay in the application and wouldn't have two context switches.

Integrating questionnaires directly into the application to capture feedback has been shown to be a valid method for assessing users' feedback and experience. In-app embedded questionnaires have been used to verify users' experience in mobile applications [27]. Research on in-product surveys highlights how such mechanisms helped gain perceptions and reactions on features [28]. Moreover, embedded feedback approaches that collect user opinion during or after task performance are recognized as useful for understanding user behaviour and inform product and research decisions in software engineering contexts [29]. Features unrelated to the evaluation were disabled in the *baseline* version.

The tasks included single-choice and multiple-choice questions. All responses were automatically logged in a JSON file and later analyzed with scripts in a separate branch *auswertung*.

Procedure: Participants were introduced to a usage scenario (scenario A: Married couple in a house and scenario B: Family with 2 children in an apartment) and completed tasks in both system versions. The order of scenarios was randomized to reduce learning effects.

Measures: To evaluate the effectiveness of the system, quantitative and qualitative measures were collected. Qualitative measures include task completion accuracy, Likert-scale ratings (1—5), perceived usefulness, decision confidence and awareness increase. The only qualitative measure was one free-text question in the post-survey, which asked in which country the testers live.

3.6.6 Data analysis

All collected data were exported from the application as a JSON file and processed using analysis scripts in the *auswertung* branch.

Due to the small sample size ($n=15$), descriptive statistics (mean, standard deviation) were calculated. Paired comparisons between the *baseline* and *prototype* conditions were analyzed descriptively. Responses to the free-text question were analyzed using thematic coding.

3.6.7 Validity considerations

Tasks were directly mapped to research questions. Questionnaires were aligned with measured constructs. Both versions used identical scenarios to ensure comparability. Randomization of scenario order reduced learning effects. Standardized task instructions minimized experimenter bias. The limited sample size restricts generalizability. However, realistic scenarios improve ecological validity and descriptive statistics were used to avoid overgeneralization.

3.6.8 Reliability

The reliability of the user study was ensured by designing the study to produce consistent results. The user flow was piloted with two participants, and their feedback was used to improve the study instrument. All questions were mandatory, which reduced interpretation issues caused by missing data. In addition, standardized answer scales, such as 1–5 Likert scales, were used to ensure consistency in responses.

3.6.9 Reproducibility

To ensure reproducibility, all steps of the user study are documented. The complete study instrument, including question wording and answer scales, is provided in the appendix. Furthermore, the anonymized dataset is made available in the appendix.

4 Concept

This chapter presents the research findings, survey results and how they were mapped to the implemented features. It also explains the conceptual framework and details the features developed.

4.1 Research findings

Existing research shows that user-focused feedback is very important [5, 11, 17]. This feedback can have different forms. Direct feedback provides immediate information about the consumption, while indirect feedback often includes summaries or comparative insights over time [9, 11].

A lot of UI interventions use motivational elements like reminders, gamified mechanics, or social features, to keep users engaged with the application [4, 22]. In [3], a public awareness campaign is presented that uses similar methods and aims to encourage people in their daily lives to reflect about their energy consumption.

4.1.1 Promoting awareness of electricity consumption (LRQ1)

One of the core problems in household energy management is that energy consumption is not visible. Without feedback, it is difficult for users to understand how their daily actions influence their general consumption [9, 11].

One option is eco-feedback, which encourages more sustainable behaviour. A monitoring system that includes eco-feedback can display energy use and connect it to costs or environmental impact [18, 20]. The key point is that the feedback has to be clear and easy to understand, also for non-expert users.

Persuasive technology combined with a user-centred design helps user to notice their habits and recognise patterns [5]. Another option is interactive visualization. It makes it easier to spot patterns and deviations compared to numerical displays. This also includes comparisons with past periods or similar households, providing context for further judgement [10, 11, 16, 30].

The level of detail is also a key factor. Therefore, it helps to link consumption data with a specific household device, to show which activities use the most energy [20].

[9, 31] confirms that a better awareness can lead to real reductions in energy consumption. Users who get regular and clear feedback are more likely to change their energy consumption behaviour.

4.1.2 Supporting behavioural change through information and recommendations (LRQ2)

Most of the time, awareness is not enough to trigger a behaviour change [15, 24].

As stated in [12, 17], feedback systems work best when they provide actionable guidance. Many systems include recommendations, reminders, or decision-making support features to encourage a more efficient behaviour [10, 17]. While the direct feedback enables immediate action in this scenario, the indirect feedback supports reflection and planning [9, 11].

Raw kWh or watt values are difficult to interpret, therefore, adding context is important. Showing consumption relative to a daily activity or device helps a user interpret their

energy consumption and spot opportunities to reduce it [20, 32]. Adding historical consumption data to that, lets the user track if the changes have an actual impact on the general energy consumption [11, 33].

Some monitoring systems give detailed, real-time insights and targeted feedback. This approach can reduce energy consumption in both homes and workplaces [34]. There are also mobile apps that deliver real-time or periodic feedback, which increases engagement with the application and supports long-term energy-saving behaviour [10, 33].

Due to habits, it is possible that the feedback effects will only work for a short time and then fade away again [11, 15, 33]. [17, 33] states that monitoring systems that keep an eye on progress with adaptive feedback, goal resets, or motivational messages are more likely to hold attention over time.

Behavioural changes are most successful when information is combined with actionable feedback and sufficient context, so that users can identify opportunities to save energy and actually put them into practice [11, 12].

4.1.3 Influence of personal motivations and values (LRQ3)

Individual motivations have a significant influence on energy behaviour. Financial considerations, environmental awareness, convenience and complexity are motivating factors in energy-related decisions [8, 12]. These factors influence how users interpret feedback and whether they act accordingly.

It is crucial to provide feedback from different perspectives. Whilst cost savings are important to some users, others place value on the environmental impact [18, 19]. This can be interpreted as supporting mechanisms described in the VBN framework, whilst environmental impact serves as a mechanism for norm activation [18]. Therefore, the presentation of consumption in different contexts has varying effects on individual users depending on their type [19].

Behavioural models show that not all people react in the same way. Their responses depend on their goals and motives [32]. Feedback is therefore most effective when it addresses users' preferences' [13, 21].

Persuasive interaction design can influence behaviour, but only if it aligns with users' values and when it includes features that help motivate them [35].

Designs that point to sustainability and responsibility can nudge people toward more energy-efficient choices [23]. Social factors matter as well, along with identity. Showing social norms or tying actions to someone's self-image can affect a person's acceptance [30, 35].

Households differ in living conditions, available technology and personal preferences, which means feedback needs to be adaptable or personalised to the user's situation [13, 25]. A uniform approach can miss the broader audience and in some cases, even backfire when it does not line up with people's actual circumstances [19, 25].

4.1.4 Summary of research findings

The findings from the literature suggest that it takes more than just one measure to encourage households to pay attention to their energy consumption and actually change their habits. Relying on a single strategy does not usually work. When information is communicated clearly, with illustrative graphics, device-level feedback, comparisons with

other households and an overview of past trends, people can recognise patterns in their habits and understand what is happening.

Awareness alone does not automatically lead to action, so practical suggestions and explanations within context are important, as they help people translate insights into concrete changes. It is also important to engage people, as their values and motivations are often important to ensure their willingness to change their habits. All of this together forms the basis for developing features and start with user surveys. Table 4.1 provides an overview of the UI intervention mechanisms and the studies that report on them.

Awareness, behaviour change mechanisms	Literature sources
Comparison Comparison with others Social sharing on social media Historical comparison	[5, 10, 13, 17, 18, 22, 23, 30] [18] [10, 17, 18, 20, 25]
Gamification Goal Setting Gamified social interactions Leaderboards and rankings Rewards and achievements	[5, 10, 17, 22] [9, 11, 17] [5, 17–19, 22, 25] [5, 11, 12, 15, 17, 18, 22, 23, 25]
Feedback Direct feedback Indirect feedback Visualize where energy is wasted Device-level feedback Temporal breakdown of consumption Personalized feedback Feedback in cost, CO ₂ , kWh Motivational messages	[5, 9–13, 16–18, 20, 22–24, 32] [5, 9, 10, 17, 21, 23, 25] [10, 19] [5, 25] [9, 18, 32] [9, 10, 12, 17, 25, 31, 32] [18, 21] [3, 15, 17, 32]
Recommendations and suggestions General & collaborative recommendations Personalized recommendations Behavioural suggestions and triggers Comfort-preserving recommendations Automatically implemented recommendations	[3, 17, 19, 31] [17, 18, 21] [5] [5, 17] [5, 10, 13, 21, 22, 25]
Monitoring and information Real-time information Financial information on current usage Time-of-use feedback Reminders and notifications	[10, 13, 16, 21, 24] [19, 31] [25, 31] [4, 10, 13, 17, 18, 22, 30, 35]

Table 4.1: Awareness raise and behaviour-change mechanisms grounded in reviewed literature

4.2 Survey results

The following results are based on a descriptive analysis of the survey data. Due to the sample size ($n=50$), the results provide exploratory insights into participants' knowledge, practices and needs.

4.2.1 Survey participants

A total of 50 participants completed the survey ($n=50$). All percentages reported in the following sections refer to this sample unless otherwise noted.

The largest age group was 25–34 years (30%), followed by 35–44 years (24%), 45–54 years (18%), 55–64 years (16%), 18–24 years (10%) and 65 years or older (2%). The majority of the participants were from Switzerland (90%), with smaller proportions from Germany (4%) and the United Kingdom, India and Austria each representing 2%. Regarding household composition, 30% of participants were couples with children, 26% were couples without children and 18% lived in multi-generational households. Individuals living alone accounted for 14% and 12% shared an apartment with others. Most respondents lived in rented apartments (52%), followed by homeowners (32%). Additionally, 12% lived in owned apartments and 4% in rented houses.

The survey results are grouped by the findings into three thematic dimensions: (a) baseline awareness and knowledge, (b) current practices and energy-saving behaviour, (c) monitoring needs and barriers.

4.2.2 Baseline awareness and knowledge

The survey questions (SQ) SQ2–SQ13 focused on selecting data about the actual knowledge of the participants, while the SQ14–SQ17 asked about their perceived awareness.

The majority of the participants (70%) correctly recognized that a device still consumes power when switched off but plugged in. 20% answered with "No" and 10% selected "I don't know".

The responses for SQ3 were evenly distributed. 18% strongly agreed that a refrigerator uses more energy per year than a washing machine, which is the correct answer, 20% agreed, 20% were neutral, followed by 24% somewhat disagreeing and 18% strongly disagreeing.

The Knowledge of watt was high with 78% correctly identifying it as a measure of power at a specific moment. 10% stated that watt measures power consumption per hour, 6% selected voltage, 4% amount of electricity used and 2% reported not knowing the answer.

SQ5 and SQ6 focused on which household device typically consumes the most or the least power while running. Most respondents (84%) selected the washing machine as the device that consumes the most power, which is the correct answer. 10% stated the refrigerator, followed by television, laptop and the answer "I don't know", each representing 2%.

The device that consumes the least amount, with 56% answering laptop, which is correct, 26% answering television, 4% stated refrigerator and another 4% that they didn't know the answer, followed by the washing machine with 2%.

For SQ7, participants were asked to choose a household item they have. The options were coffee machine (46%), laptop (36%) and washing machine (18%). For each household item, two questions were asked.

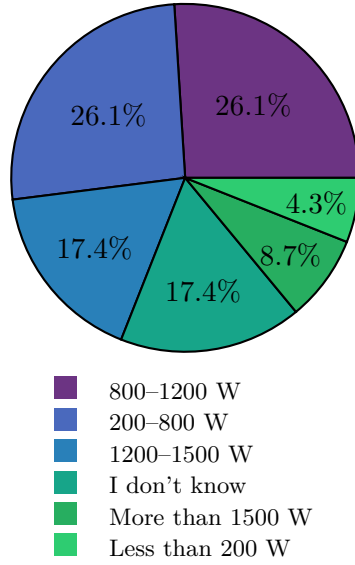


Figure 4.1: SQ8 - Energy consumption of a coffee machine while brewing

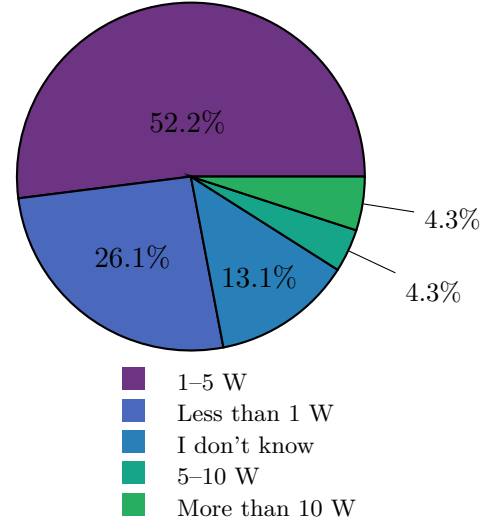


Figure 4.2: SQ9 - Energy consumption of a coffee machine while on standby

The first one (SQ8) asked how much energy this device consumes during a typical task, like brewing coffee or a wash cycle. The second one (SQ9) asked how much energy this device consumes in standby mode. Those questions were only answered by 23 participants who selected the coffee machine ($n=23$). Percentages reported refer only to these participants. The diagrams 4.1 and 4.2 show differences in the actual knowledge of the consumption of a coffee machine for these two situations. A typical electronic coffee machine consumes around 800–1200 watts while brewing coffee and 1–5 watts in standby mode. While the second question was answered correctly by 12 participants (52.2%), only half of them selected the correct answer (26.1%) for SQ8.

To verify if the actual knowledge overlaps with the awareness, the participants were asked different Likert-scale questions. Questions are shown in 4.2. As shown in diagram 4.3, the self-reported awareness is quite high with an overall 72% agreeing or strongly agreeing.

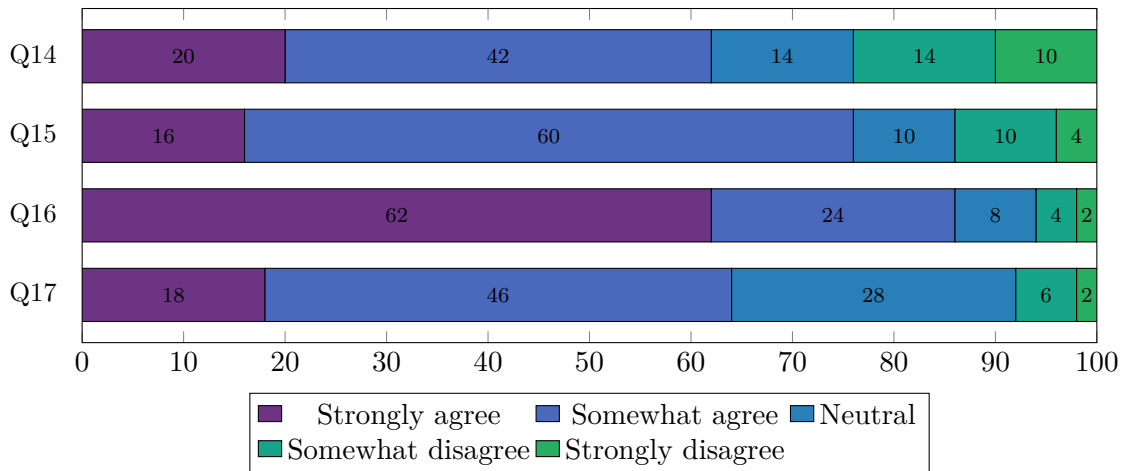


Figure 4.3: SQ14-SQ17 - Energy consumption awareness

SQ Nr	Likert-scale questions
SQ14	I know which appliances in my household consume the most electricity
SQ15	I know which specific behavioural changes could reduce my electricity consumption.
SQ16	I am aware that some devices may still consume electricity even when switched off but remain plugged in.
SQ17	I feel capable of reducing my electricity consumption through simple measures.

Table 4.2: Description of questions SQ14-SQ17

Finding: A majority demonstrates general awareness of key electricity concepts. Self-reported awareness and confidence are consistently high, particularly for standby consumption and behavioural influence. However, factual and quantitative knowledge is inconsistent, with frequent misconceptions about appliance consumption and watt usage. Participants feel capable of acting even when their objective understanding is limited.

4.2.3 Current practices and energy-saving behaviour

A majority of the participants (80%) have already implemented some kind of measures, while the others didn't (20%).

Participants were asked what kind of monitoring system they were using. Over half (54%) reported not using one and 20% of responses were unclear. Among those who specified a system, 6% used Shelly EM and 6% used Solar Manager while smaller shares (2% each) mentioned Enerest, Fronius Solar, Homey, Intuis connect, Primeo energie, Smart Energy Link and SmartSpar.

All participants answered the following questions, but because only 46% were using a monitoring system, only their answers are considered (n=23).

Participants reported varying frequencies of use of their monitoring systems. About 30.4% used it weekly and another 30.4% monthly, while 17.4% reported daily use. Fewer participants used the system rarely (13%) or annually (8.7%).

SQ22 asked what features their monitoring system has. The two major features named were "historical consumption" (82.6%) and "current total consumption" (78.3%). "production per device or source" (34.8%), "cost information" (34.8%), "consumption per device or outlet" (21.7%) and "recommendations for actions" (17.3%) were also quite common. Some of the features were only available in some monitoring systems, such as "CO₂ impact" (13%), "comparison with others" (8.7%), "notifications in case of unusual consumption" (8.7%) and "room temperature" (4.3%). SQ23–SQ29 focused on what frequency these features were used, which shows infrequent usage. The data for these questions can also be found in the appendix.

Finding: Most respondents have already implemented at least one energy-saving measure. Advanced UI features such as device-level breakdown, costs, comparison with others, notifications or recommendations are often not available or rarely accessed. Current monitoring practices are primarily passive and descriptive, focusing on total consumption rather than actionable insights.

4.2.4 Monitoring needs and barriers

Participants were asked what limitations they believed the monitoring system they had used has (n=23). Device breakdown was the most mentioned feature with 30.4%, followed

by 26.1% stating there were no limitations in their monitoring system and 8.7% said cost calculation was available. Features such as dynamic tariff information, summarize and optimize usage, option to pull raw data, recommendations, CO₂ calculation, automation, history consumption and a complete overview, each represented by 4.3% were, also measured.

To identify helpful features, participants were asked what information would be helpful for them to better understand their consumption. As illustrated in figure 4.4, most proposed features had a high resonance with the participants, led by the feature consumption per device, which was chosen by 78%. Directly followed by notifications(60%), different comparisons(58%) and consumption displays(54%).

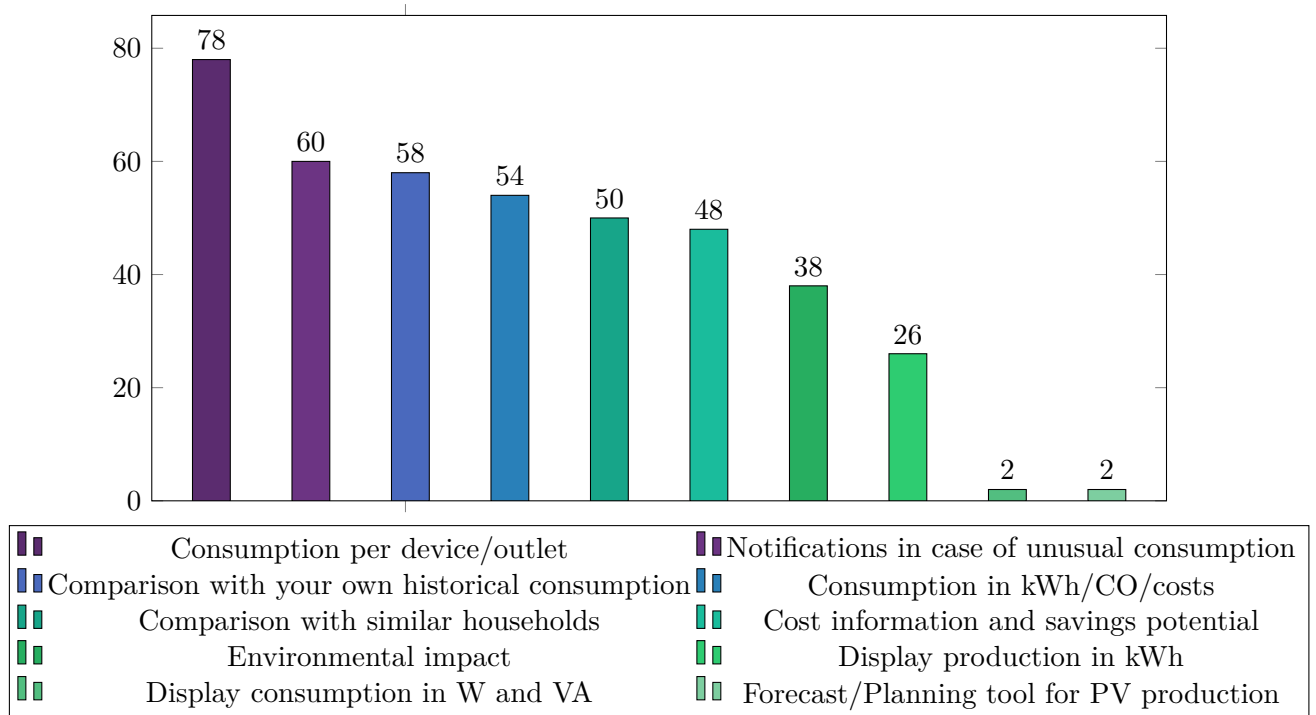


Figure 4.4: SQ31 - Helpful features to improve awareness

SQ32–SQ34 asked how often and in what detail they would like to receive consumption summaries. Real-time (SQ32) data contains live data that is continuously updated. Short reports (SQ33) are a brief overview including total consumption and change from previous periods. Detailed reports (SQ34) includes device-level breakdown, explanations for the consumption history and recommendations. Figure 4.5 shows that real-time data was mainly demanded daily (42%) or weekly (28%), short reports rather weekly (36%) or monthly (42%) and detailed reports monthly (42%) or annually (36%).

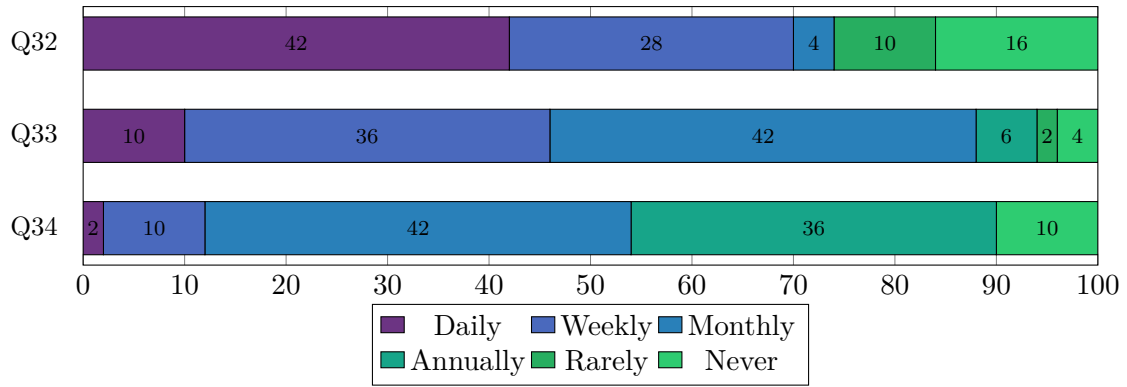


Figure 4.5: SQ32-SQ34 - Frequency and details of summaries

Participants were asked to rate statements about their possible behaviour change (see questions in table 4.3).

SQ Nr	Likert-scale questions
SQ35	I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if it would save me money.
SQ36	I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if it would reduce my impact on the environment.
SQ37	I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if I received personalised recommendations on specific improvements I could make.
SQ38	I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if I was informed about my current consumption compared to my previous consumption.
SQ39	I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if I can compare my consumption with similar households.
SQ40	I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if there are playful elements (goals, achievements)
SQ41	I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if consumption is visualised through indirect feedback (smileys, colours).

Table 4.3: Description of questions SQ35-SQ41

The results of the questions between SQ35 and SQ41 are displayed in Figure 4.6 Most users strongly agreed or agreed that knowing the environmental impact (72%), seeing the difference between current and previous consumption (70%), getting personalized recommendations (68%), as well as reducing costs (60%), are most likely to change their behaviour.

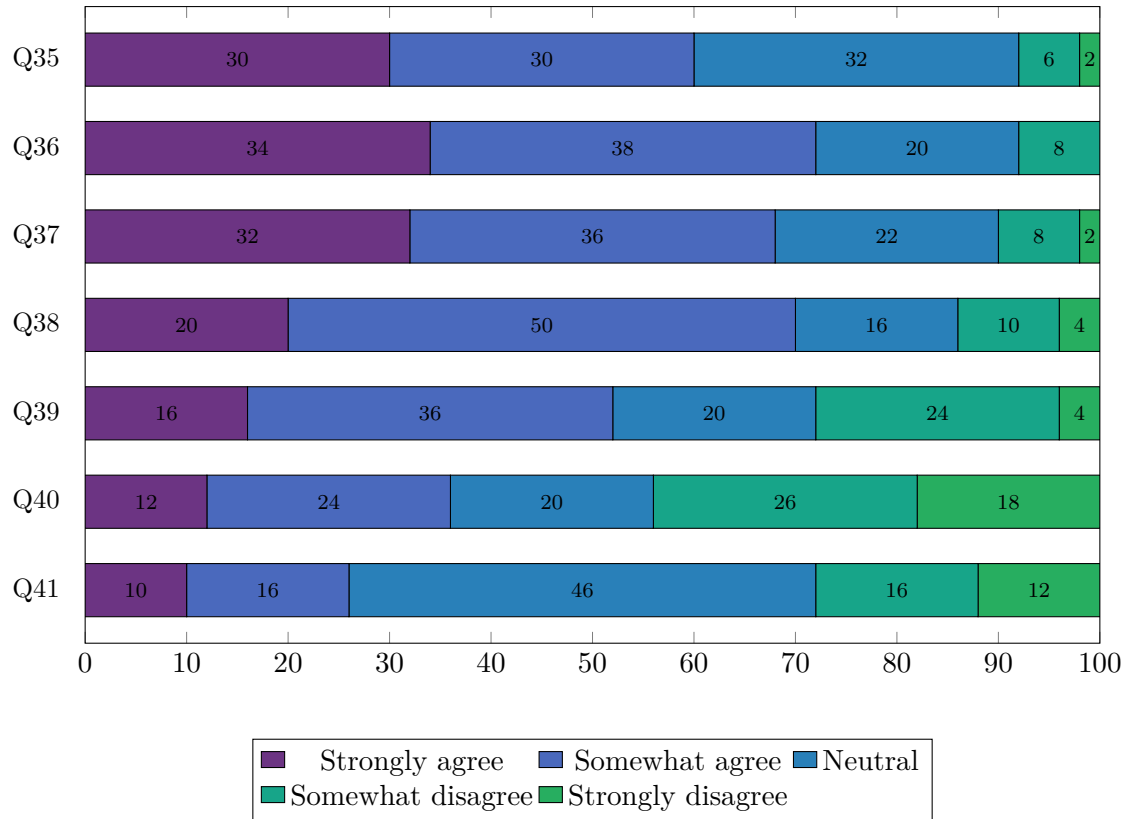


Figure 4.6: SQ35-SQ41 - Reasons for changing behaviour

Participants were also asked what is most likely to prevent them from implementing recommendations. As shown in figure 4.7, the time required and complexity of implementation were the most selected options (62%). It was mainly selected by participants over 45 years old. With 52% costs were also often mentioned as a barrier, especially by couples with children and families with multiple generations. Most of the ones selecting a lack of control (46%) were living in a rental environment. Participants between the age of 25 and 44 mainly answered with possible lost of comfort (28%). The other stats were mostly evenly spread over ages, households and living situations.

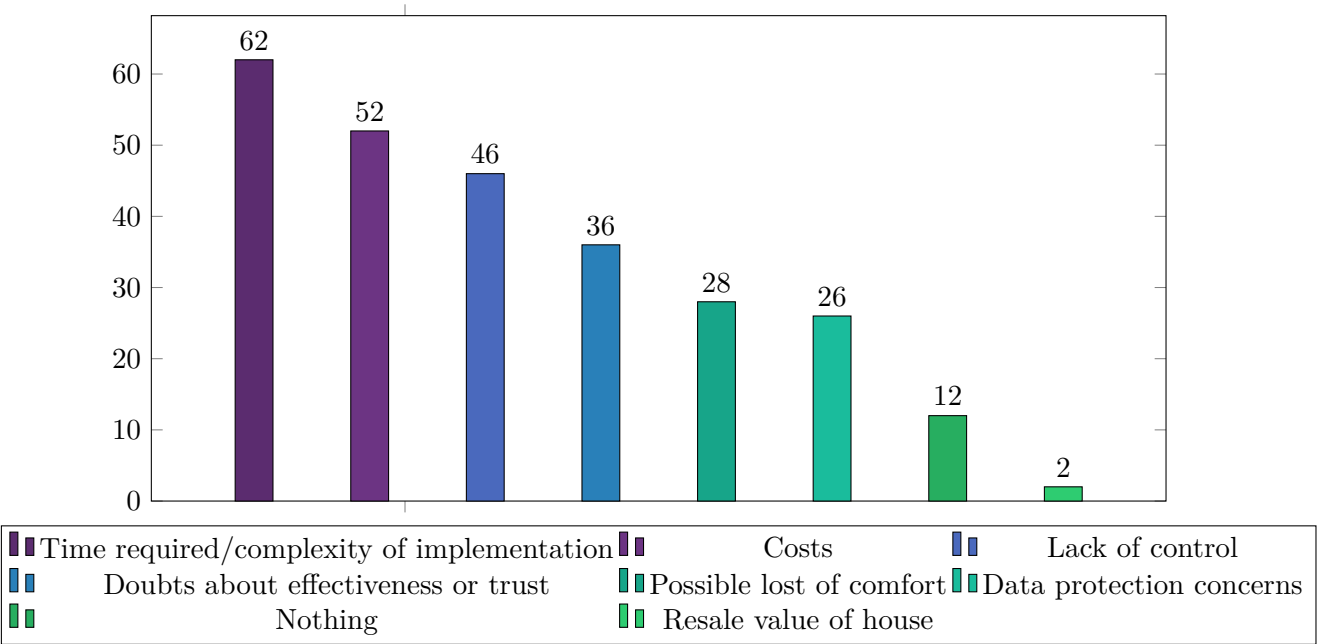


Figure 4.7: SQ42 - Barriers to change behaviour

Finding: Respondents consistently express a desire for more contextualised information especially device-level data, cost transparency and temporal comparisons. At the same time, they report multiple barriers to acting on recommendations, such as time and complexity, costs, limited control in rental situations and concerns about comfort, effectiveness and privacy. While many indicate that personalised recommendations, cost savings, reducing environmental impact and historical comparison would increase their likelihood of changing behaviour, features such as gamification are less motivating. Participants valued detailed, actionable insights into their consumption.

4.3 Conceptual framework

Based on the literature review and survey findings, we created a conceptual framework to guide the design of energy feedback features. It is built on three main principles: awareness, actionable guidance and motivational alignment.

Awareness: Helps users understand their electricity consumption better. This includes clear consumption reports, device-level breakdowns and periodic comparisons that put energy usage into context.

Actionable guidance: Provides concrete tips to help users change behavior. Features such as personalized recommendations and peak usage insights support identifying ways to reduce consumption.

Motivational alignment: Feedback should connect with users’ personal motivations. Energy usage is presented not just in kWh but also in terms of costs and CO₂ emissions. Reflective feedback mechanisms, like historical comparisons support reflection.

4.4 From findings to features

Our literature review and survey indicate that effective energy feedback should combine awareness, actionable guidance and alignment with personal motivations. Table 4.4 describes all implemented features linked to research questions, survey results and literature references.

Feature	Related RQ	Survey support	Literature references
Reports	RQ1, RQ2, RQ3	(SQ31–SQ42)	[11, 12, 17, 18]
Historical comparison	RQ1, RQ2	(SQ31)	[9, 11, 20, 33]
Device-level breakdown	RQ1, RQ2	(SQ5–SQ6, SQ8–SQ9, SQ31)	[20]

Table 4.4: Mapping of implemented UI features to research questions, survey support, and literature references

4.4.1 Feature history and adaptation

Some features were carried over from the previous project IP5 or adapted based on survey findings and literature evidence:

Consumption, base consumption and comparison with similar households: Fully implemented in IP5. Comparisons with other households are simulated, therefore, they do not represent real data. Values are generated by adding random deviations to the measured consumption. Base consumption is calculated based on the selected period. For a day, it is the lowest hourly reading from the underlying 15-minute measurements. For other periods, it is the lowest value in the aggregated data.

Survey results confirmed the demand for comparisons and literature supports comparative feedback for awareness and motivation [5, 17].

Device-level breakdown: Partially implemented in IP5, this feature was improved to give clearer device-level insights. The full page (device buttons, colors, create/change/delete options) existed in IP5. The improvements were based on survey feedback and literature, which highlights the benefits of device-level feedback [5, 25].

Notifications and reminder: Fully implemented in IP5. Users could set reminders to check current consumption. A GPS-based alert notified users if their consumption exceeded the base consumption while they were away.

Current consumption Fully implemented in IP5. Users could check real-time consumption via a button. Survey results confirmed that real-time monitoring boosts awareness [10, 13].

4.5 Feature description

This chapter gives an overview of all features implemented in Kumba. Each feature is described with motivation, concept and visualisation.

4.5.1 Reports

This section describes the report feature.

Motivation

Survey results showed a strong demand for summaries of electricity consumption. Participants stated a lack of overview of total energy consumption, especially per device and in CO₂ and cost terms. The baseline awareness results also highlighted that participants underestimated the impact of specific appliances and struggled to interpret raw kWh without

context. Literature shows that feedback improves awareness and encourages behavioural change [5, 12, 20].

The report feature has the following goals: Increasing awareness of consumption drivers (RQ1), providing contextualized and personalized recommendations (RQ2) and aligning feedback with motivational drivers (RQ3).

From a theoretical perspective, the report feature draws on principles of the FBM by addressing motivation, ability and triggers. Motivation is supported through contextualized information such as costs and CO₂ impact (eco-feedback), as well as reflective elements in Kumba Wrapped. Ability is enhanced by structuring information into short and detailed reports, reducing cognitive effort. Triggers are implemented through notifications that prompt users to engage with the reports. In addition, the feature aligns with the VBN framework by linking energy consumption to environmental impact and personal values. Comparisons of CO₂ levels, combined with suggestions, aim to activate personal norms and encourage sustainable behaviour. Furthermore, comparing a household with similar households uses social norms and gentle nudging to provide behavioural guidance without restricting people's choices. Three different report types were implemented:

- Short report for quick insights
- Detailed report with deeper insights
- Kumba Wrapped for reflective feedback

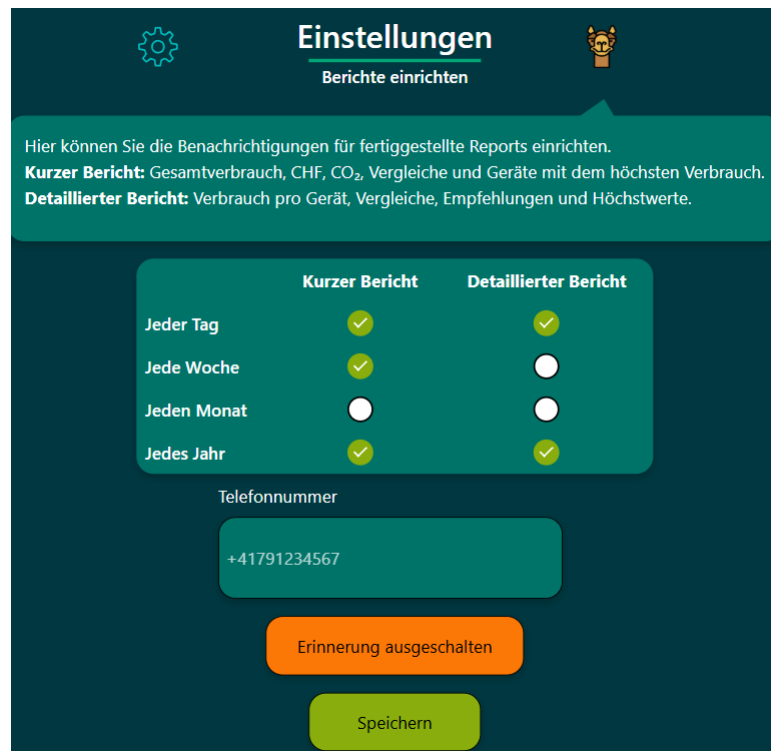
Short and detailed report are available on a daily, weekly, monthly and yearly basis, while Kumba Wrapped is only available yearly.

Even though survey participants did not explicitly ask for indirect feedback, literature emphasizes its importance for self-evaluation [11, 30]. Therefore, the report feature includes both direct and indirect feedback.

Feature concept

Each short and detailed report shows the date or period of the report right next to a state indicator. The state indicator includes an icon, a color and a sentence that summarizes the situation in the selected period. Each section of the report uses an emoji, a title and a description. The emoji design was inspired by the current ChatGPT version, which helps get an overview of the report.

Users can set up notifications for short and detailed reports and choose preferences (complexity, comfort, costs, environment). The preferences influence the recommendations in the detailed report (figures 4.8 and 4.9).



Einstellungen
Berichte einrichten

Hier können Sie die Benachrichtigungen für fertiggestellte Reports einrichten.
Kurzer Bericht: Gesamtverbrauch, CHF, CO₂, Vergleiche und Geräte mit dem höchsten Verbrauch.
Detaillierter Bericht: Verbrauch pro Gerät, Vergleiche, Empfehlungen und Höchstwerte.

	Kurzer Bericht	Detaillierter Bericht
Jeder Tag	☒	☒
Jede Woche	☒	☐
Jeden Monat	☐	☐
Jedes Jahr	☒	☒

Telefonnummer
+41791234567

Erinnerung ausgeschalten

Speichern

Figure 4.8: Screenshot of setting options of reports



Einstellungen
Präferenzen einrichten

Hier können Sie Ihre Präferenzen für Empfehlungen anpassen.

Präferenzen

Geld sparen	☒
Umwelteinfluss reduzieren	☒
Komfort beibehalten	☐
Niedrige Komplexität	☐

Speichern

Figure 4.9: Screenshot of setting options of preferences for recommendations

Additionally, Kumba Wrapped provides an annual, reflective feature that is inspired by Spotify Wrapped.

Short report - visualization

The short report aims to show a quick overview of the general consumption. As shown in figure 4.10, the short report only provides the most important consumption information, such as: total consumption, costs, CO₂ emissions and the device that consumed the most energy during the selected period. The goal of this report is to reduce the cognitive load while supporting awareness (RQ1).

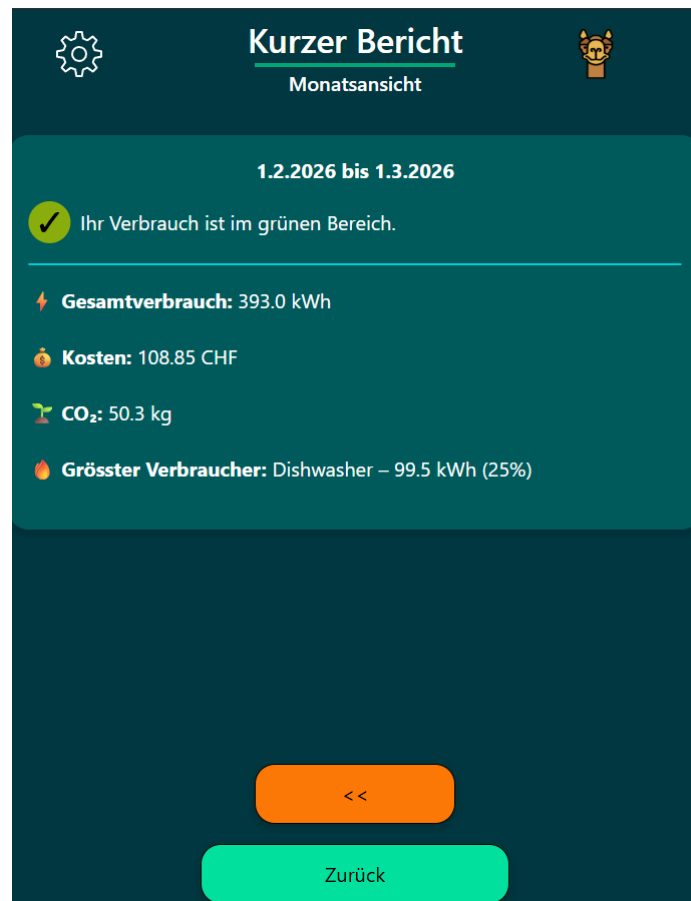


Figure 4.10: Screenshot of monthly short report

Detailed report - visualization

The detailed report provides an in-depth analysis (figure 4.11). It expands the short report and adds the following parts:

- Total consumption, including a comparison to the previous period, put into context with the usage of a household item
- Cost comparison to similar households
- CO₂ emissions compared to the number of trees needed to offset the net consumption or savings
- Consumption comparison with similar households
- Ranking of the top three devices by energy consumption
- Peak detection, including the responsible device
- Dynamic recommendations based on selected preferences and living situation

This report is designed for users who want a more detailed insight and actionable recommendations. It includes analytics, side-by-side comparisons and personalized recommendations to support decision-making (RQ2).

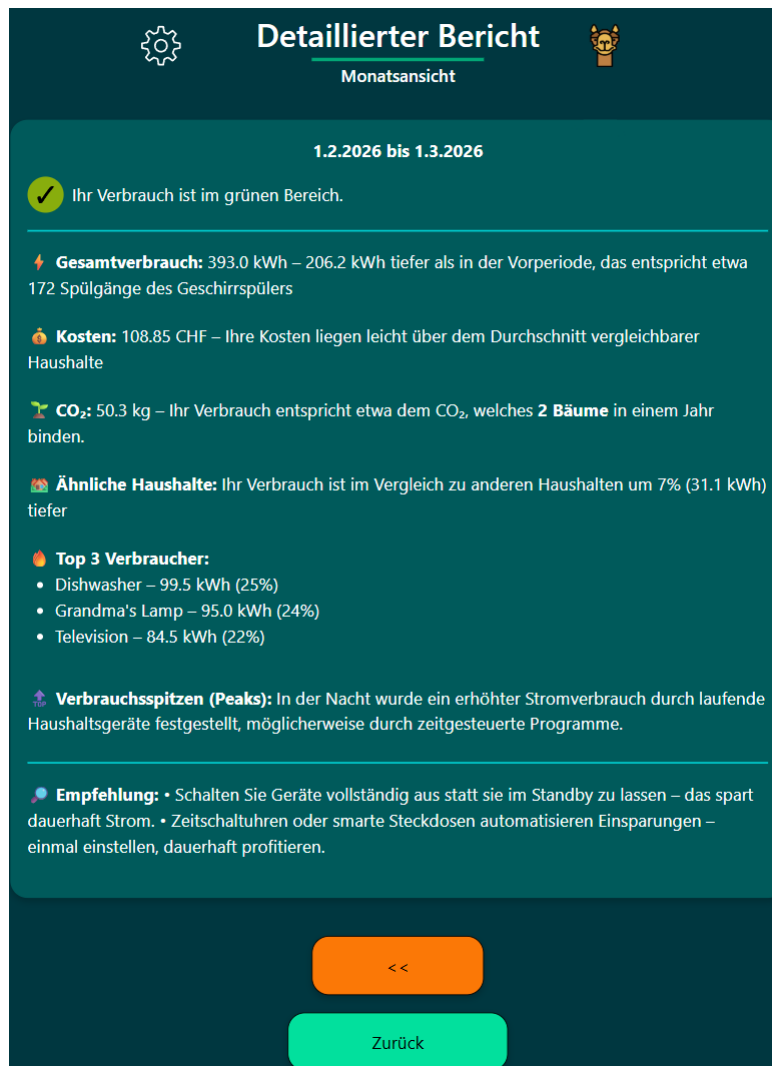


Figure 4.11: Screenshot of monthly detailed report

Kumba Wrapped - visualization

Unlike the other reports, Kumba Wrapped focuses on reflection and positive encouragement. The following screens are included:

- Intro screen: Welcome screen of the feature (figure 4.12)
- Screen 1: Highlights main patterns (figure 4.13)
- Screen 2: Links energy use to everyday routines (figure 4.14)
- Screen 3: Shows user type to encourage reflection (figure 4.15)
- Screen 4: Highlights positive achievements (figure 4.16)
- Screen 5: Provides actionable suggestion for the coming year (figure 4.17)

The goals of this feature are: support awareness (RQ1), provide actionable insights (RQ2) and boost behaviour change with personal motivators (RQ3).



Figure 4.12: Screenshot of Kumba Wrappeds intro screen



Figure 4.13: Screenshot of Kumba Wrappeds screen1

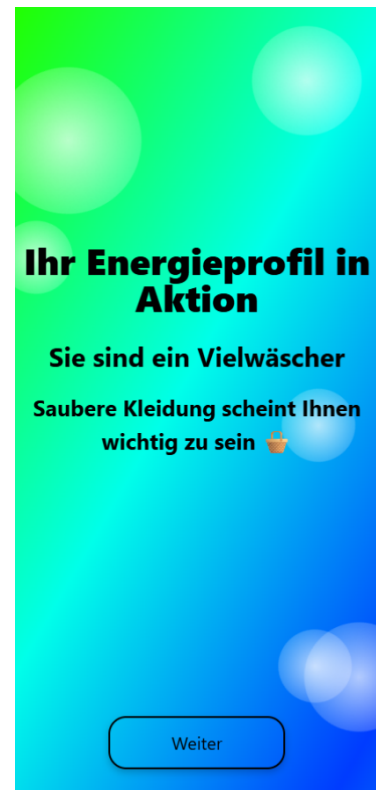


Figure 4.14: Screenshot of Kumba Wrappeds screen2



Figure 4.15: Screenshot of Kumba Wrappeds screen3

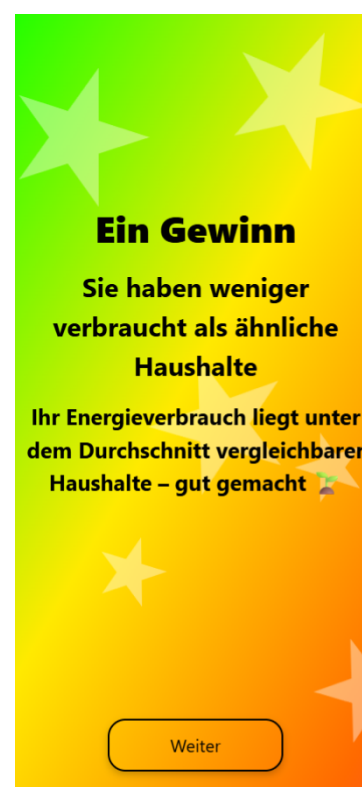


Figure 4.16: Screenshot of Kumba Wrappeds screen4

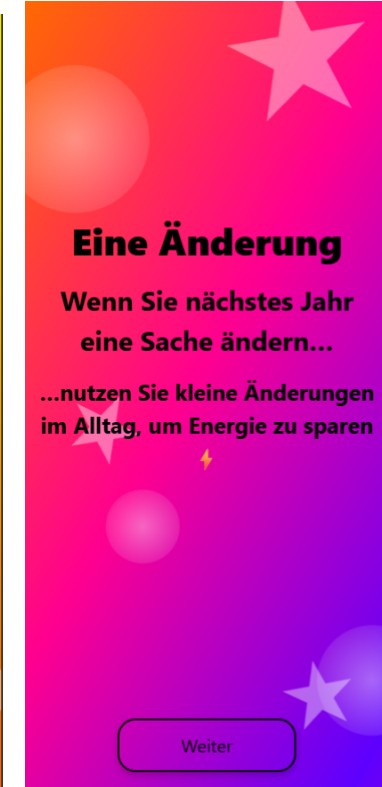


Figure 4.17: Screenshot of Kumba Wrappeds screen5

Even though this feature does not provide new mechanisms, it prioritises emotional engagement and reflection, which is an innovative design in monitoring systems [16].

4.5.2 Historical comparison

The historical comparison feature shows the energy consumption in comparison with the previous periods.

Motivation

Survey and literature findings showed that users struggled to interpret current consumption without reference points [10, 11, 33]. Many participants requested a comparison with previous periods. From a behavioural perspective, looking back strengthens the "ability" side of the FBM because it makes consumption habits are simpler to read. Once people have clear points of reference from earlier periods, it is easier to understand what is going on. Timeline view also helps them see how their choices work out over time, which supports awareness and better-informed decisions.

Feature concept

This feature allows users to compare energy consumption over time, with their base consumption, their general consumption and the consumption compared to similar households. The goals are: Improving awareness with temporal comparison and trends (RQ1) and helping users to spot when behavioural changes have the highest impact on energy consumption (RQ2).

Visualization

A user can select between different measures such as general consumption, base consumption and consumption compared to similar households. Then they can select between different time intervals such as daily, weekly, monthly and yearly. Figures 4.18 and 4.19 illustrate current vs. previous consumption.



Figure 4.18: Screenshot of current energy consumption



Figure 4.19: Screenshot of previous and current energy consumption

4.5.3 Device-level breakdown

Device-level breakdowns show a household's energy consumption, broken down by each device.

Motivation

The survey results show that participants wanted to know which devices use the most energy. Many underestimated the amount of energy that devices like washing machines or refrigerators consume. Literature confirms that device-level feedback increases awareness and supports actions [5, 20]. This feature supports the "ability" aspect of the FBM, because it makes energy use easier to see and understand. When the specific causes of one's own consumption are clearly presented, it is easier to identify concrete changes that would reduce this consumption. Highlighting the devices that consume the most power can also work as a trigger, drawing attention to the places where a small adjustment is most likely to make a difference.

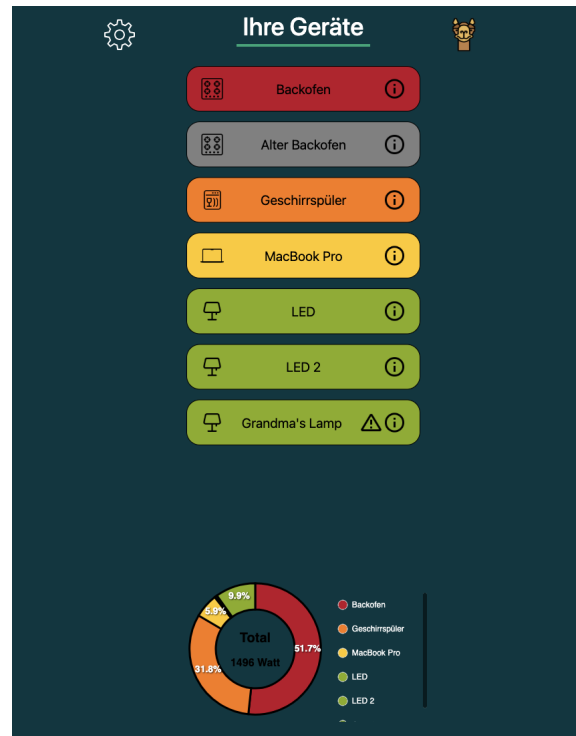


Figure 4.20: Screenshot of feature device-level breakdown

Feature concept

Device-level breakdown displays the consumption used per device and in comparison to all used devices. The goal for this feature are: Raising awareness of individual consumption drivers (RQ1) and supporting informed decisions by highlighting high-consumption devices (RQ2).

Visualization

Consumption per device is shown in a donut chart with kWh and the percentage of total usage. Figure 4.20 illustrates the feature.

5 Implementation

This chapter is an overview of all implemented and updated features.

5.1 System architecture

This section describes the architecture and technical mechanisms used to implement the features in the backend of the prototype. The system's structural framework, data flow mechanisms and the processes employed for the retrieval, processing and presentation of electricity consumption data are described.

5.1.1 Architecture overview

The system follows a vertical implementation approach, where functionality is implemented end-to-end across the application. The project was developed using a modern web development tech stack with JDK and the Spring Boot framework in the backend and React in the frontend.

5.1.2 Exception handling

The backend implements a centralised exception management system, utilising a global exception handler. Domain-specific errors are represented using a common exception structure. In the event of an exception, the global exception handler intercepts it and converts it into a standardised HTTP response, which is then returned to the frontend.

5.1.3 Data model

Energy data processing is based on two primary data structures, *SourceReading* and *EnergyReading*, along with the aggregation scheme defined by *TimeSpan*. A *SourceReading* represents raw data retrieved from the external energy API (SmartSpar). Each entry contains a timestamp, the energy meter reading and the calculated consumption value. Consumption is derived from the difference between two consecutive meter readings:

$$Consumption_t = MeterReading_t - MeterReading_{t-1} \quad (5.1)$$

This calculation is necessary because the external API provides the current energy drawn at the moment of the recording and not the cumulative energy between two readings.

An *EnergyReading* represents aggregated consumption for a defined time interval. These readings are derived from *SourceReadings* and are used for the purposes of visualisation, statistical analysis and report generation.

The *TimeSpan* abstraction is a fundamental architectural concept throughout the system. It represents the currently selected analysis period and is used consistently across the system. Possible values include *day*, *week*, *month*, and *year*. The system determines the appropriate aggregation and visualisation logic based on the selected *TimeSpan*. The grouping used for the visualisation of energy data in graphs is defined as follows:

- Day → grouped by hour
- Week and month → grouped by day
- Year → grouped by month

This ensures that visualisation remains readable while still conveying meaningful consumption patterns.

5.2 Backend infrastructure

This section describes the key backend components and processes that manage, calculate and serve energy consumption data to the frontend, ensuring performance, accuracy and reliability of the application.

5.2.1 Orchestration

Given the large volume of user-specific data that must be processed, efficient orchestration of backend processes is essential to ensure a smooth and responsive application.

When a user logs in, a startup component initiates the data management process. The component triggers the retrieval of new energy data from the external API (SmartSpar) and the execution of data processing and aggregation procedures.

Background processes are executed using a scheduler that performs several periodic tasks including updating data every 15 minutes for active users, calculating new reports after completed periods and sending notifications to users based on their preferences.

User activity and data processing states are managed using concurrent hash maps. The system stores several runtime states, including: if a user is currently active, if energy data is being fetched and if data is currently being processed.

User activity is tracked using a server-side filter (Servlet Filter). A user is considered active if their user identifier (userId) has been used within the last 30 minutes.

If requested data is not yet available, the system throws a *DataNotReadyException*, which is intercepted by the global exception handler. This mechanism ensures that the frontend receives a standardised HTTP error response containing the appropriate status and error information, enabling the interface to display the correct application state to the user, such as loading indicators. In addition, retry parameters can be included in the response to indicate when the frontend can automatically attempt a new request.

5.2.2 Data retrieval

Energy data retrieval is optimized to avoid unnecessary processing. Instead of fetching the entire dataset, the system retrieves only new data. The retrieval process consists of two steps:

- determine the timestamp of the latest stored energy reading
- fetch new data from that timestamp until the current time

This incremental approach significantly reduces both network load and computation time.

5.2.3 Energy data processing

This section describes how raw meter readings are processed into aggregated, base and comparison consumption metrics.

Consumption aggregation: Consumption values are calculated using meter differences according to the time span period:

$$Consumption = MeterReading_{end} - MeterReading_{start} \quad (5.2)$$

The resulting values are grouped according to the selected *TimeSpan* and corresponding display granularity.

5.3 Performance optimisations

Handling high-frequency energy data required several optimisation strategies.

Asynchronous processing: Data retrieval and processing are executed asynchronously, allowing the application to remain usable while data is being prepared. If the required data is not yet available, the application displays loading indicators in relevant sections, such as energy graphs.

Incremental data processing: Both data retrieval and calculations operate incrementally, meaning that only new readings and reports that have not yet been processed are computed. This significantly reduced the time required to prepare one year of data: The initial implementation required approximately 20 minutes; the optimized first login takes around 1.5 minutes and subsequent logins typically require between two seconds and one minute, depending on the time elapsed since the previous login.

Device consumption calculation optimisation: Device consumption calculations are computationally intensive. For a full year, 35,040 meter readings are processed, which results in approximately 350,400 device consumption calculations for 10 devices. Originally, calculating report statistics required repeatedly querying the database and processing large lists of readings, resulting in roughly 1500 ms per report period and a total yearly computation time of around 10 minutes. Several optimisations were implemented:

- Removal of unnecessary database calls
- Use of in-memory data structures (approximately 3 MB per year of data, which is acceptable)
- Elimination of nested loops
- Removal of unnecessary sorting operations
- Filtering large lists to process only relevant subsets

These optimisations reduced calculation time to approximately 80–200 ms per period, resulting in a total yearly processing time of roughly 35 seconds for this report component.

5.4 Feature implementation

This chapter describes how the selected features were implemented.

5.4.1 Energy feedback features

In this section, the implemented energy feedback features are presented.

Reports

Short and detailed reports are generated daily, weekly, monthly and yearly. Reports are created after the first registration, periodically at the start of a new period and saved in the database. The Kumba feature currently wraps only the yearly report.

Most of the textual content in the reports is generated dynamically. Recommendations are based on the user's top-consuming devices, their preferences and whether the user is a tenant or owner. Depending on these factors, different suggestions are provided, with recommendations per report. The following values are calculated:

- total energy consumption
- estimated electricity costs

- estimated CO₂ emissions
- comparison to the last period of the total energy consumption
- comparison to the last period of the estimated electricity costs
- comparison to the last period of the estimated CO₂ emissions
- comparison to other similar households of the total energy consumption
- comparison to other similar households of the estimated electricity costs
- comparison to other similar households of the estimated CO₂ emissions
- Peak time of day
- Ranking of the most consumed devices during the peak time

State calculation: Each report includes a state indicator that summarizes the user's energy performance for the selected period. The different state always include a colored icon (green=good, yellow=middle, red=bad) and a short sentence as followed:

- Good: "Your consumption is within the green range."
- Middle: "Your consumption is in the middle range – there is still potential for savings."
- Bad: "Your consumption is too high – measures to reduce it are recommended."

If the state is classified as *good*, a confetti animation is triggered as positive feedback for the user.

The overall report state is calculated dynamically using the percentage difference between the user's consumption and similar households and the consumption trend compared to the previous period. Both indicators are combined into a score that determines the final report state. Higher consumption than similar households decreases the score, while a reduction in consumption compared to the previous period increases it.

Consumption comparison: For each value, the comparison to the last period is calculated this way:

$$Value = Value_t - Value_{t-1} \quad (5.3)$$

Short report only shows absolute kWh (e.g., "393.0 kWh"). The detailed report also includes a short description of whether the current consumption is higher or lower and a comparison to a household item is made (e.g. "206.2 kWh lower than in the previous period, which corresponds to approximately 172 dishwasher cycles").

Costs: Electricity costs are calculated using:

$$Cost = Consumption_{kWh} \times Price_{kWh} \quad (5.4)$$

with **0.277 CHF/kWh** based on ElCom. Short report only shows absolute costs (e.g., "108.85 CHF"). In a detailed report, a relative comparison to similar households is calculated using percentage difference and mapped to textual feedback (e.g., "Your costs are slightly above the average for comparable households").

CO₂: CO₂ emissions are calculated as:

$$CO_2 = Consumption_{kWh} \times 128 \text{ g/kWh} \quad (5.5)$$

with **128g/kWh** based on BAFU. Absolute CO₂ in kilograms is shown in the short report. The detailed report uses a function to:

- Convert absolute CO₂ values into an equivalent number of trees
- Choose the appropriate period (day, week, month, year) depending on the emission magnitude
- Adjust text based on net consumption or savings (e.g. "Your consumption corresponds roughly to the CO₂ that two trees bind in a year.")

The tree calculation was based on the information of ForTomorrow.

Devices: The system determines device activity during peak periods by summing the consumption values of each device within the peak time window and generating a ranking from highest to lowest consumption. The short report only includes one device. The detailed one the three top devices, including their total consumption and their consumption in percent related to the total consumption.

Comparison to similar households: The difference between a user's own consumption and that of similar households is compared:

$$\Delta\% = \frac{Consumption_{similar} - Consumption_{user}}{Consumption_{similar}} \times 100 \quad (5.6)$$

Shows absolute and relative difference in the detailed report (e.g., "Your consumption is 7% (31.1 kWh) lower than other households.").

Peaks: In this system, peaks represent the highest consumption period over a day. First, unfinished periods are filtered out to ensure that only complete days are analyzed. Peak times are determined differently depending on the period:

- Daily reports: identify the single peak event.
- Longer periods: count peak occurrences by hour of the day and identify the hour with the highest frequency.

The maximum consumption value of the day is then identified. A threshold is defined as:

$$Threshold = 0.8 \times Consumption_{max} \quad (5.7)$$

Starting from the maximum value, the algorithm expands forward and backward until the consumption drops below the threshold, thereby determining the start and end of the peak interval.

Recommendations: Recommendations are generated dynamically based on:

- User-selected preferences: complexity, comfort, save money, reduce CO₂
- Living situation: tenant or owner
- Top-consuming devices and peak consumption
- Consumption relative to similar households

Based on the data, the following recommendations are mapped:

- Device-based recommendations: Map the top-consuming device to a tailored tip (e.g., reduce oven usage by exploiting residual heat)

- Peak-based recommendations: Scheduling energy-intensive tasks during off-peak hours
- Household context: Apply recommendations specific to tenants or owners (e.g., tenant – lower heating; owner – install solar panels)
- Similar household comparison: If the user consumes >15% above average, a recommendation is added
- Low-effort actions: generic tips like avoiding standby

The detailed report returns up to five actionable tips.

Historical consumption

The historical consumption is implemented by querying the database for a specified period. The current architecture allows the selection of the following time ranges: daily, weekly, monthly and yearly.

Device-level breakdown

The device-level breakdown provides an estimate of the contribution of individual devices to the total electricity consumption. Since the system only has access to aggregated meter readings at 15-minute intervals, exact measurement of individual device consumption is not possible. Therefore, all calculations are estimations based on predefined consumption profiles.

Device consumption profiles: Each device has an associated standard consumption value representing its expected usage. The standard consumptions are based on values from endesa. The latest consumption reading is first retrieved and devices that are not deleted and have a standard consumption below or equal to the latest consumption are marked as active. If the total consumption at the current reading is zero, all devices are assigned zero.

Scaling factor calculation: The standard consumption of all devices marked as active is summed. A scaling factor is calculated as:

$$Factor = \frac{CurrentConsumption}{TotalDeviceConsumption} \quad (5.8)$$

The factor is interpreted as follows:

- $Factor < 1$: devices consume less than their standard estimates
- $Factor = 1$: consumption matches the standard estimates
- $Factor \leq 2$: acceptable variation in device usage
- $Factor > 2$: an additional unknown device is likely active

If the factor is less than or equal to 2, the consumption of all active devices is multiplied by the factor to align with the measured total consumption.

If the factor exceeds 2, active devices retain their standard consumption and the difference between the total device consumption and the measured consumption is assigned to an *UnknownDevice*.

Device breakdown donut: To provide a visual summary, the device breakdown donut represents the estimated consumption of each device to the total electricity consumption. Active devices are scaled according to the calculated factor and the remaining consumption is assigned to the *UnknownDevice*.

5.4.2 User management

This section describes the new features, login and logout, as well as the changed registration flow.

Registration flow

Compared to the previous project, the registration flow for users has been extended to include additional information:

- Users must provide a serial, username and password
- Users are asked to answer if they are owners or tenants of their house or apartment
- Users are asked to add their devices
- Users are asked about their preferences

Username, password and smart meter serial or access code are validated according to defined criteria (e.g., minimum length, inclusion of numbers). At the moment, only the smart meter of Michel, a stakeholder of the project with a smart meter in use to provide data, is available. Therefore, only his smart meter serial number can be used to register as a user. The registration data is saved in the database. It is important to note that the implemented registration component provides no security and merely serves as a demonstrator of the feature. No real password should be used as it is only stored in hexadecimal format in the database. This information is displayed on the registration page.

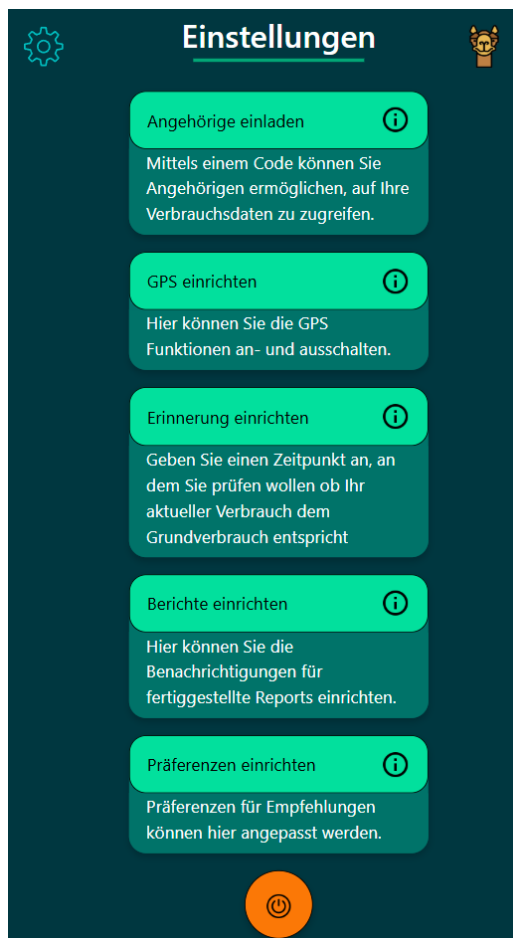


Figure 5.1: Settings page

Login

During the IP5, no login feature was implemented due to time pressure and lack of relevance. In order to make the product marketable and usable, a login feature has now been integrated.

On the landing page (*home*), users can decide whether they want to register or log in as a user or a relative. The login flow includes validation of the provided username and password.

Logout

A logout feature was implemented to allow users to end their session. Due to a lack of space on smartphones, the logout button is located in the settings page, as shown in figure 5.1.

Technically speaking, the logout button in settings merely performs a redirect to the landing page (*home*) and sets the user ID to 0.

5.4.3 Supporting features

Supporting features are auxiliary functionalities that enhance usability and provide feedback to users. This section describes the loading screen, multiple languages, a demo user and data availability.

Loading screen

During data processing, especially for the first time after registration, the system requires a short time period to retrieve all energy consumption data, calculate everything and generate the reports. To ensure a good user experience, a loading screen is displayed while the data is being prepared. Figure 5.2 shows the loading symbol.



Figure 5.2: Loading screen displayed during data preparation

The loading screen provides immediate feedback to users, indicating that the system is still active. The average loading time depends on the user's dataset size.

Multiple languages

The possibility of adding multiple languages was implemented. Currently, only German is implemented, but with small changes, it is possible to enable further languages. The implementation relies on JSON-based language files, where each file contains all visible texts for users for a specific language. The German texts are stored in:

```
smartmeter/frontend/src/i18n/german_text.json
```

During runtime, placeholders in the frontend are replaced with corresponding texts from the JSON file. The chosen implementation uses the libraries *i18next* and *react-i18next*.

Demo user

A demo user represents a controlled user where no value changes over time. The demo mode relies on real historical data, but only from one user. This mode serves as a display of the functionalities of the application.

Data availability

Registered users can connect at any time to the service, even when SmartSpar is down (which happens occasionally) and read their data saved in the database. In this case, the application will show the real historical data of the user up until the last scheduled update, where SmartSpar was online.

6 Results

The following section presents the results of the user study. The analysis is descriptive and reports distributions of demographic variables as well as aggregated responses from the questionnaire before the study, after the study, and the tasks. Given the small sample size, the results are intended to provide exploratory insights rather than statistically generalizable conclusions.

6.1 Demographics

A total of 15 participants completed the user study ($n=15$). All percentages reported in the following sections refer to this sample.

The largest age group was 25–34 years old (47%), followed by 35–44 years (20%), 55–64 years (20%), 18–24 years (7%), and 65 years or older (7%). The majority of participants were from Switzerland (67%) and the others from France (33%). Most participants lived in households with a couple and children (47%), followed by single-person households (20%) and shared apartments (20%). Family households with multiple generations accounted for 13%, while no participants reported living as a couple without children (0%). The majority of participants lived in rented apartments (47%), followed by house owners (27%). Smaller shares lived in owner-occupied apartments (13%) and rented houses (13%).

6.2 Awareness of electricity consumption (URQ1)

This section explores changes in participants' awareness of their energy usage before and after interacting with the application.

6.2.1 Self-assessed awareness (Pre- & Post-questions)

The first Pre-survey question (PreQ1 and PostQ1) measured recognition of which devices use the most electricity. Before using the application, ratings clustered in the middle range, with only 20% strongly agreeing and 33% somewhat agreeing. After the study, strongly agreeing responses increased to 67% as shown in figure 6.1.

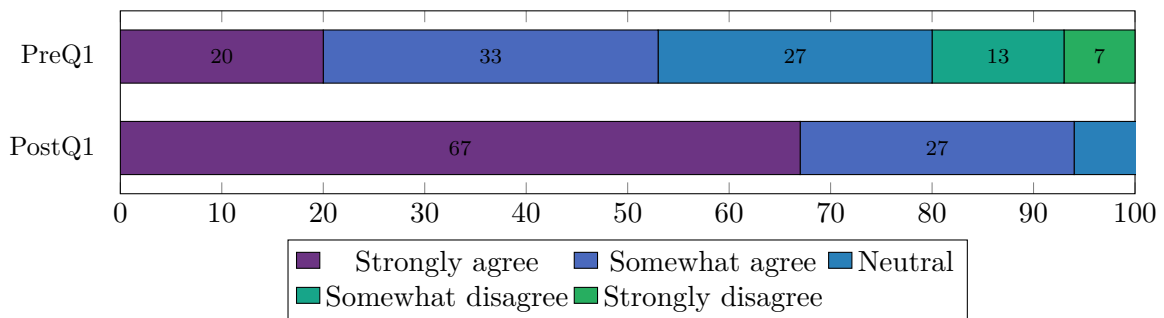


Figure 6.1: Results of PreQ1 & PostQ1

PreQ2 and PostQ2 asked participants whether they knew which specific behaviour changes could reduce their electricity consumption. Figure 6.2 shows the results of this question. For the PreQ2, most of the participants either somewhat agreed (33%) or were neutral (33%). Following the application, a third (33%) of the participants strongly agreed in the PostQ2 and 47% somewhat agreed.

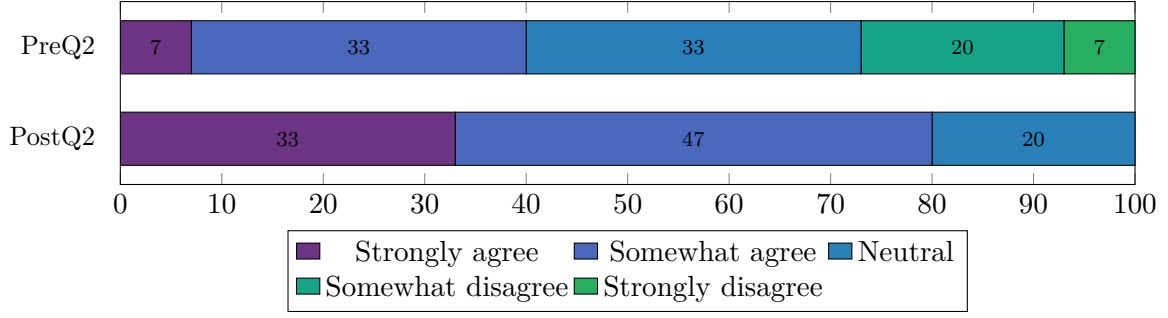


Figure 6.2: Results of PreQ2 & PostQ2

Participants evaluated in PreQ3 and Post3 whether they could estimate which devices caused the highest electricity costs. In the PreQ3 most participants were somewhat agreeing (40%) or neutral (33%) while in the PostQ3 the majority strongly (60%) or somewhat (33%) agreed as shown in 6.3.

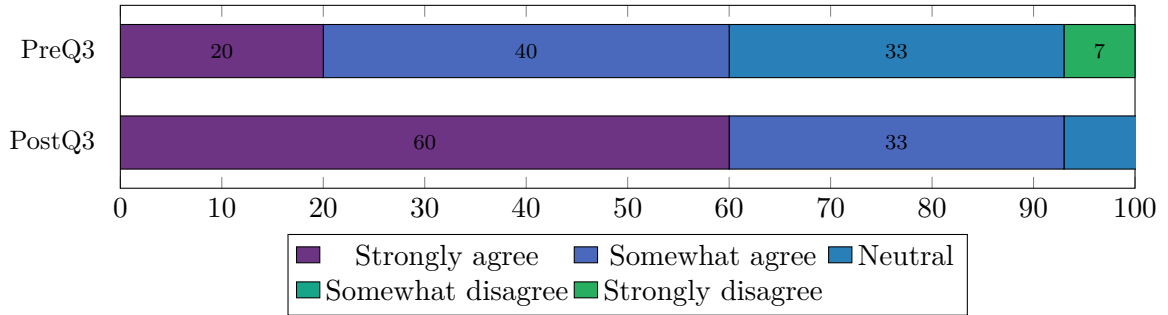


Figure 6.3: Results of PreQ3 & PostQ3

The last awareness question (PreQ4 and PostQ4) asked if participants felt confident in interpreting electricity consumption data correctly. As illustrated in 6.4, 23% of users agreed and 40% somewhat disagreed in PreQ4. Following the study, PostQ4, showed that 33% strongly agreed while 60% somewhat agreed.

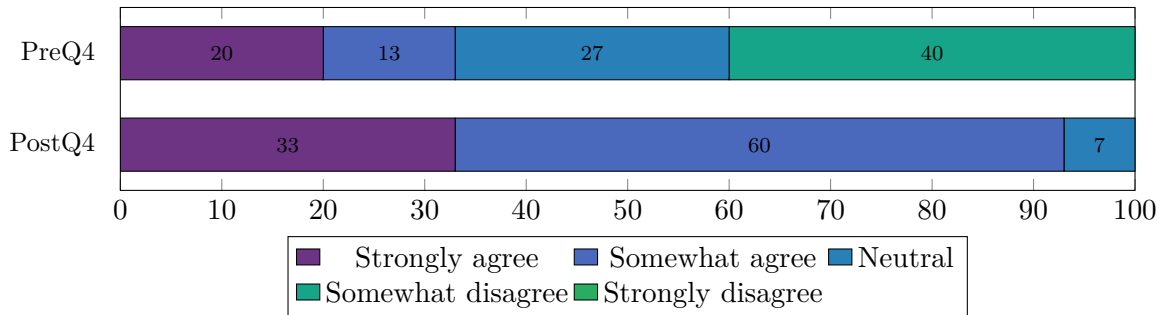


Figure 6.4: Results of PreQ4 & PostQ4

6.2.2 Ranking and confidence

Participants ranked five devices (oven, washing machine, television, laptop and lamp) based on their maximum power consumption in watts (PreQ5 and PostQ5) and their electricity consumption over one month in kWh (PreQ6 and PostQ6). Only rankings in the correct position were counted as correct.

After completing the ranking, participants rated how confident they felt about their answers (PreQ7 and PostQ7). These questions were used to validate whether the change in self-assessed awareness observed in PreQ1–4 and PostQ1–4 reflects participants' actual knowledge.

Ranking: In PreQ5 and PostQ5, participants ranked the five devices according to their monthly energy consumption (watts). Before the study, accuracy was highest for the television (73%) and the oven and washing machine (60%), while the laptop and lamp were correctly ranked by 40% of participants. After it, accuracy decreased for all devices, with the television at 53% and the other devices at 33% as illustrated in figure 6.5

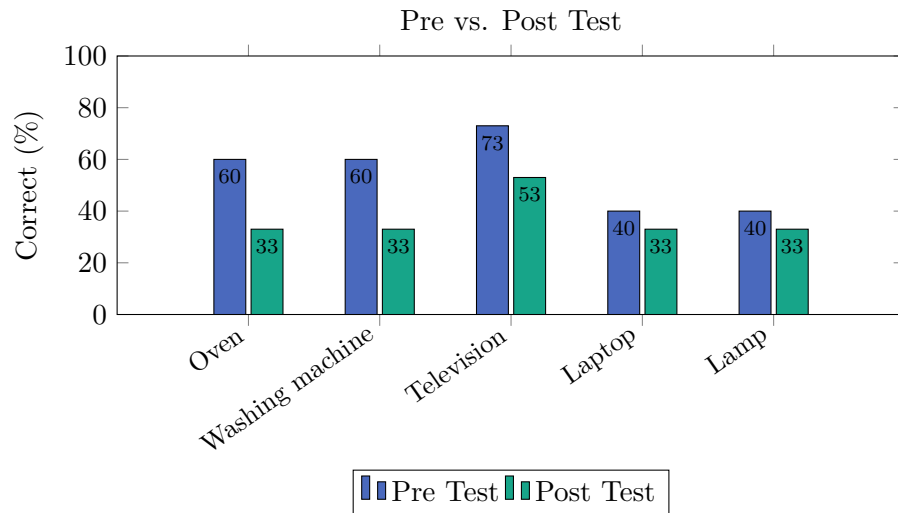


Figure 6.5: Ranking of devices by maximal consumption (PreQ5 & PostQ5)

Participants were asked in PreQ6 and PostQ6 to rank the five devices according to their average monthly electricity consumption (kWh). At first, accuracy was highest for the laptop and lamp (53%) and moderate for the washing machine (47%) and television (33%), while the oven was correctly ranked by 20% of participants. As pictured in 6.6, accuracy increased for all devices after the study, with the washing machine at 93%, the oven at 73%, the television at 53%, the laptop at 53%, and the lamp at 60%.

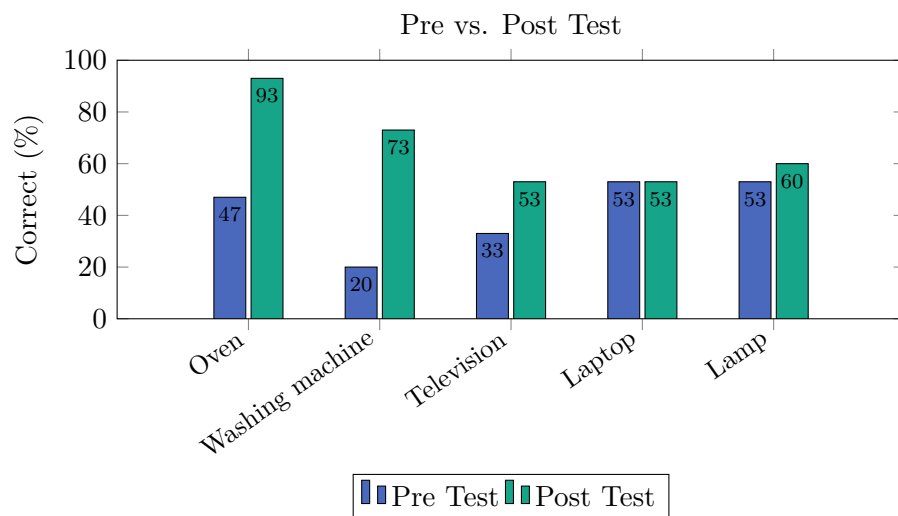


Figure 6.6: Ranking of devices by monthly energy use (PreQ6 & PostQ6)

Confidence: The question PreQ7 and PostQ7 asked participants how confident they were in their previous device rankings. Prior to the study, most participants rated their confidence in the middle ranges, with 33% at 41–60% and 27% at 81–100%. For PostQ7, confidence increased, with 47% of participants rating themselves at 61–80% and 27% at 81–100%. (see also 6.7).

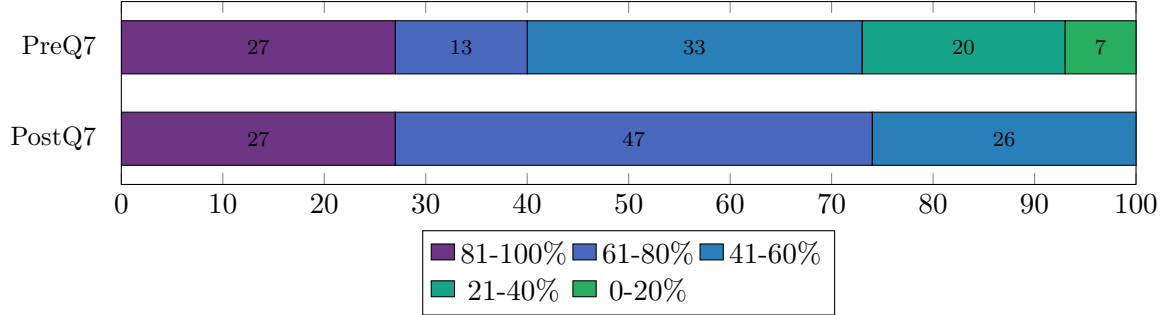


Figure 6.7: Results of PreQ7 & PostQ7

6.3 Identifying consumption patterns and saving measures (URQ2)

In this section, participants' performance in the tasks and their evaluation of the features are summarized.

6.3.1 Task performance (Baseline vs. prototype)

Participants completed a series of tasks to evaluate how well they could identify energy consumption patterns and effective cost-saving measures. Each task was performed in two conditions: a baseline version of the application and the developed prototype.

For the first task, participants were asked to estimate which device was currently using the most electricity. In the baseline version, 27% of participants correctly identified the washing machine while 60% selected "I don't know". After using the prototype, all participants (100%) correctly identified the washing machine as the device with the highest current consumption (see figure 6.8).

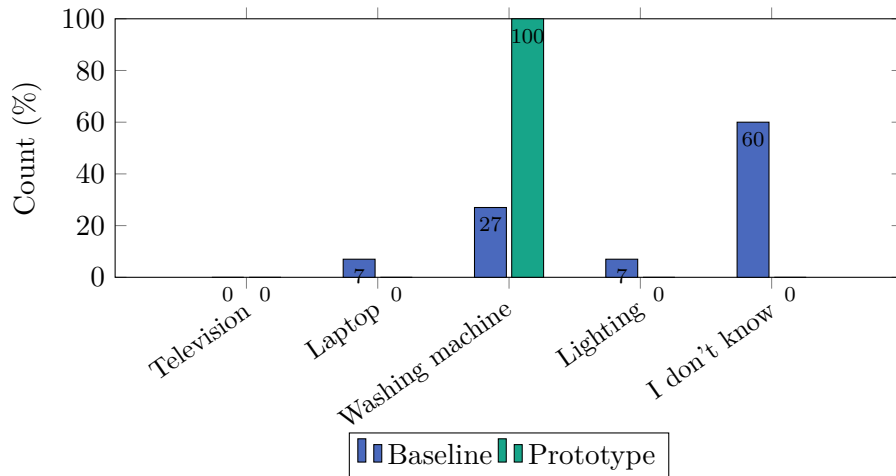


Figure 6.8: Task 1: Identification of the device with the highest current power consumption

The second task asked participants to estimate which device consumed the most electricity in January and caused the highest costs. As illustrated in figure 6.9, 40% of participants correctly selected the washing machine, while 33% responded "I don't know" in the baseline version. In the prototype version, all participants (100%) correctly identified the washing machine as the device that causes the highest costs.

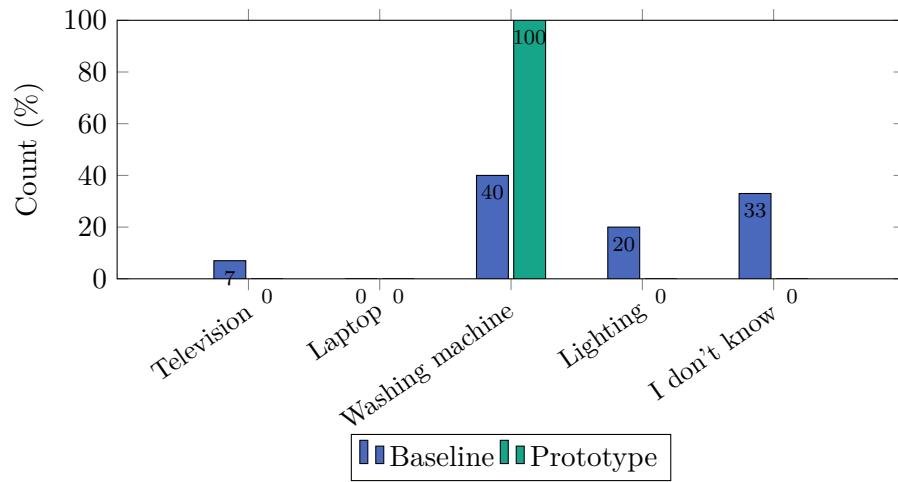


Figure 6.9: Task 2: Identification of the device with the highest power consumption

Participants were requested in task three to choose exactly two measures that would most effectively reduce electricity costs. 47% correctly selected optimizing heating times and 40% also correctly selected using devices in off-peak hours, while many participants chose less effective measures or the option "I don't know" (see figure 6.10). All participants (100%) correctly selected both recommended measures while using the prototype version.

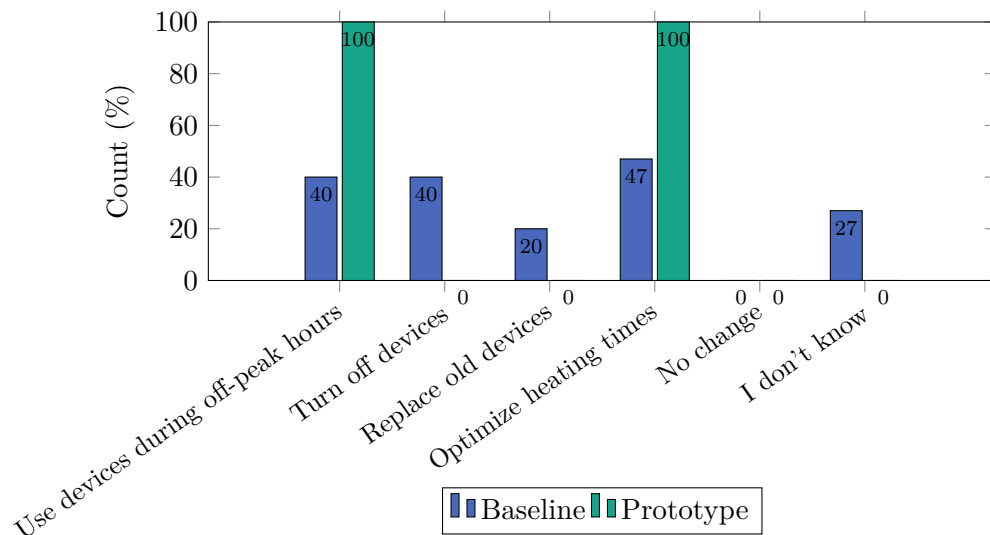


Figure 6.10: Task 3: Identifying the most effective cost saving measures

The last task (task 4) asked participants to identify the time of day with the highest electricity consumption in January. While 40% correctly choose the evening and 47% responded with "I don't know" during the baseline, 87% selected the evening, with an additional 13% selecting the night in the prototype version (see figure 6.11).

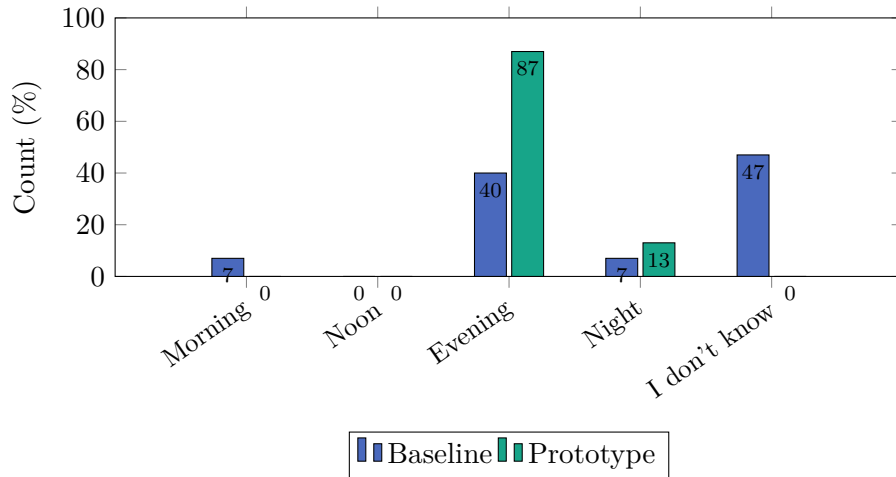


Figure 6.11: Task 4: Identifying the daytime (Peak) of the highest electricity consumption in January

6.3.2 Feature evaluation

PostQ8–PostQ10 requested participants to evaluate how helpful different feedback elements were in understanding their household energy use.

Identifying the main energy consumers: PostQ8 focused on whether the device-level breakdown made it easier to spot the biggest energy users at home. Most participants found it very helpful, with 80% strongly agreeing and 20% agreeing.

Indications about unusual energy usage: Another question (PostQ9) asked if indications about unusual energy usage improved their understanding of consumption patterns. Responses were more mixed: 27% strongly agreed, 20% agreed, 33% were neutral and 20% disagreed or strongly disagreed.

Reception of recommended actions: The last question, PostQ10, requested participants to answer whether the recommended actions helped them recognize meaningful energy-saving measures. Nearly all participants found them useful, with 40% strongly agreeing and 47% agreeing and only 13% giving a neutral rating.

6.4 Usefulness and motivation (URQ3)

This section reports participants' intentions, motivational factors and their perceived value.

6.4.1 Behavioural intentions

Using the information and recommendations they were given, participants described their intentions to implement energy-saving measures based on the information and recommendations provided, we were.

53% strongly agreed and 40% agreed that they would implement at least one measure, 7% remained neutral (PostQ11). In PostQ12, a majority indicated willingness to adjust their behaviour (67% agreed, 27% strongly agreed and 7% neutral). For operating a device during cheaper periods, responses were somewhat mixed, with 40% strongly agreeing, 27% agreeing and 33% neutral (PostQ13). PostQ14 asked if they would use this application regularly. Most participants were positive, with 33% strongly agreeing and 60% agreeing and only 7% neutral.

Nearly half (47%) planned to adjust their heating times and using the dishwasher in off-peak hours at the same time. Adjusting evening heating alone was selected by 27%, using the dishwasher in off-peak hours alone by 20% and only 7% indicated they would not implement any recommendation.

6.4.2 Motivational factors

Participants were requested to answer what factors are motivating or hindering their energy-related behaviours.

Financial saving reasons had mixed responses: 20% strongly agreed, 20% agreed, 27% were neutral, 20% disagreed and 13% strongly disagreed that financial savings are an important incentive for their energy behaviour (PostQ16). 53% strongly agreed and 47% agreed, that environmental concerns influenced their behaviour (PostQ17). PostQ18 asked about comfort limitations. Responses were varied, with 27% strongly agreeing, 14% agreeing, 53% neutral, 7% disagreeing and 0% strongly disagreeing. 53% strongly agreed, 33% agreed and 13% were neutral, that complex measures reduced their likelihood to change their behaviour (PostQ19).

6.4.3 System fit and perceived value

The alignment of the information with personal preferences (e.g., cost, environment, comfort) was generally rated positively: 53% agreed and 13% strongly agreed, while 33% were neutral. Perceived value of the application was high: 67%, strongly agreed, 27% agreed and 7% were neutral.

Finding: The user study indicated that the prototype enhanced participants' awareness, confidence and ability to identify key energy consumption patterns. The study found that there was an increase in both self-reported knowledge and ranking accuracy for devices, with the majority of participants finding the application valuable and aligned with their priorities. The empirical evidence demonstrated that the prototype facilitated accurate identification of high-consumption devices and the implementation of effective cost-saving measures.

7 Discussion

This chapter discusses the findings from the literature review, survey and user study in relation to the research questions. The study aimed to investigate how energy monitoring systems can increase users' awareness of their electricity consumption and how these systems can encourage behavioural change through contextualised information and recommendations. The discussion, therefore, examines how the results obtained from the different research methods contribute to addressing the research questions and to understand the overall impact of energy monitoring systems on user awareness and behaviour.

7.1 Key findings

The results of this study indicate that in order to improve the user's awareness of their electricity consumption, a combination of feedback, contextual information and simple, personalised and actionable recommendations is necessary.

The literature review identified several mechanisms that support awareness and behavioural change, including consumption visualisations, device-level feedback, comparative information, historical comparisons and personalised recommendations.

Survey results show that many participants report high awareness but struggle to interpret consumption data. Many respondents indicated that clearer insights into their consumption would increase their willingness to adjust their behaviour. In particular, participants highlighted device-level insights, personalised recommendations and contextualised consumption data, cost information, environmental impact indicators and comparisons with other households are helpful features.

Based on these insights, the prototype implemented several features designed to improve transparency and contextualise energy use. These include device-level insights, consumption reports comparing current usage with previous periods and other households, as well as information about CO₂ emissions, costs and personalised energy-saving recommendations.

The results of the user study indicate that these features helped participants to identify high-consumption devices, recognise peak usage periods and select effective energy-saving measures.

7.2 Awareness of electricity consumption (RQ1)

The first research question assessed how energy monitoring systems can improve a user's awareness of their electricity consumption.

The literature review shows that effective energy feedback should provide clear visualisations, comparisons over time, device-level insights, contextualisation with environmental impact and cost to make consumption patterns are more understandable.

The survey results supported these findings, with a significant proportion of participants indicating that they would find device-level breakdowns and clearer explanations of consumption helpful for understanding their electricity consumption.

The user study showed that providing contextualised information improved awareness. During the user study with the baseline application, many participants were not able to correctly identify the devices responsible for the highest electricity consumption and cost. They could also not determine when peak usage occurred.

After interacting with the prototype, participants were able to answer these questions significantly more accurately.

After the test, the accuracy of confidence and interpretation of electricity consumption data questions had increased.

However, the results for the ranking of devices based on their maximum power consumption (in watts) showed a different pattern. After interacting with the prototype, the accuracy of the watt-based ranking question decreased. One possible explanation is that the prototype mainly highlights energy consumption over time (kWh) and cost-related insights rather than immediate power values. As a result, participants may have focused more on understanding which devices consume the most energy overall and not the peak power ratings. This suggests that users may interpret electricity consumption more intuitively through consumption over time and costs rather than through technical metrics such as watts.

The findings indicate that contextualised visualisation of energy data, explanation of this data and device-level feedback largely improve awareness of energy consumption.

Features of the prototype, such as reports and device-level insights, increased the awareness of the participants. This suggests that energy monitoring systems should not only focus on presenting data but also on explaining the causes of consumption and putting them into an understandable context.

7.3 Supporting behaviour change (RQ2)

The second research question investigated how monitoring systems can encourage behavioural change through information and recommendations.

The literature review suggests that awareness alone does not lead to behavioural change. Users also need simple and personalised recommendations that translate information into executable action. It is more likely for systems that use adaptive feedback, goal-setting, or motivational reinforcement to lead to long-term behavioural change.

Survey participants wanted personalised recommendations that provide concrete advice on reducing electricity consumption, cost and minimizing environmental (CO₂) impact. Gamification was not regarded by the participants as a motivator for behavioural change.

User testing results indicate that these recommendations were generally well received. Nearly all participants found the recommendations helpful. They were able to identify suggestions for energy and cost savings in the prototype. Most participants also reported that they would consider implementing at least one recommendation if it did not significantly reduce their comfort.

These findings suggest that personalised recommendations help people move from awareness to taking concrete action. Consumption data alone might be difficult to interpret. Therefore, simple and personalised recommendations make it easier for users to identify actions to reduce energy consumption.

7.4 Influence of personal motivations (RQ3)

The third research question examined how personal motivations influence energy-related behaviour.

The literature review identified several factors affecting energy-saving behaviour, including environmental concerns, financial incentives, comfort considerations and complexity. The review indicates that effective feedback needs to align with users' preferences.

A significant number of survey participants cited environmental concerns as a primary motivator. Financial savings were also considered important, but only to a moderate extent. Complex and inconvenient measures seemed to discourage many users from changing their energy behaviour patterns. One possible explanation is that the financial benefits of reducing electricity consumption in households are often relatively small, particularly in regions with comparatively moderate electricity prices. As a result, environmental motivations may become more salient than purely financial incentives. Another explanation may be that environmental responsibility is increasingly integrated into everyday decision-making and preferences.

The findings from the user study align mostly with the findings from the literature review and the survey results. Participants had mostly environmental concerns, while financial incentives were mixed. Furthermore, participants generally responded positively to recommendations that were easy to understand and did not require significant behaviour or lifestyle changes. This indicates that the system needs to align with personal preferences whilst being simple and actionable in order to support behavioural change.

These results highlight the importance of aligning the system's energy feedback with the user's motivation and preferences. Personalised feedback and simple measures to reduce energy seemed most efficient in encouraging behavioural change.

7.5 Methodological reflection and limitations

Several limitations should be considered when interpreting the results of this study.

The number of participants in both the survey ($n = 50$) and the user study ($n = 15$) was relatively low. The findings provided useful insights into the participants' perception and behaviour, but a larger and more diverse sample would be necessary to draw more general conclusions.

Some prototype features relied on simulated data because real consumption data was not available at the time of the study. For example, the device-level breakdown was based on estimated consumption values rather than direct appliance measurements.

To obtain accurate data at the device-level, it would be necessary for each device or outlet to be monitored individually, rather than just the smart meter for the entire household. Because the prototype had access to one smart meter, the comparison with other households relied on simulated values to illustrate how comparative feedback could be presented.

The accuracy of ranking devices by their maximal instantaneous consumption decreased after interacting with the prototype. This appears to result from a limitation in the test scenario: the prototype displayed only active devices in the device consumption donut, without showing a complete ranking for the test question.

For example, the oven, previously ranked highest, was off during the test, while the washing machine appeared as the highest consumer. Other devices from the original ranking were also not shown, which likely affected participants responses.

Finally, the user study evaluated participants' interactions with the prototype within a limited testing scenario. Long-term studies would be necessary to assess whether the implemented features and notifications actually lead to sustained behavioural change. Furthermore, the user study focused mainly on the system's main features. The additional features would also need to be tested more extensively.

8 Conclusion

This thesis assessed how energy monitoring systems can improve the awareness of a user's household electricity consumption and cause behavioural change through personalised and contextualised recommendations. Users' needs as well as UI interventions were identified based on a literature review and a survey. These insights were used to design a prototype, which was later evaluated through a user study.

The results show that the implemented features can improve the interpretability of electricity consumption data. Device-level breakdown, reports and personalised recommendations helped the participants to better understand how different activities contribute to their overall electricity consumption. The participants were able to identify high-consumption devices and effective energy-saving measures more accurately with the prototype than with the baseline application. These results suggest that the combination of contextualised feedback and simple, personalised recommendations helps users to understand their energy consumption and identify actions.

The results from the literature review, survey and user study show that monitoring systems can increase awareness when consumption data is presented in a clear and relatable way. In addition, the findings indicate that personalised recommendations, based on individual consumption patterns and user preferences, can help users turn awareness into actual changes in their behaviour.

Within the scope of this work, several innovative features were implemented. The application combines multiple intervention mechanisms identified in the literature, such as consumption feedback, device-level breakdown, historical comparisons, reports and actionable recommendations, within a single coherent system. Furthermore, the concept of *Kumba Wrapped*, which summarises household consumption patterns in a modern and engaging format, represents an additional novel design concept inspired by modern data summaries intended to increase user engagement with energy data.

Despite these positive results, there are several limitations that remain. Features such as device-level consumption and the comparison to other similar households rely on simulated data. Additionally, the survey and user study were carried out with a limited number of participants within a controlled test scenario. A long-term study would be necessary to determine whether behavioural changes are merely temporary or result in a lasting impact.

Future work could focus on improving data accuracy through access to data from multiple, diverse households and up-to-date location-specific energy prices or CO₂, depending on the electricity company. In addition, more personalised recommendations could be explored and implemented to help users adapt consumption behaviours. It would be imperative to integrate real security for registration and user management. The multiple language feature could also be expanded in order to make the app more accessible.

Overall, this thesis shows how energy monitoring systems can support users in interpreting electricity consumption data, increasing awareness and changing their electricity consumption behaviour. Combining contextualised consumption feedback with simple, personalised and actionable recommendations could help people understand energy data better and encourage them to change their behaviour. The prototype demonstrates how these ideas could be put into practice, providing a foundation for further research and development.

Bibliography

- [1] Eurostat. *Shedding light on energy in Europe – 2025 edition*. 2025. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/energy-2025>.
- [2] IoT M2M Council. *Smart electricity meter penetration in Europe hits 60%*. 2024. Available: <https://iotm2mcouncil.org/iot-library/news/smart-energy-news/smart-electricity-meter-penetration-in-europe-hits-60/>.
- [3] L. Berntzen, I. Claudiu, and M. R. Johannessen. “Creating Renewable Energy and Energy Efficiency Awareness A Case Study on a Public Energy Awareness Campaign”. In: *ICDS 2024 : The Eighteenth International Conference on Digital Society*. 2024. Available: <https://www.researchgate.net/publication/390679346> (visited on 2025-11-02).
- [4] S. Rajabpour Sanati et al. “Comparing the BAENERGY Mobile App, Iran’s Experience with Using Gamification in the Power Grid, with Similar Global Apps”. In: *International Journal of Research and Technology in Electrical Industry* 3 (2024), pp. 410–424. DOI: 10.48308/ijrtei.2024.237438.1061. Available: https://ijrtei.sbu.ac.ir/article_105204_bbd854cc97c18a52023ef657104dfd4f.pdf (visited on 2025-11-02).
- [5] T. Vilarinho et al. “Combining Persuasive Computing and User Centered Design into an Energy Awareness System for Smart Houses”. In: *2016 12th International Conference on Intelligent Environments (IE)*. 2016, pp. 32–39. DOI: 10.1109/IE.2016.14. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7723467> (visited on 2025-11-02).
- [6] B. Huma and J. Joyce. “‘One size doesn’t fit all’: Lessons from interaction analysis on tailoring Open Science practices to qualitative research”. In: *British Journal of Social Psychology* 62 (2022), pp. 1590–1604. DOI: 10.1111/bjso.12568. Available: <https://www.researchgate.net/publication/362646821> (visited on 2025-11-02).
- [7] Á. Fűrész, A. Szeberényi, and M. I. Kovács. “The Evolution of Energy Awareness in Hungary: Examining Consumer Awareness, Attitudes and Individual Responsibility in the Context of the Energy Crisis”. In: *9th FEB International Scientific Conference*. 2025, pp. 199–208. DOI: 10.18690/um.epf.5.2025.19. Available: <https://www.researchgate.net/publication/391703237> (visited on 2025-11-02).
- [8] M. Awdziej et al. “Energy Efficiency Starts in the Mind: How Green Values and Awareness Drive Citizens’ Energy Transformation”. In: *Energies* 18.16 (2025). DOI: 10.3390/en18164331. Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/16/4331> (visited on 2025-11-02).
- [9] C. Fischer. “Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?” In: *Energy Efficiency* 1 (2008), pp. 79–104. DOI: 10.1007/s12053-008-9009-7. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-008-9009-7> (visited on 2025-11-02).
- [10] D. Geelen et al. “The use of apps to promote energy saving: a study of smart meter-related feedback in the Netherlands”. In: *Energy Efficiency* 12 (2019), pp. 1635–1660. DOI: 10.1007/s12053-019-09777-z. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-019-09777-z> (visited on 2025-11-02).
- [11] O. Iweka et al. “Energy and behaviour at home: A review of intervention methods and practices”. In: *Energy Research & Social Science* 57 (2019), p. 101238. DOI: 10.1016/j.erss.2019.101238. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629619302853> (visited on 2025-11-02).

- [12] Z. Guo et al. “Residential electricity consumption behavior: Influencing factors, related theories and intervention strategies”. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81 (2018), pp. 399–412. DOI: 10.1016/j.rser.2017.07.046. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117311164> (visited on 2025-11-02).
- [13] A. Irizar-Arrieta et al. “Addressing Behavioural Technologies Through the Human Factor: A Review”. In: *IEEE Access* 8 (2020), pp. 52306–52322. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2980785. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9035412> (visited on 2025-11-02).
- [14] B. J. Fogg. *Fogg behavior model*. 2025. Available: <https://www.behaviormodel.org/>.
- [15] W. Abrahamse et al. “A review of intervention studies aimed at household energy conservation”. In: *Journal of Environmental Psychology* 25.3 (2005), pp. 273–291. DOI: 10.1016/j.jenvp.2005.08.002. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S027249440500054X> (visited on 2025-11-02).
- [16] T. Rist and M. Masoodian. “Promoting Sustainable Energy Consumption Behavior through Interactive Data Visualizations”. In: *Multimodal Technologies and Interaction* 3.3 (2019). DOI: 10.3390/mti3030056. Available: <https://www.mdpi.com/2414-4088/3/3/56> (visited on 2025-11-02).
- [17] K. Koroleva et al. “Designing an integrated socio-technical behaviour change system for energy saving”. In: *Energy Inform* 2.Suppl 1 (2019). DOI: 10.1186/s42162-019-0088-9. Available: <https://link.springer.com/article/10.1186/s42162-019-0088-9> (visited on 2025-11-02).
- [18] H. Huynh Chi. “An effective approach using Eco-feedback to motivate energy conservation behaviors”. In: *2014 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*. 2014, pp. 602–606. DOI: 10.1109/CTS.2014.6867632. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6867632> (visited on 2025-11-02).
- [19] R. J. Hafner et al. “Energy use in social housing residents in the UK and recommendations for developing energy behaviour change interventions”. In: *Journal of Cleaner Production* 251 (2020), p. 119643. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119643. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619345135> (visited on 2025-11-02).
- [20] G. Wilson, D. Lilley, and T. Bhamra. “Design feedback interventions for household energy consumption reduction”. In: *16th Conference of the European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (ERSCP) & 7th Conference of the Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU) (ERSCP-EMSU 2013)*. 2013. Available: https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference_contribution/Design_feedback_interventions_for_household_energy_consumption_reduction/9340133?file=16948814 (visited on 2025-11-02).
- [21] M. Nardello. “Raise Energy Awareness to Drive a Sustainable Energy Transition in Household”. In: *Workshop presentation, Smart Cities Trento*. 2019. Available: https://event.unitn.it/smartcities-trento/TrentoWP_Matteo_Nardello_2.pdf (visited on 2025-11-02).
- [22] M. Avila et al. “Energy Management System Based on a Gamified Application for Households”. In: *Energies* 14.12 (2021), p. 3445. DOI: 10.3390/en14123445. Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/12/3445> (visited on 2025-11-02).

- [23] T. Tang and T. Bhamra. “Changing energy consumption behaviour through sustainable product design”. In: *INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2008*. 2008. Available: <https://www.researchgate.net/publication/277254726> (visited on 2025-11-02).
- [24] K. S. Nielsen, S. van der Linden, and P. C. Stern. “How Behavioral Interventions Can Reduce the Climate Impact of Energy Use”. In: *Joule* 4 (2020), pp. 1613–1616. DOI: 10.1016/j.joule.2020.07.012. Available: <https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351%2820%2930326-3> (visited on 2025-11-02).
- [25] A. Podgornik, B. Sucic, and B. Blazic. “Effects of customized consumption feedback on energy efficient behaviour in low-income households”. In: *Journal of Cleaner Production* 130 (2016), pp. 25–34. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.02.009. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616001542> (visited on 2025-11-02).
- [26] B. Kitchenham and S. Pfleeger. “Principles of survey research part 6: data analysis”. In: *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes* 28 (2003), pp. 24–27. DOI: 10.1145/638750.638758. Available: https://www.researchgate.net/publication/220631327_Principles_of_survey_research_part_6_Data_analysis.
- [27] D. Biduski et al. “Assessing long-term user experience on a mobile health application through an in-app embedded conversation-based questionnaire”. In: *Computers in Human Behavior* 104 (2020), p. 106169. DOI: 10.1016/j.chb.2019.106169. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563219303814>.
- [28] A. Tkalic et al. “User feedback in continuous software engineering: revealing the state-of-practice”. In: *Empirical Software Engineering* 30 (2025), p. 79. DOI: 10.1007/s10664-024-10557-2. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10664-024-10557-2>.
- [29] X.-J. Chang et al. “Not merely deemed as distraction: investigating smartphone users’ motivations for notification-interaction”. In: *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2023. DOI: 10.1145/3544548.3581146. Available: <https://dl.acm.org/doi/full/10.1145/3544548.3581146>.
- [30] G. Wong-Parodi et al. “Encouraging energy conservation at work: A field study testing social norm feedback and awareness of monitoring”. In: *Energy Policy* 130 (2019), pp. 197–205. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.03.028. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519301922> (visited on 2025-11-02).
- [31] C. Zhang, K. Qu, and Z. Li. “Reducing household electricity use through smart meters: The role of improved consumer energy awareness”. In: *Energy and Buildings* 347 (2025), p. 116318. DOI: 10.1016/j.enbuild.2025.116318. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778825010485> (visited on 2025-11-02).
- [32] N. Mogles et al. “A computational model for designing energy behaviour change interventions”. In: *User Modeling and User-Adapted Interaction* 28 (2018), pp. 1–34. DOI: 10.1007/s11257-017-9199-9. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11257-017-9199-9> (visited on 2025-11-02).
- [33] D. Wemyss et al. “Does it last? Long-term impacts of an app-based behavior change intervention on household electricity savings in Switzerland”. In: *Energy Research & Social Science* 47 (2019), pp. 16–27. DOI: 10.1016/j.erss.2018.08.018. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629618302482> (visited on 2025-11-02).

- [34] A. P. Ramallo-González et al. “Reducing Energy Consumption in the Workplace via IoT-Allowed Behavioural Change Interventions”. In: *Buildings* 12.6 (2022). DOI: 10.3390/buildings12060708. Available: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/6/708> (visited on 2025-11-02).
- [35] H. Haller et al. “Energy consumption in smarthome: Persuasive interaction respecting user’s values”. In: *2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. Vol. 2. 2017, pp. 804–809. DOI: 10.1109/IDAACS.2017.8095199. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8095199> (visited on 2025-11-02).

Glossary

Term / Word	Description
CEA	Consumer Energy Awareness
FBM	Fogg’s Behaviour Model
GCV	Green Consumer Values
KES	Knowledge of Energy Saving
kWh	Kilowatt-hour
LRQs	Literature research questions
PostQ	Post-survey question
PreQ	Pre-survey question
SCRUM	Scrum is an agile team collaboration framework commonly used in software development and other industries. Scrum prescribes for teams to break work into goals to be completed within time-boxed iterations, called sprints.
SRQs	Survey research questions
Stand-ups	Stand-ups are brief meetings held to update teams on project progress and identify blockers.
UI interventions	User interface intervention
URQs	User study research questions
VBN	Value Belief Norm

Declaration of authenticity

I hereby declare that any individual/pair/team- work submitted for assessment is entirely the product of my own/my own & my partner's/my own & my team's effort

- that I/we have correctly cited all text passages that do not originate from me, in accordance with standard academic citation rules (e.g. APA or IEEE), and that I have clearly mentioned all sources used;
- that I/we have declared in footnotes or in an "Index of auxiliary tools" all aids used (AI assistance systems such as chatbots [e.g., ChatGPT], translation [e.g., DeepL] paraphrasing [e.g., Quill-bot]) or programming applications [e.g., Github Copilot] and indicated their use at the corresponding text passages;
- that I/we have acquired all intangible rights to any materials I may have used, such as images or graphics, or that these materials were created by me;
- that the topic, the thesis or parts of it have not been used in an assessment of another module, unless this has been expressly agreed with the lecturer in advance and is stated as such;
- that I am aware that my work may be checked for plagiarism and for third-party authorship of human or technical origin (artificial intelligence);
- that I am aware that the FHNW School of Engineering and Environment (FHNW School of Com-puter Science) will pursue a violation of this declaration of authenticity and that disciplinary consequences (reprimand or expulsion from the study program) may result from this.

Windisch, 19 March 2026

Name: Francine Schwarb

Unterschrift:



Name: Raphael Kumbartzki

Unterschrift:



Resources	Use	Relevant parts
DeepL	Translate of various sections of text	Chapter 1, Chapter 2 Section 1, Chapter 4, Section 1 and 2
Grammarly	Checking grammar and spelling of text	Chapter 1 – Chapter 8
ChatGPT	Inspiration for structuring chapters	Chapter 2, Chapter 3

Table 8.2: List of resources

Appendix

A Task agreement

Windisch, 15.10.25

Informationen zum Projektablauf & Projektvereinbarung IP6, Smart Meter-App: Alltagshilfe für ältere Menschen

Betreuer: Norbert Seyff
Nitish Patkar

Auftraggeber: Norbert Seyff
Nitish Patkar

Projektdauer: 15.09.2025 bis 20.03.2026

Revisionen

Version	Datum	Änderungen
2	10.10.2025	Zweiter Entwurf der Aufgabenvereinbarung. Ausgangslage und Projektvision überarbeitet und mittels bullet-points strukturiert. Fragestellungen überarbeitet. SMS und SLR aus den Methodiken entfernt. Zeitplan leicht angepasst aufgrund des frühzeitigen Refactorings. Risikoanalyse angepasst
1	26.09.2025	Erster Entwurf der Aufgabenvereinbarung

Aufgabenstellung

1. Einarbeitung

1.1 Erwartungen zum Projektablauf

Termine

Fixieren Sie Termine frühzeitig, d.h. Reviews mit dem Kunden und ca. alle 2-3 Wochen einen Besprechungstermin mit Ihren Betreuern. Klären Sie allfällige Abwesenheiten gleich zum Projektstart.

Meetings

Meetings sind grundsätzlich dazu vorgesehen, den aktuellen Projektstand zu besprechen, Fragen zu klären, Ideen zu diskutieren und die nächsten Schritte zu planen. Senden Sie vorgehend eine Traktandenliste sowie alle weiteren nötigen Unterlagen an die Betreuer. Erläutern Sie zu Beginn jedes Projektmeetings den aktuellen Projektstand, die Fortschritte und Probleme sowie die geplanten Schritte. Sie können die Meetings nach Absprache und bei Bedarf auch für spezifische Fragestellungen nutzen (z.B. Micro-Teaching, Brainstorming, Präsentation von Ergebnissen oder Mentoring). Kommen Sie jedoch mit möglichst konkreten Fragestellungen an eine Besprechung. Bitte halten Sie die besprochenen Inhalte und Entscheide zeitnah protokollarisch fest.

1.2 Vorgaben für die Vereinbarung

Als erste Aufgabe in Ihrer Arbeit müssen Sie diese Vereinbarung (vgl. Punkt 3) vervollständigen. Eine erste Version ist bis ca. 2-4 Wochen (BB 4-6 Wochen) nach dem Kickoff zu erstellen. Bei Projekten die technische Analyse benötigen, kann es sinnvoll sein eine erste Implementationsiteration vor der Abgabe der Projektvereinbarung durchzuführen. Bitte füllen Sie folgende Punkte aus:

Ausgangslage

Formulieren Sie das Projekt und die Ausgangslage in eigenen Worten.

Projektvision

Beschreiben Sie, welche Ziele und Resultate mit dem Projekt erreicht werden sollen. Die Vision dient der Ableitung von Qualitätskriterien.

Projektspezifische Fragestellungen

Formulieren Sie zusätzlich zu den allgemeinen Fragestellungen 2-3 projektspezifische Fragestellungen. Diese dienen Ihnen als Basis für eine wissenschaftlich strukturierte Recherche und die Ableitung geeigneter Lösungsansätze.

Beispiele von Fragestellungen und Lösungsansätzen:

- Mit welchen Ansätzen erreichen Sie die definierte Zielgruppe?
Lösungsansatz: Entwicklung von Konzepten für nutzerzentrierte Ansätze und Umsetzung des User Interface der Applikation, z.B. in Form von Storyboards mit einer durchgehenden User Story oder GUI-Prototypen.
- Mit welchem technischen Konzept erreichen Sie die gewünschte Lösung?
Lösungsansatz: Technologie-Evaluation, Entwicklung technisches Lösungskonzept (PoC), Definition von Subsystemzerlegung, Architekturstil und Technologien.
- Welche Interaktionskonzepte, Interfacegestaltungen und Bildsprachen eignen sich für Ihren Ansatz?
Lösungsansatz: Entwicklung von Interaktionskonzepten und graphisch sorgfältig gestalteter, klar strukturierter Bildsprache für das Interface Design, welche den Anforderungen an eine innovative User Experience gerecht werden.
- Mit welcher technischen Umsetzung erfüllen Sie die Anforderungen an Funktionalität, Benutzbarkeit, Zuverlässigkeit, Effizienz und Wartbarkeit?
Lösungsansatz: Implementation einer lauffähigen Applikation für ein zuvor evaluiertes Setup und definierte Nutzungsszenarien basierend auf geeigneten Technologien und Frameworks

- Für die erfolgreiche Einführung der Software sind die Korrektheit, die Benutzbarkeit und die Zuverlässigkeit zentral. Wie können Sie diese sicherstellen und testen?
Lösungsansatz: Eingehendes Testing von Korrektheit, Benutzbarkeit und Zuverlässigkeit, Dokumentation von Testresultaten, Demonstration der Erfüllung der Anforderungen mittels Live-Test.

Methodik

Beschreiben Sie, wie die Ziele erreicht werden. Welche Methodiken setzen Sie dafür ein (z.B. Scrum, Agile, wissenschaftliches Vorgehen, etc.).

Planung

Erstellen Sie eine initiale Projektplanung. Definieren Sie Arbeitspakete sowie deren Deliverables.

Risiko Assessment

Identifizieren und bewerten Sie Risiken innerhalb des Projektes und entwickeln Sie Strategien, wie Sie mit diesen umgehen.

2. Dokumentation

2.1 Schriftliche Dokumentation (Thesis Rapport)

Dokumentieren Sie schriftlich und elektronisch Ihre Vorgehensweise, den theoretischen Hintergrund, die Anwendung von Methoden und Konzepten, die Implementierungen und Testresultate. Überprüfen Sie auch den geplanten mit dem tatsächlichen Zeitplan, die Zielerreichung und reflektieren Sie Erfahrungen.

Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie persönliche Kommentare von Fakten strikte trennen. **Der Hauptteil der Dokumentation ist vollständig faktenbasiert.** Das bedeutet, dass keine Sätze der Art „Dann hatten wir das Problem x und versuchten es mit y zu lösen.“ auftreten dürfen. Falls ein solches Problem x aber wirklich existiert und nicht nur Sie damit nicht gleich zu Rande kamen, dann sollen Sie schreiben: „Tests z haben klar gezeigt, dass ein Problem x besteht. Mögliche Ansätze, um das Problem x zu lösen, sind a, b und c. Wir haben uns aus den Gründen e und f für Variante c entschieden.“ Erst in einem Extraabschnitt können Sie Ihre persönlichen Eindrücke, Erlebnisse, Probleme und dergleichen formulieren.

Wichtig ist auch, dass eine gute Dokumentation auch noch nach vielen Jahren gelesen werden können muss und dass sie dem Leser ein gut abgerundetes Bild vermittelt, auch dann, wenn er nicht direkt an der Arbeit beteiligt war. Bitte legen Sie auch grossen Wert auf sprachliche Qualität.

Das Zielpublikum dieser Dokumentation sind die Betreuer, die Experten, der Auftraggeber und zukünftige Studierende, welche in diesem Bereich weiterarbeiten wollen.

Die Dokumentation wird im Projektverlauf erstellt. Für das zweite Coaching Meeting soll ein Inhaltsverzeichnis des Berichts vorbereitet werden, damit dieses mit den Betreuenden rückgesprochen werden kann. **Die Teile zur Recherche und Analyse sind nach dem ersten Projektdrittel zu präsentieren.**

Auf dem Web-Portal der FHNW erstellen Sie eine Projektpräsentation (Web-Summary). Für Bachelorarbeiten im Frühlingsemester erstellen Sie zusätzlich ein Plakat für die Ausstellung. Beide Artefakte sind vor Veröffentlichung mit den Betreuenden zu besprechen.

Folgende Informationen sind auf allen Publikationen zu nennen:

- Logo FHNW
- Semesterprojekt IP5 bzw. Bachelorthesis (IP6)
- Projektname
- Frühlings- oder Herbstsemester 202x, Studiengang Informatik (Profilierung iCompetence), Hochschule für Technik, Fachhochschule Nordwestschweiz
- Vorgelegt von: Name Studierende
- Eingereicht bei: Name Betreuende
- Auftraggeber: Firma / Institution
- Datum

Weitere Informationen bezüglich des Verfassens von Berichten finden sie auch auf der [Plattform Informationskompetenz](#)

2.2 Präsentationen

Präsentationen finden in Absprache mit den Betreuenden und dem Auftraggeber statt. Bei der Verteidigung Ihrer Bachelorthesis wird auch die Expertin oder der Experte anwesend sein.

Präsentationen verschaffen einerseits einen Überblick über das gesamte Projekt und die erreichten Ergebnisse und vertiefen ein oder zwei wichtige interessante Fragestellungen. Ebenfalls Teil der Präsentation ist eine prägnante Demonstration der Benutzung Ihrer Software. Bei den Zuhörern dürfen Sie von einem technisch versierten Fachpublikum ausgehen. Planen Sie 30' für die Präsentation und Demonstration ein und reservieren Sie 30' für Fragen und Diskussion.

2.3 Publikation der Projektergebnisse

Werden die Arbeit oder Teile der Arbeit veröffentlicht, sind alle Namen der Projektbeteiligten (Studierende, Betreuende, Auftraggeber) sowie der Name der Institution (FHNW) zu nennen. Vor jeder Veröffentlichung müssen Betreuende und Auftraggeber vorgängig um ihr Einverständnis gebeten werden.

2.4 Protokolle

Protokolle bilden einen wichtigen Teil der Dokumentation. Professionell geführte Protokolle enthalten folgende Punkte:

- Datum, Raum, Zeit, Teilnehmende, Entschuldigte
- Traktanden
- Projektstand (ggf. mit Screenshots, Skizzen, o.ä.; Stand gemäss Planung)
- Inhalt (faktenbasiert, thematisch strukturiert und inhaltlich nachvollziehbar; Entscheidungen sind festgehalten)
- Offene Fragen
- Nächste Schritte; Termine & Aufgaben (wer, was & bis wann)

2.5 Dokumentenablage

Richten Sie für die Betreuer Zugriffe auf Ihre Dokumentenablage ein. Falls keine zwingenden Gründe dagegen sprechen verwenden Sie dafür die Gitlab Infrastruktur der FHNW¹.

Verwenden Sie diese Dokumentenablage auch, um zusätzliche Dokumentation abzulegen, z.B. wie Ihr Code ausgeführt werden kann.

Stellen Sie sicher, dass eine adäquate Commit-History für die Betreuenden sichtbar ist.

2.6 Abgabe

Die Projektabgabe umfasst (sofern nicht anders mit dem Projektbetreuer definiert) die folgenden Artefakte:

- Schriftliche Dokumentation (Thesis Rapport)
- Projektvereinbarung (in der Regel als Anhang in der Thesis)
- Codebase (dokumentiert & mit readme zur Erläuterung des Setup), gehostet auf Gitlab der FHNW ([https://gitlab.fhnw.ch/iit-projektschiene/\[Semester\]/\[Projekt\]](https://gitlab.fhnw.ch/iit-projektschiene/[Semester]/[Projekt])) und als ZIP-Archiv
- Link zum Projektauftritt auf dem Web-Portal der FHNW
- weitere Artefakte, falls vorhanden (Screencast empfohlen, ...)

¹ <https://gitlab.fhnw.ch/>

3. Projektspezifische Vereinbarung

3.1 Ausgangslage

Die Schweizer Bevölkerung altert zunehmend, und ältere Menschen bilden einen wachsenden Teil der Gesellschaft. Viele haben jedoch wenig Erfahrung im Umgang mit digitalen Technologien, was dazu führt, dass sie kein Bewusstsein für ihren Energieverbrauch entwickeln und deshalb unnötig viel Strom verbrauchen. Da ältere Menschen einen erheblichen Anteil an der Gesamtbevölkerung stellen, ist dieses Problem auch gesamtgesellschaftlich relevant.

Bereits im vorangegangenen Projekt «Kumba – Der digitale Begleiter für ein sicheres Zuhause im Alter» wurden zwei Prototypen sowie eine erste Lösung für ein digitales Energiemanagement-Tool entwickelt. Diese finale Version wurde jedoch nicht mehr mit Nutzer:innen evaluiert. Daher besteht dringender Bedarf, die bisherige Lösung durch Nutzertests zu überprüfen und falls nötig Anpassungen vorzunehmen.

3.2 Projektvision

- Das Projekt baut auf dem bestehenden Tool «Kumba» auf und erweitert sie gezielt.
- Die Zielgruppe ist Menschen ab 65 Jahren unter Berücksichtigung von körperlichen, kognitiven und technischen Unterschieden
- Ziel ist eine überarbeitete Version, welche Awareness über den eigenen Energieverbrauch fördert, die Motivation für den nachhaltigen Energieverbrauch fördert und dabei Sicherheit bietet und die Selbstständigkeit stärkt.
- Die Applikation bietet einen klaren Mehrwert, indem sie Verbrauch, Kosten und Umweltwirkung verständlich darstellt.
- Neue Features sollen reflektiertes Handeln fördern und die Motivation zur Nutzung der Applikation und damit die Verminderung des Energieverbrauchs stärken.
- Persönliche Gründe, wie finanzieller Anreiz, werden berücksichtigt, indem Informationen und Handlungsempfehlungen auf diese Gründe (Nutzertyp) zugeschnitten werden und so die positive Handlungsveränderung verstärken sollen.
- Der bestehende Code wird refactored und durch User Tests mit der Zielgruppe evaluiert

3.3 Fragestellungen

- A. Welche Funktionen und Informationen fördern die Awareness (das Bewusstsein) über den eigenen Stromverbrauch?
- B. Welche Informationen, Reminder oder konkrete Handlungsempfehlungen sind notwendig, damit Nutzende ihr Verbrauchsverhalten anpassen?
- C. Welchen Einfluss haben persönliche Gründe (z.B. finanzieller Anreiz, generelle Einstellung zum Thema) auf die Awareness und das Ändern des Verbrauchsverhaltens?
 - a. Welche Funktionen können angepasst auf diese Nutzertypen die grösstmögliche Verbrauchsveränderung hervorrufen?

Nebst den projektspezifischen Fragestellungen sollen die nachfolgenden generischen Fragestellungen bei der Umsetzung ihrer Arbeit betrachtet werden:

- D. Identifikation geeigneter Szenarien und User Interface Prototyping: Mit welchen Ansätzen erreichen Sie die definierte Zielgruppe?
- E. Technisches Konzept: Mit welchem technischen Konzept erreichen Sie die gewünschte Lösung?
- F. User Interface Design: Welche Interaktionskonzepte, Interfacegestaltungen und Bildsprachen eignen sich für Ihren Ansatz?
- G. Implementierung: Mit welcher technischen Umsetzung erfüllen Sie die Anforderungen an Funktionalität, Benutzbarkeit, Zuverlässigkeit, Effizienz und Wartbarkeit?
- H. Testing: Für die erfolgreiche Einführung der Software sind die Korrektheit, die Benutzbarkeit und die Zuverlässigkeit zentral. Wie können Sie diese sicherstellen und testen?

3.4 Methodik

Für die Durchführung des Projekts orientieren wir uns an einem iterativen Vorgehen, das sich am SCRUM-Ansatz anlehnt. Durch wöchentliche Treffen legen wir die jeweils aktuellen Arbeitsschwerpunkte fest und passen unsere Planung bei Bedarf an. So bleiben wir flexibel und können auf neue Erkenntnisse aus der Literatur oder den Nutzertests zeitnah reagieren.

Zu Beginn des Projektes wird der Code überarbeitet, um den Code später einfacher zu erweitern. Ausserdem werden neue Coding Guidelines eingeführt, welche im bereits vorhandenen Code angepasst werden müssen.

Ausserdem steht bereits früh eine Literaturrecherche im Vordergrund. Die Planung wird in Zusammenarbeit mit unseren Coaches erfolgen. Die daraus gewonnen Kenntnisse dienen der wissenschaftlichen Fundierung und fliessen direkt in die Planung der neuen Features ein.

Ein wesentlicher Bestandteil ist die Evaluation der bereits entwickelten Lösung aus dem vorangegangenen Projekt. Da diese finale Version bislang nicht durch Nutzertests überprüft wurde, wird sie zunächst anhand wissenschaftlicher Methoden wie Fragebögen, Interviews und Beobachtungen untersucht. Dabei werden insbesondere Faktoren wie Awareness und persönliche Gründe aber auch die Verständlichkeit und die Benutzerfreundlichkeit erfasst.

Auf Grundlage dieser ersten Ergebnisse entwickeln wir konkrete Verbesserungsvorschläge, die anschliessend in einer überarbeiteten Version des Tools umgesetzt werden. Der Fokus der Programmierung liegt dabei auf der Förderung der Awareness, der Motivation, dem reflektierten Handeln, sowie den Einfluss der unterschiedlichen Nutzertypen. Bei Bedarf greifen wir auf simulierte Daten

zurück, um die Funktionsweise zu demonstrieren und die Evaluation zu ermöglichen.

Zur Validierung der Anpassungen wird eine zweite Testreihe mit Nutzer: innen durchgeführt. Diese Tests sollen zeigen, ob unsere Applikation eine Verbesserung der Awareness sowie ein verändertes Handeln bezüglich des Stromverbrauchs ermöglicht im Vergleich zu der ersten Version.

3.5 Planung

Die erste Version der Planung ist sowohl hier dokumentiert als auch in einem Excelsheet in unserem Projekt zu finden. Für die weitere Planung der Meilensteine und Arbeitspakete wird GitLab verwendet.

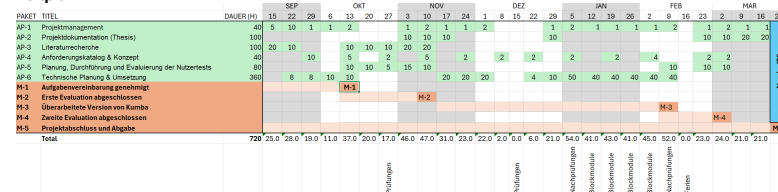
Meilensteine

Nr.	Meilensteine	Beschreibung	Termin
M-1	Aufgabenvereinbarung genehmigt	Aufgabenvereinbarung erstellt, abgestimmt und genehmigt	17.10.2025
M-2	Erste Evaluation abgeschlossen	Erste Nutzertests der bestehenden Lösung durchgeführt und wissenschaftlich ausgewertet	07.11.2025
M-3	Überarbeitete Version von Kumba	Anpassungen und Weiterentwicklungen auf Basis der Literaturrecherche und der Ergebnisse der ersten Tests implementiert	13.02.2026
M-4	Zweite Evaluation abgeschlossen	Usability- und Vertrauens tests der überarbeiteten Version durchgeführt und ausgewertet	06.03.2026
M-5	Projektabschluss und Abgabe	Dokumentation fertiggestellt und Endprodukt abgegeben	20.03.2026

Arbeitspakete

Nr.	Arbeitspaket	Dauer (h)	Deliverable
AP-1	Projektmanagement	40	Protokolle, Aufgabenvereinbarung, Meetings
AP-2	Projektdokumentation (Thesis)	100	Finale schriftliche Dokumentation
AP-3	Literaturrecherche	100	DEF ausgefüllt, Analyse der Studien, Zusammenfassung der Erkenntnisse für die RQs
AP-4	Anforderungskatalog & Konzept	40	Interner Bericht für unsere Dokumentation, (User Stories und Epics definieren, Grobkonzepte und Ideen für Kumba)
AP-5	Planung, Durchführung und Evaluierung der Nutzertests	80	Ergebnisse der Nutzertests, Empfehlungen für Überarbeitungen, Protokolle, Fragebögen
AP-6	Technische Planung & Umsetzung	360	Funktionsfähige Applikation zur Weiterentwicklung (MVP), Interner Bericht für unsere Dokumentation
	Total	720	

Zeitplan



3.6 Risiko Assessment

Risiken

Nr.	Risiko	Beschreibung
R-1	Ausfall eines Teammitglieds	Ein Ausfall eines Teammitglieds aufgrund von Krankheit oder gar ein totaler Ausfall für den Rest des Projektes könnte zu starken Verzögerungen und Streichungen von Features führen.
R-2	Kommunikationsschwierigkeiten	Die mangelnde Kommunikation unter den Teammitgliedern, aber vor allem zwischen Projektteam und den Stakeholdern könnte zu Missverständnissen und massiven Verzögerungen führen.
R-3	Wenige Teilnehmer an User Tests	Sollten wir nicht genügend Teilnehmer für die User Tests finden, wird eine Analyse der Ergebnisse schwierig. Dies könnte dazu führen, dass wir unsere Projektvision nicht erfüllen können.
R-4	Überlastung der Teammitglieder	Die Unterschätzung des Zeitbedarf von einzelnen Modulen sowie unvorhergesehene Ereignisse könnten eine Verzögerung des Projektes sowie die Minimierung der Features nach sich ziehen.
R-5	Zeitknappheit	Durch die parallele Bearbeitung von Literaturrecherche, Nutzertests und der technischen Umsetzung könnte es knapp werden, alle Arbeitspakete innerhalb der verfügbaren 720 Stunden zu erledigen.
R-6	Geringe Validität der Ergebnisse	Aufgrund weniger Teilnehmer könnte die Aussagekraft nicht generalisierbar sein

Risiko Bewertung

Eintritts- wahr- schein- lichkeit	Sehr wahrscheinlich		R-6		
	Wahrscheinlich			R-5	R-3
	Möglich			R-2, R-4	R-1
	Unwahrscheinlich				
	Sehr unwahrscheinlich				
		Sehr gering	Gering	Kritisch	Sehr kritisch
		Schadensausmass			

Massnahmen

Nr.	Risiko	Beschreibung
R-1	Ausfall eines Teammitglieds	Die Teammitglieder werden sich gegenseitig über den aktuellen Arbeitsstand informieren und stellen die Unterlagen (Source Code, Doku, Quellen etc.) in die gemeinsamen Ablagen (Repository) hoch.
R-2	Kommunikationsschwierigkeiten	Ein regelmässiger Austausch unter den Teammitgliedern aber auch zwischen Projektteam und Stakeholdern wird angestrebt.
R-3	Wenige Teilnehmer an User Tests	Rechtzeitig den privaten Umkreis miteinbeziehen, Kundin nach Kontaktpersonen fragen, örtliche Altersheime anfragen.
R-4	Überlastung der Teammitglieder	Falls ein unvorhergesehenes Ereignis die zu investierende Zeit in das Projekt zu beeinträchtigen scheint, müssen sich die Teammitglieder frühzeitig die Kommunikation aufnehmen und eine Lösung finden.
R-5	Zeitknappheit	Arbeitspakete klar trennen, Kernfeatures priorisieren, intensivere Arbeitswochen in den Ferien einplanen, Zeitpuffer einbauen.
R-6	Geringe Validität der Ergebnisse	Limitationen transparent dokumentieren, zukünftige grössere Studien empfehlen, evtl. eine Umfrage starten um mehr Ergebnisse zu erhalten

Risiko Bewertung nach den Massnahmen

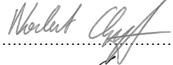
Eintritts- wahr- schein- lichkeit	Sehr wahrscheinlich		R-6		
	Wahrscheinlich		R-6	R-5	R-3
	Möglich			R-1, R-5 R- 2, R-4	R-1
	Unwahrscheinlich		R-2	R-4	R-3
	Sehr unwahrscheinlich				
		Sehr gering	Gering	Kritisch	Sehr kritisch
		Schadensausmass			

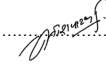
4. Schlussbestimmung

Die Unterzeichneten anerkennen, den Text gelesen und verstanden zu haben und verpflichten sich mit Ihrer Unterschrift die aufgeführten Punkte und die allgemeine Sorgfaltspflicht einzuhalten.

Windisch, den

Betreuer

Norbert Seyff 

Nitish Patkar 

Studierende

Raphael Kumbartzki

Francine Schwarb

B IP5 thesis

Kumba – Der digitale Begleiter für ein sicheres Zuhause im Alter

IP5-Arbeit

Juni 2025



Studierende: Francine Schwarb
Raphael Kumbartzki

Fachbetreuer: Prof. Dr. Norbert Seyff
Dr. Nitish Patkar

Auftraggeber: Prof. Dr. Norbert Seyff
Dr. Nitish Patkar

Projektnummer: iit26

Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Technik

ii

Abstract

Mithilfe der Smart Meter Technologie kann der Stromverbrauch in einem Haushalt automatisch erfasst werden. Für Stromlieferanten ermöglichen diese Daten eine präzisere Lastprognose, ein effizienteres Netzmanagement und eine einfachere Abrechnung der Kosten pro Kunde. Kund:innen können bei Bedarf mithilfe der Kundenschnittstelle ihr eigenes Verbrauchsverhalten einsehen und somit bewusster mit Strom umgehen. Diese Kundenschnittstellen sind allerdings nicht für ältere Nutzer:innen ausgelegt, welche wenig bis gar keine Erfahrung mit Technologie haben. Gerade diese Altersgruppe würde jedoch stark von einer zielgerichteten Applikation profitieren, insbesondere um ihre eigene Sicherheit im eigenen zuhause zu fördern.

In dieser Arbeit wurde untersucht, wie eine Webapplikation gestaltet sein muss, damit sie für ältere Menschen zugänglich, verständlich und unterstützend ist. Neben Funktionen, wie dem Darstellen des Stromverbrauchs, haben wir innovative und sicherheitsfördernde Features, wie GPS-Tracking, Erinnerungen Vergleichsmöglichkeiten mit ähnlichen Haushalten sowie einem Avatar, der Informationen liefert und bei der Navigation hilft, integriert.

Die Umsetzung erfolgte als Webapplikation mit React im Frontend, Spring Boot im Backend sowie H2 für die Datenspeicherung. Im Rahmen von zwei Nutzertests, bei denen je ein Prototyp getestet wurde, wurde das Lösungskonzept validiert und auf Basis des erhaltenen Feedbacks überarbeitet. Aspekte wie Design, Navigation, Datenschutzoptionen und verständliche Formulierungen wurden iterativ angepasst.

Das Resultat ist ein funktionsfähiger Prototyp einer barrierearmen Webapplikation, die sich gezielt an ältere Nutzer:innen richtet. Die Anwendung erlaubt es, Verbrauchsdaten zu visualisieren, Geräte zu verwalten, Hinweise zu erhalten und datenschutzrelevante Funktionen gezielt zu aktivieren oder zu deaktivieren. Der Avatar "Kumba" übernimmt die Rolle eines Assistenzsystems, welcher kontextbasierte Hilfe anbietet.

Da einige technische Komponenten im aktuellen Entwicklungsstand nicht verfügbar waren, mussten bestimmte Funktionen – etwa Vergleichshaushalte, SMS-Verifizierung und Gerätemanagement – simuliert werden. Die Webapplikation ist daher nach aktuellem Stand nicht für den Echtbetrieb geeignet. Eine produktive Umsetzung erfordert stabile, kostenpflichtige Schnittstellen, einen ausreichenden Pool an anonymisierten Nutzerdaten für Vergleiche, sowie die Integration von Smart Home Systemen für die Geräteverwaltung.

Keywords: Smart Meter, altersgerechtes Energiemanagement, Assistenzsystem, Barrierefreiheit

Vorwort und Dank

Diese IP5-Arbeit wurde im Rahmen unseres Informatikstudiums an der Fachhochschule Nordwestschweiz in Brugg verfasst.

Unser Dank gilt zuallererst unseren Coaches, Herr Prof. Dr. Norbert Seyff und Herr Dr. Nitish Patkar, für die Betreuung unserer Arbeit.

Wir bedanken uns auch bei unseren Stakeholdern Andreas Schneider und Michel Pasquier. Ohne die Schnittstelle von Andreas und die Echtzeitdaten von Michel hätten wir das Projekt nicht mit echten Werten testen können. Ausserdem möchten wir uns bei ihnen für ihre Zeit, die ausführlichen Erklärungen wie auch das Aufzeigen von möglichen Problemen bedanken.

Auch möchten wir uns bei allen Teilnehmenden der Nutzertests für ihre Zeit und ihr wertvolles Feedback bedanken.

Ein besonderer Dank geht ausserdem an die Mutter von Francine wie auch an die Eltern von Raphael für das mehrfache Korrekturlesen und Redigieren der Arbeit.

Brugg, Juni 2025

Francine Schwarb und Raphael Kumbartzki

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	vi
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Allgemeine technische Lösungen für ältere Menschen	3
2.2 Aktueller Stand der Smart Meter Technologie	3
2.3 Aktuelle Angebote für die Kundenschnittstelle	4
2.4 Abgrenzung zu unserer Webapplikation	5
3 Methoden und Prozesse	6
3.1 Projektmanagement	6
3.2 Probleme und Risiken	6
3.3 Aufbau der Nutzertests	7
3.3.1 Erster Nutzertest (Lo-Fi-Prototyp)	7
3.3.2 Zweiter Nutzertest (Hi-Fi-Prototyp)	8
4 Entwicklung und Test des Lo-Fi-Prototyps	9
4.1 Anforderungen	9
4.1.1 Features	9
4.1.2 Qualitätskriterien	10
4.2 User Flow	11
4.2.1 Erstanmeldung und Konfiguration	11
4.2.2 Navigation über die Startseite	11
4.3 Lo-Fi-Prototyp	12
5 Weiterentwicklung zum Hi-Fi-Prototyp	14
5.1 Überarbeitung und Gestaltung des Hi-Fi-Prototyps	14
5.2 Feedback	15
5.2.1 Feedback User	15
5.2.2 Feedback Stakeholder	16
5.2.3 Feedback Coaches	16

6 Abweichungen vom Prototyp und technische Umsetzung	17
6.1 Abweichungen vom Prototypen	17
6.1.1 Navigation	17
6.1.2 Design	18
6.1.3 Privatsphäre	21
6.1.4 Registrierung	21
6.1.5 Ihre Geräte	22
6.1.6 Aktueller Verbrauch prüfen	24
6.1.7 Einstellungen	24
6.2 Technische Umsetzung	25
6.2.1 TechStack	25
6.2.2 Externe APIs und Kommunikationsdienste	26
6.3 Simulation	27
6.3.1 Geräte	28
6.3.2 Grundverbrauch	28
6.3.3 Vergleichshaushalte	28
7 Diskussion	29
7.1 Limitierungen	29
7.2 Projektfortsetzung	29
7.3 Voraussetzungen für einen realen Betrieb	30
8 Fazit	31
Quellenverzeichnis	33
Glossar	35
Ehrlichkeitserklärung	36
A Aufgabenvereinbarung	37
B Aufgaben Nutzertests	52
C Fragebögen Nutzertests	56
D Ausgefüllte Fragebögen	66
E Protokolle der Feedback-Meetings	118

Abbildungsverzeichnis

4.1 Prototyp 1, Ansicht des Stromverbrauchs eines aktiven Gerätes	12
4.2 Prototyp 1, Ansicht des Verbrauches der letzten 24 Stunden	12
4.3 Prototyp 1, Auswahl der Ansichten	12
4.4 Prototyp 1, Ansicht der Vergleichsanalysen	13
5.1 Hi-Fi Prototyp, Hauptansicht der Analysen inkl. ihrer Beschreibung	14
5.2 Hi-Fi Prototyp, Ansicht des eigenen Verbrauchs und Vergleichshaushalten	14
6.1 Endprodukt, Startseite nach der Erstanmeldung, Auswahl an Diagrammen	17
6.2 Endprodukt, Auswahl an Ansichten	17
6.3 Endprodukt, Verbrauchsansicht	17
6.4 Endprodukt, Hauptansicht der Einstellungen	19
6.5 Endprodukt, Kumba während der Registrierung	20
6.6 Endprodukt, Kumba, wenn er aktiv ist	20
6.7 Endprodukt, Nutzerregistrierung mit Platzhaltern	21
6.8 Endprodukt, die Liste der eigenen Geräte	22
6.9 Endprodukt, ein Gerät hinzufügen	22
6.10 Endprodukt, ein Gerät ändern, ausschalten oder löschen	22
6.11 Endprodukt, Kumba reagiert falls ein Gerät älter ist als 10 Jahre	23
6.12 Endprodukt, Funktion, um den aktuellen Verbrauch zu prüfen	24
6.13 Endprodukt, Meldung, wenn der aktuelle Verbrauch dem Grundverbrauch entspricht	24

Tabellenverzeichnis

4.1 Feature Auflistung mit Beschreibung und Typ	10
---	----

1 Einleitung

Smart Meter [1] sind intelligente Messsysteme (iMSys), welche den Verbrauch von Strom, Gas oder Wasser messen [2]. Die Stromzähler werden direkt am Stromanschluss installiert und erfassen regelmässig – alle 15 Minuten – verschiedene Verbrauchsdaten [3]. Diese Daten werden täglich automatisch an den Stromlieferanten übermittelt, der sie für Analyse- und Abrechnungszwecke auswertet und somit auch die Nutzung des Netzes besser planen kann [4, 5].

Ein zentrales Element dieser Technologie ist die sogenannte Kundenschnittstelle, die Verbraucher:innen einen Echtzeitzugriff auf ihre Verbrauchsdaten ermöglicht [6]. Dadurch können – je nach Anbieter – individuelle Auswertungen und Analysen erstellt werden, was insbesondere für technikaffine Nutzer:innen interessant ist. In der Schweiz soll laut Energiestrategie 2050 bis Ende 2027 eine flächendeckende Einführung von Smart Metern erfolgen – mit dem Ziel, 80 bis 100 Prozent der Haushalte entsprechend auszustatten [7]. Die Elektra Baselland (EBL) beispielsweise strebt eine Abdeckung von 100 Prozent bis Ende 2027 an; aktuell liegt diese bei etwa 51 Prozent [4].

Trotz der zahlreichen Vorteile der Smart Meter Technologie bleibt eine wichtige Nutzergruppe oft unberücksichtigt: ältere Menschen, vornehmlich solche mit körperlichen oder kognitiven Einschränkungen. Dies wurde auch im Rahmen eines Power-Talks der EBL [8] deutlich, bei dem eine Teilnehmerin kritisierte, dass die spezifischen Bedürfnisse dieser Bevölkerungsgruppe bei diesem Thema kaum Beachtung finden.

Während viele Smart Meter Anwendungen auf technikaffine Zielgruppen ausgerichtet sind, ergibt sich für ältere Menschen häufig eine Hürde: mangelnde Vorerfahrung mit digitalen Geräten, Seh- oder Hörbeeinträchtigungen sowie ein eingeschränktes Verständnis komplexer Grafiken oder mathematischer Zusammenhänge. Hier zeigt sich ein klares Optimierungspotenzial – und genau hier setzt diese Arbeit an [9].

Unser Coach Prof. Dr. Norbert Seyff, welcher ebenfalls am EBL Power-Talk war lancierte die Projektidee aufgrund der genannten Kritikpunkte.

Ziel ist es, eine Applikation zu entwickeln, die vornehmlich für ältere Menschen ab 65 Jahren einen echten Mehrwert bietet. Sie soll nicht nur intuitiv bedienbar sein, sondern auch Sicherheit geben, beispielsweise durch Hinweise bei vergessenen, eingeschalteten Geräten. Gleichzeitig soll sie auch technikaffine Seniorinnen und Senioren ansprechen, die Interesse an detaillierten Verbrauchsanalysen haben.

Die Digitalisierung des Energiemarkts ist in vollem Gange. Zahlreiche Projekte beschäftigen sich mit Energieeffizienz, Verbrauchsoptimierung und Visualisierung. Allerdings liegt der Fokus häufig auf technologischen Innovationen und weniger auf barrierefreien, altersgerechten Lösungen [10].

In der Wirtschaft existieren bereits einige Smart Meter Dashboards, doch diese sind meist wenig auf die spezifischen Bedürfnisse älterer Menschen ausgelegt. Es fehlt oft an klarer Sprache, zugänglichen Grafiken und benutzerfreundlichen Designs. Eine alternde Gesellschaft braucht genau diese Art von klar gestalteten und zugänglichen Anwendungen.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Möglichkeiten einer altersgerechten Smart Meter Applikation zu untersuchen und erste funktionale Konzepte zu entwickeln. Dabei fokussiert sich die Arbeit auf die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- **UI:** Welche Designrichtlinien müssen eingehalten werden, damit eine Applikation auch für alle ältere Menschen mit wenig technischen Grundkenntnissen leicht zu nutzen ist?

- **Sicherheit:** Welche Sicherheitsfunktionen können implementiert werden, um die Sicherheit von älteren Menschen zu fördern?
- **Analysen:** Welche Analysen der Daten ist notwendig, damit unsere Applikation mit den geplanten Features voll funktionsfähig ist?

Diese Arbeit konzentriert sich ausschliesslich auf die Anwendungsmöglichkeiten von Smart Meter Daten aus Sicht älterer Endnutzer:innen im privaten Haushalt. Fachtechnische Themen wie Netzoptimierung und Datenschutz auf Systemebene werden bewusst ausgeklammert. Auch eine vollständige Implementierung aller Features erfolgt nicht – der Fokus liegt auf der Konzeption, Gestaltung und ersten Umsetzung zentraler Funktionalitäten sowie der Identifikation künftiger Potenziale.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden bereits vorhandene technische Lösungen für ältere Menschen und deren Probleme behandelt. Wir gehen auch auf den aktuellen Stand der Smart Meter Technologie ein, sowie einigen Kundenschnittstellen.

2.1 Allgemeine technische Lösungen für ältere Menschen

Die Nutzung von technischen Geräten, wie Smartphones oder Computern fällt vielen älteren Menschen schwer. Dies zeigt auch die Studie "Digitale Senioren 2020" welche Senioren zum Thema Digitalisierung befragte [11]. Zu Beginn der Studie wurden einzelne Aussagen getätigt, welche durch die Senioren kommentiert wurden. Es gab eine 5-stufige Wertung von "stimme völlig zu" bis "lehne völlig ab". Bei der Aussage "Die Bedienung moderner technischer Geräte ist für mich schwierig", gaben rund 40 Prozent an eher oder völlig zuzustimmen. Insbesondere ältere Personen mit einem tieferen Bildungsstand stimmten dieser Aussage zu. Dies liegt auch daran, dass jüngere – 65- bis 79-Jährige – eher einen Computer oder ein Smartphone haben als ältere Personen. Das ist womöglich darauf zurückzuführen, dass die jetzigen 65- bis 79-Jährigen in ihrem Beruf oder ihrem Alltag bereits mit solcher Technologie in Berührung kamen. Gemäss [11] nimmt die Nutzung des Internets in allen Altersschichten zu. Dazu kommen noch altersbedingte Einschränkungen Hör- und Sehbeeinträchtigungen aber auch Minimierung der kognitiven Leistungsfähigkeit und der Feinmotorik [9]. Vor allem letzteres verhindert einen reibungslosen Einstieg in beispielsweise die Nutzung eines Smartphones. Aus diesen Gründen verwenden Menschen in dieser Altersgruppe lieber ein Computer als ein Smartphone.

Ambient Assisted Living (AAL) ist ein Verein, welcher über 300 Produkte und Lösungen für ältere und behinderte Menschen entwickelte, um sie in ihrem Alltag zu unterstützen [12]. Bei der Entwicklung dieser Produkte und Lösungen stehen häufig die Aufrechterhaltung der Selbstständigkeit, die Gesundheit, wie auch die Lebensqualität im Vordergrund. So sinnvoll diese Ziele auch sind, kann ein übermässiger Fokus auf Sicherheit dazu führen, dass die Selbstbestimmung der Nutzer:innen eingeschränkt wird.

Dies ist vor allem auf zwei Probleme zurückzuführen. Einerseits ist in den Endprodukten klar erkennbar, dass sich die Entwicklung des Produktes stark von stereotypischen Ansichten geleitet wurde [13]. Andererseits spiegelt sich in der Nichtnutzung der Produkte, dass die Bedürfnisse von älteren Menschen kaum Beachtung fand. So meint etwa Jonathan Bennett, dass zwar viele Applikationen für ältere Menschen entwickelt werden, diese werden aber wenig genutzt, "weil sie an der Zielgruppe vorbeientwickelt sind" [14]. Die AAL bezieht sich auf Personen ab 65 Jahren, was auch Personen über 90 Jahren einschliesst, diese haben aber ganz andere Bedürfnisse und Erwartungen an ein Produkt als frisch pensionierte Personen.

2.2 Aktueller Stand der Smart Meter Technologie

Herkömmliche Strom-, Wasser- und Gaszähler dienen – wie der Name schon sagt – der Erfassung des Verbrauchs. Diese Technik hat jedoch den Nachteil, dass die Zählerstände manuell abgelesen werden müssen und keine weiteren Daten liefern.

Smart Meter hingegen sind digitale Messsysteme, die den Verbrauch von Wasser, Gas und Strom automatisiert und präzise erfassen. Sowohl die Zählerstände als auch die gemessenen Verbrauchsdaten werden regelmässig an den jeweiligen Anbieter übermittelt. Dies beschleunigt nicht nur den Abrechnungsprozess, sondern ermöglicht auch eine detaillierte Analyse der Verbrauchsdaten. So können Versorger etwa Schwachstellen im Netz erkennen

und gezielt beheben. Einige Anbieter stellen zudem Dashboards bereit, über die Endnutzer:innen ihren eigenen Verbrauch einsehen können (siehe Kapitel 2.3).

Während Smart Meter für Strom und Gas in erster Linie den Verbrauch erfassen, können Systeme für Wasser zusätzlich Hinweise auf Rohrbrüche oder Lecks liefern und deren Ort bestimmen [15].

Im Fokus dieser Arbeit stehen Smart Meter, die im Energiesektor eingesetzt werden. Wie in der Einleitung erwähnt, ist geplant, dass ein Grossteil der Schweizer Haushalte bis 2027 mit Smart Metern ausgestattet wird. Dies unterstützt die Energieanbieter in der Netzplanung und Effizienzsteigerung.

In der Schweiz ist der Einsatz solcher Systeme gesetzlich in der Stromversorgungsverordnung (StromVV) geregelt. Gemäss Artikel 8d dürfen Messdaten standardmässig nur alle 15 Minuten erfasst und übermittelt werden, um Datenschutz und Netzsicherheit zu gewährleisten [3]. Theoretisch könnten aber in Zukunft die Smart Meter auch Echtzeitdaten liefern, da diese die Sensorik bereits besitzen.

Zukünftige Entwicklungen zeigen, dass Smart Meter noch intelligenter werden [16]. Durch eine Verbesserung der Konnektivität könnten sie mit anderen Smart-Home-Geräten zusammenarbeiten, um den Energieverbrauch zu optimieren. Mithilfe künstlicher Intelligenz lernen Smart Meter zudem das Nutzungsverhalten der Haushalte kennen und passen den Energieverbrauch entsprechend an, was zu weiteren Kosteneinsparungen führt. Ausserdem erkennen Smart Meter mögliche Probleme frühzeitig und ermöglichen dadurch eine vorausschauende Instandhaltung, wodurch Ausfälle reduziert und Wartungskosten gesenkt werden können. Smart Meter spielen auch eine zentrale Rolle bei erneuerbaren Energien, in dem sie die Produktion überwachen und den Verbrauch entsprechend anpassen.

2.3 Aktuelle Angebote für die Kundenschnittstelle

Smart Meter verfügen über eine Kundenschnittstelle – einen Port –, an dem ein Adapter angeschlossen werden kann. Dieser Adapter übermittelt die Verbrauchsdaten an eine zugehöriges Dashboard, wodurch Endnutzer:innen ihren Verbrauch einsehen können.

Es existieren verschiedene Kundenschnittstellen für Smart Meter, wobei nahezu jeder Stromanbieter eigene Geräte und Web- oder Smartphone-Apps anbietet. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu überziehen, konzentrieren wir uns auf die von EBL getesteten und empfohlenen Lösungen [6]:

gPlug

gPlug richtet sich vor allem an technikaffine Nutzer:innen, die Wert auf eine tiefe Integration in ihr bestehendes Heimnetzwerk legen. Das System unterstützt Schnittstellen wie MQTT, HTTP oder Tasmota und bietet damit viel Spielraum für individuelle Anpassungen. Besonders für Bastler und Smart-Home-Enthusiasten stellt gPlug eine spannende Lösung dar – allerdings ist der Einstieg aufgrund der technischen Komplexität nicht ganz einfach [17].

WhatWatt

WhatWatt legt den Fokus auf hohe Datenverfügbarkeit und Echtzeitverbrauchsanalyse. Durch die App-Anbindung und die Kompatibilität mit Smart-Home-Systemen spricht das System insbesondere technikaffine Personen an, darunter viele Nutzer:innen mit Photovoltaikanlagen. Die grosse Informationsdichte ist für professionelle Nutzer:innen ein Vorteil, kann jedoch für weniger technikversierte Menschen schnell überfordernd wirken [18].

SmartSpar

SmartSpar verfolgt einen anderen Ansatz: Die Anwendung ist stark benutzerorientiert und bietet automatisierte Spartipps auf Basis detaillierter Verbrauchsanalysen. Die Bedienung erfolgt primär über eine App, was die Handhabung komfortabel macht. Dennoch zeigt sich, dass die Lösung nicht speziell auf die Bedürfnisse älterer Nutzer:innen ausgerichtet ist – etwa im Hinblick auf Barrierefreiheit oder intuitive Gestaltung [10].

Andreas Schneider – einer unserer Stakeholder – hat aus Eigeninitiative zusammen mit Michel Pasquier von EBL – ebenfalls ein Stakeholder – die Lösung SmartSpar entwickelt. Beim von EBL veranstalteten PowerTalk zum Thema Smart Meter [8] stellte Andreas seine Applikation vor und bot an, diese für unsere Projektarbeit zur Verfügung zu stellen.

Beim ersten Treffen mit Andreas und Michel erhielten wir die Möglichkeit, auf die API von SmartSpar zuzugreifen, um Echtzeitdaten von Michel auszulesen. Dies erlaubt es uns, mit realitätsnahen Szenarien zu arbeiten und aktuelle Verbrauchsdaten auszuwerten und zu analysieren.

2.4 Abgrenzung zu unserer Webapplikation

Das Besondere an unserer Lösung ist die Entwicklung einer Webapplikation, die speziell für ältere Menschen konzipiert ist. Im Mittelpunkt steht eine barrierearme Gestaltung mit grossen, kontrastreichen Anzeigen, die leicht lesbar sind. Die Bedienung soll besonders intuitiv sein und durch einen Avatar (Kumba) unterstützt werden, der die Nutzer:innen durch die Anwendung begleitet, die Navigation vereinfacht und gleichzeitig unterhaltsam gestaltet. Mithilfe der durchgeführten Nutzertests können wir das Projekt gezielter auf die Bedürfnisse der Nutzergruppe auslegen.

Die Webapplikation gibt Hinweise zum Stromsparen und zur Sicherheit. So kann beispielsweise bei einem ungewöhnlich hohen Stromverbrauch eine Warnmeldung ausgelöst werden.

3 Methoden und Prozesse

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über die Projektplanung so wie die aufgetretenen Probleme als auch die Vorgehensweise bei den Nutzertests.

3.1 Projektmanagement

Nach Beginn der Arbeit haben wir uns einmal wöchentlich getroffen, um den aktuellen Stand zu besprechen und die nächsten Aufgaben zu planen. Dank SCRUM konnten wir schnell und flexibel auf Feedback aus Nutzertests sowie auf neue Ideen und Wünsche unserer Coaches eingehen. Ausserhalb der wöchentlichen Meetings haben wir uns über Teams oder WhatsApp Nachrichten gegenseitig kontaktiert um Fragen rasch klären zu können. Während der Projektwoche haben wir die Stand-ups dann täglich durchgeführt. Die Planung lief dabei über die Issue Boards von Gitlab ab.

Nachdem alle Nutzertests durchgeführt und ausgewertet wurden und sowohl die Software Architektur als auch ein grosser Teil der Applikation stand, sind wir von einem SCRUM Ansatz zu einem Wasserfallansatz gewechselt. Der Hauptgrund für diese Änderung war, weil die wichtigsten Entscheidungen bezüglich Design und Architektur bereits definiert waren und wir individuell am Projekt arbeiten konnten ohne uns gegenseitig absprechen zu müssen.

3.2 Probleme und Risiken

Bereits in der Aufgabenvereinbarung wurde ein Risiko Assessment durchgeführt wie mögliche Massnahmen definiert, um die Auswirkungen bei einem möglichen Eintreten zu reduzieren. Einige dieser Risiken traten im Verlauf des Projektes ein.

Wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben, wechselten wir im Verlauf des Projekts von einer agilen zu einer Wasserfall-Planung. In dieser Übergangsphase kam es zu Kommunikationslücken, wodurch die Schnittstellen zwischen Frontend und Backend zunächst nicht korrekt abgestimmt wurden. Dies führte zu einer leichten Verzögerung im Ablauf. Nachdem ein klärendes Gespräch stattfand und die notwendigen Anpassungen vorgenommen wurden, funktionierten die Schnittstellen wie vorgesehen.

Die Findung von genügend Testpersonen gestaltete sich ebenfalls schwierig. Unsere Coaches waren der Meinung, unsere ursprüngliche Kundin, die Person, welche dieses Projekt ins Rollen gebracht hatte, könnte uns einige Testkandidaten nennen. Leider konnte sie nach Beginn des Projektes nicht mehr erreicht werden. Obwohl wir uns bereits vor dieser Information um weitere Testpersonen von Alters- und Wohnheimen bemühten, war auch diese Suche erfolglos. Alle vier angefragten Alters- und Wohnheime aus den Regionen Brugg, Windisch und Baden haben sich auch nach erneutem Nachfragen, bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht mehr gemeldet. Wir konnten schliesslich Personen in unserem Familien- und Bekanntenkreis dazu gewinnen an unseren Nutzertests teilzunehmen.

Erst nach dem Gespräch mit unseren Stakeholdern wurde klar, dass unser Geräte-Feature zum aktuellen Zeitpunkt nicht umsetzbar ist. Ausserdem wurde klar, dass wir das Vergleichshaushalt-Feature mit den uns zur Verfügung stehenden Smart Meter Daten nicht umsetzen konnten. Wie sich später herausstellte, war die Erkennung des Grundverbrauches bei Haushalten mit Solarzellenbezug ebenfalls schwierig. Wir haben uns dazu entschieden die Features etwas anzupassen und die Daten zu simulieren. Die genaue Umsetzung dieser Features ist im Kapitel 6 zu finden.

Ausserdem hatten beim Zugang zur SmartSpar API Probleme und haben uns dann gemeinsam mit Andreas dazu entschieden, die historischen Daten in einem JSON File zu

speichern. Später zeigten sich weitere Probleme mit der Verbindung zur API. Dank der Nutzung des JSON Files konnten wir diese jedoch ignorieren.

Während der Implementierung des Endproduktes wurde ausserdem klar, dass die Umsetzung der Diagramme im Frontend schwieriger war als gedacht. Insbesondere das Responsive Design war eine Herausforderung.

Obwohl wir die meisten Probleme gut auffangen konnten, kostete uns dies einiges an Zeit. Insbesondere die Lösungssuche und schlussendliche Umsetzung der Anpassungen der Features aufgrund der Informationen durch die Stakeholder erforderte viel Zeit. Dies hatte schlussendlich zur Folge, dass wir den Code im Frontend nicht genügend testen konnten, weil keine Zeit mehr dafür blieb.

3.3 Aufbau der Nutzertests

Gemäss [13] sind die grössten Hindernisse eines erfolgreichen Produktes für ältere Menschen, die Vernachlässigung ihrer spezifischen Bedürfnisse, wie auch dem unkritischen Festhalten an altersbezogenen Stereotypen.

Um zentrale Aspekte wie den User Flow, die Navigation, das Design sowie die spätere Nutzung zu evaluieren, wurden zwei Prototypen erstellt und diese mithilfe von Nutzertests validiert. Das daraus gewonnene Feedback haben wir wie iterativ in die Entwicklung eingearbeitet, wie in den Kapiteln 5 und 6 beschrieben. Um die Prototypen zu entwickeln haben wir uns für das Programm Adobe XD entschieden. Einerseits weil beide Projektmitglieder damit noch nicht gearbeitet hatten und etwas Neues erlernen wollten, andererseits, weil Francine über einen kostenlosen Zugang verfügte.

Die Struktur beider Nutzertests war fast identisch: Zu Beginn erhielten die Teilnehmenden eine kurze Einführung, in der erläutert wurde, dass es sich um ein Studentenprojekt im Rahmen eines Informatikstudiums handelt. Die Idee des Endproduktes wurde erklärt und die Bedeutung des Tests und insbesondere des Feedbacks hervorgehoben. Anschliessend wurde ein erster Fragebogen ausgefüllt um das Alter der Person sowie die vorhandene Geräteausstattung und deren Nutzung zu erfassen. Den Tester:innen wurde nun der Prototyp und die Aufgabenstellung gegeben. Die Durchführung erfolgte nach der Thinking-Aloud-Methode, bei der die Nutzer:innen ihre Gedanken während der Bearbeitung laut äussern. Das Team dokumentierte das beobachtete Feedback parallel auf einem zweiten Fragebogen, der nach Abschluss des Tests gemeinsam mit der Testperson ergänzt wurde.

3.3.1 Erster Nutzertest (Lo-Fi-Prototyp)

Ziel des ersten Nutzertests mit dem Lo-Fi-Prototyp war es, grundlegende Erkenntnisse über den Aufbau der Applikation sowie den User Flow zu gewinnen. Auch wollten wir evaluieren, ob das Alter und der Besitz eines Smartphones oder Laptops bzw. Computern eine Rolle spielen würde. Zur Evaluation durchliefen die Testpersonen folgenden Ablauf:

- Erstanmeldung
- Aufsetzen der App
- Stromverbrauch erkennen
- Hoher Stromverbrauch
- Gerät hinzufügen
- Analysen
- Aktive Geräte

Der erste Nutzertest konnte lediglich mit vier Personen im durchschnittlichen Alter von 78 Jahren getestet werden. Dieser Test wurde ausschliesslich auf dem Smartphone durchgeführt. Das vollständige Aufgabenblatt wie auch die Fragebögen sind dem Anhang beigelegt.

3.3.2 Zweiter Nutzertest (Hi-Fi-Prototyp)

Aufgrund des Feedbacks aus dem ersten Nutzertest haben wir einen Hi-Fi-Prototyp erstellt. Bei diesem lag der Fokus stärker auf dem Design und der schlussendlichen Umsetzung der Applikation. Der Testablauf umfasste folgende Szenarien:

- Erstanmeldung
- Stromverbrauch erkennen
- Analysen
- Eingeschaltete Geräte
- Anmelden als Angehöriger

Am zweiten Nutzertest haben sieben Personen im Durchschnittsalter von 80 Jahren teilgenommen. Vier Personen haben den Test auf dem Smartphone durchgeführt, drei auf dem Laptop. Auch hier sind sowohl das Aufgabenblatt als auch die Fragebögen dem Anhang beigelegt.

4 Entwicklung und Test des Lo-Fi-Prototyps

Aufgrund der Aufgabenvereinbarung und der Projektvorstellung durch unseren einen Coach Prof. Dr. Norbert Seyff, wurde klar, dass der Fokus der Arbeit auf innovativen Lösungen liegt. In diesem Kapitel dokumentieren wir die schrittweise Entwicklung des Lo-Fi-Prototyps inkl. Anforderungen und User Flow.

4.1 Anforderungen

Im Folgenden werden die Anforderungen erläutert, die sich aus der Aufgabenvereinbarung und dem ersten Gespräch mit unseren Coaches ergeben hat.

4.1.1 Features

Nach dem ersten Treffen mit unseren Coaches begannen wir mit der Erarbeitung der Aufgabenvereinbarung wie auch einer Feature-Liste. Dabei haben wir die Features in drei Kategorien eingeordnet: solche, die im finalen Produkt umgesetzt werden, solche, die lediglich im Prototyp getestet werden, und solche, die eventuell in Zukunft realisiert werden könnten, welches in der nachfolgenden Tabelle (4.1) ersichtlich ist.

Feature	Beschreibung	Feature Type
Erstanmeldung	Bei der Erstanmeldung soll angegeben werden, wie gross die Wohnung oder das Haus ist, wie viele Personen darin wohnen und welche Heizart verwendet wird, damit bessere Verbrauchsanalysen und -prognosen gemacht werden können.	Endprodukt
Verbrauchsanzeigen	Aktuellen und bisherigen Stromverbrauch in Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresansicht in einfachen Grafiken darstellen.	Endprodukt
Grundverbrauch erkennen	Nutzer:innen müssen alles ausschalten und einzeln wieder einschalten, um Grundverbrauch und Geräte zu identifizieren.	Endprodukt
Hoher Stromverbrauch	Ungewöhnlich hoher Verbrauch wird erkannt und Nutzer:innen erhalten eine Meldung.	Endprodukt
Zugriff durch Angehörige	Angehörige können Zugriff erhalten, um informiert zu werden, wenn Verbrauch auffällig ist.	Endprodukt
Vergleich mit anderen Haushalten	Nutzer:innen sehen, ob sie im Vergleich zu ähnlichen Haushalten mehr oder weniger verbrauchen.	Endprodukt
Assistent	Avatar wie bei Duolingo gibt Tipps und Feedback. Visualisiert Reaktionen.	Endprodukt
GPS-Funktion	Meldung, wenn Nutzer:innen das Haus verlassen und Geräte noch aktiv sind.	Endprodukt
Gerätekontrolle	Geräte aus der Ferne ausschalten bei Warnung.	Endprodukt
Alte Geräte	Alte Geräte werden erkannt und die Nutzer:innen werden über die Reduktion des Stromverbrauchs und mögliche Verbesserung der Sicherheit informiert.	Endprodukt
Prognosen	Das Berechnen des möglichen künftigen Verbrauches aufgrund von historischen Daten.	Prototyp
Aktive Geräte	Erkennt, welche Geräte noch an sind, vergleicht mit Mindestverbrauch. Farbskala für Gerätetypen.	Zukunft

Feature	Beschreibung	Feature Type
Saisonaler Verbrauch	Berücksichtigt saisonale Unterschiede beim Heiz- oder Kühlbedarf.	Zukunft
Verbrauchsprognosen	Berechnet zukünftigen Verbrauch basierend auf historischen Mustern.	Zukunft
Eigenproduktion von Strom	Eigenproduktion z.B. durch Solarzellen wird in Berechnung einbezogen.	Zukunft

Tabelle 4.1: Feature Auflistung mit Beschreibung und Typ

Die Feature "Assistent", "GPS-Funktion", "Alte Geräte" sowie "Eigenproduktion von Strom", sind erst im Verlaufe des Projektes dazugekommen. In der obigen Tabelle ist eine Übersicht der möglichen Features zu sehen. Features wie die Eigenproduktion und Verbrauchsprognosen von Strom sind erst später dazugekommen.

4.1.2 Qualitätskriterien

Die Qualität ist entscheidend für die Nutzung der Webanwendung durch die Zielgruppe. Deshalb sind sowohl funktionale als auch nicht-funktionale Qualitätskriterien umgesetzt worden.

Benutzerfreundlichkeit und Barrierearmut

Ein Qualitätsmerkmal ist die konkrete Ausrichtung auf die Bedürfnisse älterer Menschen:

- **Einfache und intuitive Bedienung:** Die Navigation erfolgt strukturiert und ist auf das Wesentliche reduziert. Menüpunkte sind eindeutig, sodass auch Nutzer:innen ohne technische Vorkenntnisse die Anwendung problemlos verstehen.
- **Visuelle Gestaltung:** Die Anwendung verwendet grosse, gut lesbare Schriften, kontrastreiche Farbgebung und verständliche Symbole. Auf kleine Buttons und überlappende Ansichten wird bewusst verzichtet.
- **Kontextsensitive Hilfen:** Einfache Anleitungen unterstützen die Nutzer:innen bei der Bedienung.

Ästhetik und visuelle Klarheit

Die Anwendung soll optisch ansprechend gestaltet sein, um Vertrauen zu wecken und die Freude an der Nutzung zu fördern:

- **Simple Design:** Klare Linien, beruhigende Farben (Blau- und Grüntöne) und gut platzierte Elemente.
- **Konsistenz im Layout:** Alle Ansichten folgen demselben logischen Aufbau, was Orientierung und Wiedererkennbarkeit fördert.
- **Responsives Design:** Die Darstellung passt sich auf Computer, Tablets und grösseren Smartphones an.

Technische Qualität des Codes

Die Codebasis muss eine hohe Qualität aufweisen, um Wartbarkeit, Erweiterbarkeit und Sicherheit zu gewährleisten:

- **Klare Architekturprinzipien:** Der Code folgt dem MVC-Prinzip, wodurch eine klare Trennung von Logik, Daten und Darstellung sichergestellt ist.

- **Dokumentation:** Der Code ist an den wichtigsten Stellen kommentiert, damit auch andere Entwickler:innen später problemlos weiterarbeiten können.

Testbarkeit und Zuverlässigkeit

Um die langfristige Funktionsfähigkeit sicherzustellen, ist eine gute Testabdeckung erforderlich:

- **Automatisierte Tests:** Unit-Tests wurden für alle zentralen Klassen geschrieben. Ziel ist eine Code Coverage von mindestens 80 Prozent im Backend und 70 Prozent im Frontend.
- **Fehlertoleranz:** Die Anwendung reagiert auf unerwartete Eingaben mit entsprechenden Fehlermeldungen.

4.2 User Flow

Unsere Webapplikation wird mit dem Ziel entwickelt, den Energieverbrauch für ältere Menschen sowie deren Angehörige verständlich und intuitiv darzustellen. Im folgenden Abschnitt wird der ursprüngliche User Flow der Anwendung beschrieben.

4.2.1 Erstanmeldung und Konfiguration

Beim ersten Start der Anwendung muss sich die nutzende Person mit dem SmartSpar verbinden. Dabei muss als Erstes angegeben werden, welche Rolle die Person einnimmt. Dabei stehen die Rollen "Nutzer" und "Angehörige" zur Verfügung. Die Nutzerrolle ist für den eigenen Gebrauch. Die Angehörige Rolle ist dazu gedacht von einer oder mehreren Drittpersonen (Familie, Freunde, Bekannte etc.) genutzt zu werden, um den Stromverbrauch zu überwachen und sich bei Bedarf bei der älteren Person zu melden. Anschliessend erfolgt der Login mittels Seriennummer von SmartSpar und einem Benutzernamen nach Wahl. Nach dem erfolgreichen Login werden grundlegende Wohndetails abgefragt wie die Anzahl der im Haushalt lebenden Personen (1 bis 6+), Anzahl Zimmern (1 bis 6+) sowie das Heizsystem (z. B. Wärmepumpe, elektrische Heizung, etc.)

4.2.2 Navigation über die Startseite

Nach Abschluss der Erstanmeldung gelangen Nutzer:innen auf die "Startseite", die Verbrauchsanzeigen. Von dort aus stehen die drei Hauptbereiche, Verbrauchsanzeigen, Analysen und aktive Geräte, über die Page-Wechsel Symbole wie auch das Menu zur Auswahl.

Verbrauchsanzeigen

Nutzer:innen sollen in diesem Bereich ihren eigenen Verbrauch in diversen Ansichten dargestellt bekommen. Die Ansicht kann zwischen Tages-, Wochen-, Monat- sowie Jahresansicht gewechselt werden.

Analyse

Die Analyse dient der Visualisierung und Einordnung des Stromverbrauchs. Sie ist in drei Unteransichten gegliedert.

In der Ansicht "Prognosen" wird der mögliche zukünftige Stromverbrauch grafisch dargestellt, um Nutzer:innen ein besseres Gefühl für ihren zu erwartenden Energiebedarf zu vermitteln. Die Ansicht "Vergleichshaushalt" zeigt den eigenen Verbrauch im direkten Vergleich zu einem ähnlichen Haushalt. In der dritten Ansicht, "Grundverbrauch", wird der

aktuelle Stromverbrauch berechneten und mit dem Grundverbrauch – also dem minimalen Verbrauch, wenn keine zusätzlichen Geräte an sind – verglichen.

Aktive Geräte

Dieser Bereich informiert über den aktuellen Energieverbrauch auf Geräteebe. In der Geräteübersicht werden alle momentan aktiven Geräte angezeigt, die Strom verbrauchen. Die jeweilige Geräteansicht liefert detaillierte Informationen darüber, wie viel Strom jedes einzelne Gerät aktuell verbraucht. Zusätzlich besteht über die Geräte-Hinzufügen-Funktion die Möglichkeit, ein Gerät manuell hinzuzufügen, um dessen Verbrauch zu erkennen.

4.3 Lo-Fi-Prototyp

Um den User Flow zu testen sowie die Relevanz einer solchen Applikation haben wir einen Lo-Fi-Prototyp erstellt. Das Design war anfangs nebensächlich und wurde erst im Hi-Fi-Prototypen umgesetzt, wie in Kapitel 5.1 beschrieben.

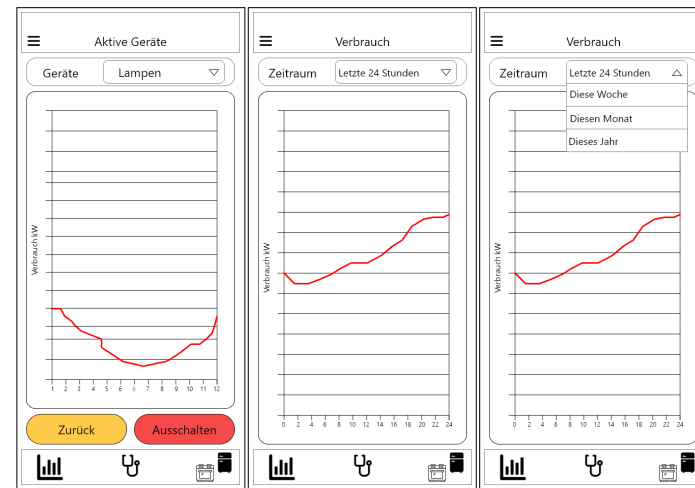


Abbildung 4.1: Prototyp 1, Ansicht des Stromverbrauchs eines aktiven Gerätes

Abbildung 4.2: Prototyp 1, Ansicht des Verbrauches der letzten 24 Stunden

Abbildung 4.3: Prototyp 1, Auswahl der Ansichten

Aufgrund der schlechten Testbarkeit haben wir die GPS Funktion nicht mit dem Lo-Fi-Prototyp getestet.

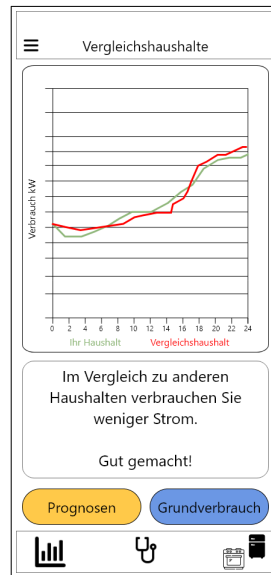


Abbildung 4.4: Prototyp 1, Ansicht der Vergleichsanalysen

Insgesamt zeigten die Rückmeldungen, dass insbesondere die inkonsistente Navigation – etwa zwischen Analyse- und Verbrauchsansichten – zu Verwirrung führte. Zusätzlich wurde bemängelt, dass Symbole wie das für die Einstellungen oder die Analyse nicht selbsterklärend seien. Trotz dieser Herausforderungen empfanden viele die App als übersichtlich und einfach zu bedienen. Wünsche nach zusätzlichen Funktionen wie Stromspartipps, einem Tagesdurchschnitt in der Verbrauchsgrafik oder einer Anzeige für eingesparten Strom wurden geäußert. Die Farbgestaltung und Grösse der Textelemente auf dem Smartphone wurden kritisch betrachtet. Einige Testpersonen gaben zudem an, die App lieber auf einem grösseren Bildschirm wie dem Laptop nutzen zu wollen. Die Rückmeldungen zur generellen Nutzungsabsicht waren geteilt – etwa die Hälfte der Teilnehmenden (zwei von vier) konnte sich vorstellen, die App künftig zu verwenden.

Die Haupteckennis aus den Nutzertests war der inkonsistente Wechsel der Ansichten. Wie in Abbildung 4.4 gezeigt, ist die Navigation zu einer anderen Analyse am unteren Rand des Bildschirms über farbige Buttons möglich. Sowohl bei dem Verbrauch als auch bei den Geräten (siehe Abbildungen 4.1 und 4.2) geschieht dies über eine Auswahl am oberen Rand des Bildschirms. Während bei den Geräten und dem Verbrauch alle möglichen Optionen inkl. der aktuellen Auswahl angezeigt werden (wie in Abbildung 4.3 dargestellt), wird bei den Buttons nur die angezeigt, welche gerade nicht aktiv sind. Beide Ansichten fallen jedoch etwas klein aus, insbesondere beim Smartphone ist dies ungünstig aufgrund der verkleinerten Buttons und schlechten Feinmotorik.

Trotz dieser Verwirrung fanden sich alle Teilnehmer:innen recht gut zurecht. Die Teilnehmenden besitzen Computer oder Laptops, einige auch Smartphones oder Tablets. Der Umgang mit diesen Geräten wurde von den Nutzenden im Schnitt mit 5/10 bewertet, was die Ergebnisse besonders aussagekräftig macht – da die Zielgruppe weniger technikaffin ist. Die Bearbeitungszeiten lagen zwischen 7 und 20 Minuten. Zwei Teilnehmende waren sehr schnell, andere benötigten mehr Zeit, insbesondere bei aufgrund von Symbolen oder Navigationselementen. Im Vergleich dazu benötigten wir selbst etwa acht Minuten in einem ruhigen Durchlauf.

5 Weiterentwicklung zum Hi-Fi-Prototyp

Im Folgenden wird der Hi-Fi-Prototyp vorgestellt. Anschliessend wird das erhaltene Feedback sowohl aus Nutzertests, als auch von Stakeholdern und unseren Coaches erläutert.

5.1 Überarbeitung und Gestaltung des Hi-Fi-Prototyps

Aufgrund des User-Feedbacks aus dem ersten Nutzertest mit dem Lo-Fi-Prototypen haben wir einige Änderungen für den Hi-Fi-Prototypen vorgenommen. Es gab einige kleinere Änderungen aufgrund von missverständlichen Texten und Symbolen. So wurde die Tagesansicht von "letzte 24 Stunden" auf "heute" angepasst, da damit der heutige Tag ab 0 Uhr gemeint ist. Ebenfalls wurde der Titel bei den Geräten von "aktive Geräte" auf "eingeschaltete Geräte" gewechselt. Sowohl das Symbol für die Einstellungen, als auch das für die Analysen hat zu Verwirrung geführt, weswegen diese ausgetauscht wurden.

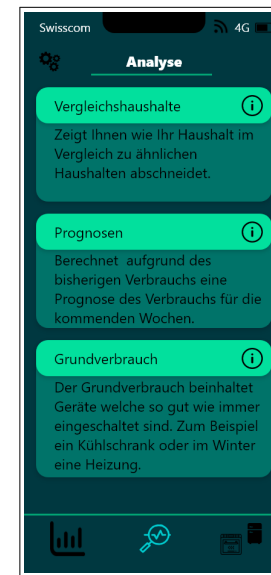


Abbildung 5.1: Hi-Fi Prototyp, Hauptansicht der Analysen inkl. ihrer Beschreibung

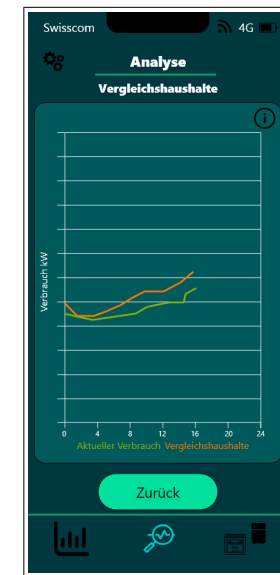


Abbildung 5.2: Hi-Fi Prototyp, Ansicht des eigenen Verbrauchs und Vergleichshaushalten

In den ersten Nutzertests wurde klar, dass es eine Abweichung in der Navigation gibt und dies zu Verwirrung geführt hat. Bei den Geräten wie auch bei dem Verbrauch wurde jeweils oben die Ansicht über eine Auswahl gewechselt (siehe Abbildung 4.2 und Abbildung 4.3), bei den Analysen allerdings unten über Buttons (siehe Abbildung 4.4). Darüber hinaus war bei der Seite mit den aktiven Geräten nicht klar, dass die Buttons klickbar sind.

Wie in Abbildung 5.1 und 5.2 dargestellt wird, wurde, um die Navigation zu verbessern, bei den Analysen und dem Verbrauch ebenfalls eine Hauptansicht eingeführt, damit die Seitennavigation konsistent ist. Diese Änderung wurde auch deswegen umgesetzt, da sich während den Nutzertests gezeigt hat, dass der Auswahl Button je nach Nutzer:in zu klein war. Vergrössern konnten wir diesen aber nicht, ohne dafür die Grafiken zu verkleinern, welche auf den Smartphones generell kleiner ausfallen.

Mit dem Hi-Fi-Prototypen haben wir vor allem das Design testen wollten. So haben wir nebst Änderungen aufgrund des Feedbacks zum Lo-Fi-Prototypen auch das Design stark angepasst. Wir wollten beim Farbkonzept unabhängig von dem Stakeholder EBL sein und haben uns daher für eine grün, bläuliches Design entschieden, welches wir auf Pinterest entdeckt haben und unserer Meinung nach gut zum Thema passt.

Aufgrund der schlechten Testbarkeit haben wir die GPS-Funktion auch im zweiten Prototypen nicht getestet. Ausserdem konnten wir den Assistenten aufgrund des Zeitmangels nicht in den Prototypen integrieren.

5.2 Feedback

Nach der Erstellung des Hi-Fi-Prototypen haben wir die zweiten Nutzertests mit diesem durchgeführt. Anschliessend haben wir sowohl den Prototypen als auch die Ergebnisse mit den Stakeholdern und später mit den Coaches besprochen. Das wichtigste Feedback wird in den nächsten Kapiteln zusammengefasst.

5.2.1 Feedback User

Auch bei diesem Test lagen die Nutzer:innen bei der Fragen wie gut sie mit ihren Geräten klarkamen bei einer 5 von 10. Trotzdem waren nahezu alle Nutzer:innen in der Lage, die Fragen während der Nutzertests korrekt zu beantworten. Die durchschnittliche Dauer für das eigentliche Testen, also ohne die Einführung sowie ausfüllen der beiden Fragebögen, lag bei 13 Minuten.

Der Hi-Fi-Prototyp entsprach mehr den Vorstellungen und Anforderungen der Nutzergruppe. Dies war schon dadurch erkennbar, dass beim ersten lediglich zwei von vier Personen bereit waren die Applikation für sich im Alltag zu nutzen, bei dem zweiten Prototypen allerdings alle sieben. Fünf von den sieben Personen gaben an, selbst schon Geräte aus Versehen an gelassen zu haben und solch eine Applikation könnte sie darauf hinweisen. Wie in Abbildung 5.1 zu sehen ist, haben wir bei den Analysen einen kurzen Text eingefügt, welcher erklärt, was auf der kommenden Seite gezeigt wird. Dies haben wir auch beim Verbrauch und den Einstellungen angepasst, was bei den Nutzer:innen sehr gut ankam.

Es gab auch kleine Verbesserungswünsche bei den Features. So war es gewünscht, dass man die Geräte nach dem Ausschalten auch wieder einschalten konnte per Knopfdruck. Zwei Nutzer:innen hatten ausserdem Bedenken gegenüber ihrer Privatsphäre geäussert. Eine Person wollte nicht, dass ihre Angehörigen auf ihre Daten Zugriff haben, da dies kontrollierend wirke. Eine weitere wollte nicht angeben, wie viele Personen in ihrem Haushalt wohnten. Es gab auch wieder einiges an Feedback zu dem Design. Nutzende, welche den Test auf dem Smartphone machten, meinten die schwarzen Buttons am unteren Ende des Bildschirms seien schwierig zu erkennen. Auf den einzelnen Analyseseiten wie beispielsweise in Abbildung 5.2 ist ebenfalls ein Info-Icon platziert, welches beim Draufklicken weitere Informationen liefert. Auch dies wurde von den Smartphone-Nutzenden teilweise übersehen. Eine Person gab ausserdem an, den Test lieber auf dem Computer gemacht zu haben.

5.2.2 Feedback Stakeholder

Aufgrund von Terminkollisionen konnten wir das Gespräch mit unseren Stakeholdern erst am 10. April durchführen (siehe Anhang Nach der gegenseitigen Vorstellungsrunde von Michel Pasquier, Andreas Schneider und uns, folgte eine Erklärung der Projektrahmenbedingungen. Anschliessend haben wir ihnen unseren Hi-Fi-Prototypen vorgestellt inkl. dem bereits vorhandenen Feedback der Nutzer:innen. Sie gaben uns viel positives Feedback, hatten aber auch einige Kritikpunkte. Gemäss Michel ist es vor allem wichtig den Gebäudetypen zu unterscheiden. Eine Person in einer Wohnung verbraucht gemäss ihm weniger Strom als eine Person in einem Haus. Zudem wissen die meisten Menschen weder, wie gross ihre Wohnfläche in Quadratmetern ist, noch womit sie heizen. Statt nach der Quadratmeterzahl zu fragen, sollte daher besser die Anzahl der Zimmer angegeben werden. Auf die Angabe der Heizart kann ganz verzichtet werden, da diese im Verbrauch der Nutzenden erkennbar ist.

Michel hat ganz klar gesagt, dass die aktiven Geräte nicht erkannt werden können. Eine Option wäre es alle Geräte ausschalten und dann das neue Gerät einschalten und dessen Verbrauch erkennen. Dies bedarf aber auch der Abschaltung von Tiefkühlern, was recht unpraktisch ist. Eine andere Option wäre die aktuell eingeschaltete Geräte so zu belassen und den aktuellen Verbrauch zu messen. Anschliessend das neue Gerät einzuschalten und erneut den Verbrauch zu messen. Die Differenz ist dann der Verbrauch des neuen Gerätes.

5.2.3 Feedback Coaches

Nach den Nutzertests und dem Gespräch mit den Stakeholdern haben wir am 15. April auch ein Gespräch mit unseren Coaches geführt und deren Feedback zum Prototypen erhalten (siehe Anhang Gemäss unseren Coaches wäre bei der Anzahl Zimmer bzw. Quadratmeter eine weitere Option die Range anzugeben, Zimmer kleiner 50m², 50 bis 100m² etc. Bei den Heizungsvarianten sollen wir entweder alphabetisch ordnen, oder aber das am häufigsten verwendete zuoberst anordnen. Während des Gesprächs viel auch auf, dass bei dem Eigenverbrauch zwar die Ansicht von beispielsweise Tag auf Monat gewechselt werden konnte, bei den Analysen allerdings nicht. Dort war die Einstellung fix auf den heutigen Tag ausgelegt. Auch sie waren der Meinung, das bei einigen Texten die Lesbarkeit erhöht werden müsse. Eine weitere Feature-Idee entwickelte sich während dem Gespräch. So soll die Applikation darauf hinweisen, wenn ein Gerät besonders alt ist und dadurch wahrscheinlich mehr Strom verbraucht.

6 Abweichungen vom Prototyp und technische Umsetzung

In diesem Kapitel wird begründet, warum und in welchen Eigenschaften sich der Prototyp von der schlussendlichen Umsetzung unterscheidet. Ausserdem wird sowohl die Entscheidung des TechStacks, als auch die simulierten Features erklärt.

6.1 Abweichungen vom Prototypen

Aufgrund des vielen Feedbacks unterscheidet sich das Endprodukt und der Hi-Fi-Prototyp in einigen Punkten. In diesem Kapitel wird behandelt, warum wir uns für diese Variante der Umsetzung entschieden haben.

6.1.1 Navigation

Im Hi-Fi-Prototypen konnte die Ansicht bei den Analysen nicht gewechselt werden, beim Verbrauch allerdings schon (siehe Abbildung 5.1 und 5.2). Um dies zu lösen haben wir eine Hauptseite erstellt (siehe Abbildung 6.1), auf der sowohl der eigene Verbrauch als auch die Funktionen der Analyse ihren Ursprung finden. Per Klick auf eines der Button gelangt man auf eine weitere Seite, bei der man sich entscheiden kann, welche Ansicht man gerne hätte (siehe Abbildung 6.2). Abbildung 6.3 zeigt die schlussendliche Ansicht. Diese kann mithilfe des Mausekurses skaliert werden. Ausserdem werden beim darüber fahren die genauen Werte ausgegeben.



Abbildung 6.1: Endprodukt, Startseite nach der Erstanmeldung, Auswahl an Diagrammen

Abbildung 6.2: Endprodukt, Auswahl an Ansichten

Abbildung 6.3: Endprodukt, Verbrauchsansicht

Wir setzen ein konsistentes Layout über alle Analyse- und Verbrauchsseiten ein, was dem Prinzip der Übersichtlichkeit [6] entspricht. Ausserdem benutzen wir eine Art Breadcrumbs mit den wechselnden Titeln und Untertiteln was die Navigation zusätzlich erleichtert.

6.1.2 Design

Gegen Ende der Erstellung des Hi-Fi-Prototyps wurden wir auf das Barrierefreiheit-Tool von Adobe Color aufmerksam. Dies ermöglicht es zu prüfen, ob der Kontrast bei Texten und Symbolen gut ist. Aufgrund von Zeitmangel konnten wir dies im Hi-Fi-Prototypen nicht mehr umsetzen. Für die Umsetzung des Endprodukte haben wir jedoch die Farben für Texte, Hintergründe und Diagrammlinien geprüft und entsprechend den Ergebnissen ausgewählt. Gemäss den Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) gibt es drei Level für die Kontrastprüfung. Wir haben uns für die mittlere Stufe, also AA, entschieden, da sie eine hohe Verfügbarkeit ermöglicht und dennoch umsetzbar ist. Dies entspricht den Vorgaben von [19].

Wie bereits in Abbildung 5.1 gezeigt, haben die Beschreibungen der Funktionen bei Hi-Fi-Prototypen eine dunkle Schrift auf einem dunklen Hintergrund. Um einen besseren Kontrast zu haben, wurde die Beschriftung, wie in Abbildung 6.1 ersichtlich, auf weiss eingestellt. Ausserdem wurden die Page-Wechsel Symbole wie auch das Symbol für die Einstellungen von schwarz auf weiss gewechselt für eine bessere Erkennbarkeit.

Da das Info-Icon auf den Analyseseiten wie in Abbildung 5.2 gezeigt, teilweise nicht erkannt wurde, haben wir den Avatar auf jeder Seite eingefügt. Dieser übernimmt die Funktion des Info-Icons und liefert beim Anklicken Informationen über die aktuelle Seite. (siehe Abbildung 6.4).

Als wir auf der Suche nach einem passenden Avatar waren, haben wir Kumba, das Kamel auf der Titelseite dieser Arbeit) auf der Webseite vecteezy gefunden. Wir haben uns für diesen Avatar entschieden, da ein Kamel eine ruhige Ausstrahlung hat und daher gut zum Thema passt. Ausserdem gibt es von ihm noch andere Motive, welche für eine Weiterentwicklung des Projektes interessant sein könnten. Der Name war eine Eigenkreation. Kumba kann per Klick aktiviert werden und gibt eine Auskunft über die Nutzung der aktuellen Seite. Wie in Abbildung 6.6 dargestellt, ist die restliche Seite blurred und inaktiv, ausser Kumbas Aussagen, die Page Buttons wie auch der Button um zu den Einstellungen zu wechseln. Dies haben wir eingefügt, damit den Nutzer:innen klar wird, dass etwas "aufgepoppt" ist, welches die Aufmerksamkeit der Nutzenden benötigt. Dennoch sollten Nutzer:innen auf andere Seiten wechseln können. In diesem Fall ist die Seite nicht mehr geblurred und eingeschränkt. Dies haben wir so integriert, um für den Fall das einige Nutzer die Deaktivierung von Kumba nicht verstehen, weiterhin die Applikation nutzen können ohne sie neu starten zu müssen oder Hilfe durch Dritte zu brauchen.

Es gibt eine Abweichung zwischen der Kumba Funktion der Registrierung wie auch den Einstellungen und während der restlichen Applikation. Die Idee von Kumba ist es den Nutzer:innen zu unterstützen, falls diese Hilfe brauchen. Da aber nicht alle Nutzende eine Erklärung brauchen, um zu verstehen, was auf welcher Seite gezeigt wird, ist Kumba per Default inaktiv, kann aber per Klick aktiviert werden.

Bei der Registrierung Bedarf es einigen Erklärung, beispielsweise warum wir diese Angaben brauchen oder womit man sich registrieren soll. Ebenfalls ist es sinnvoll in den Einstellungen zu beschreiben, wozu diese gut sind. Wir gehen davon aus, dass dies dazu führt, dass einige Nutzer:innen Kumba nicht vergessen und ihm anklicken, wenn sie Informationen brauchen.

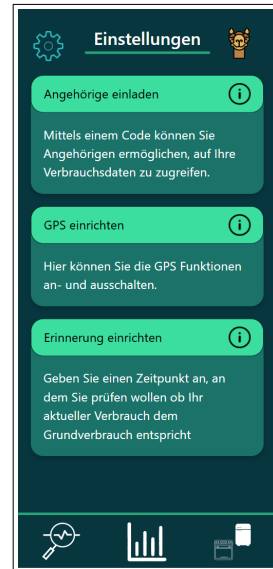


Abbildung 6.4: Endprodukt, Hauptansicht der Einstellungen

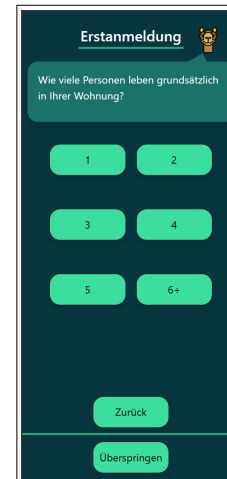


Abbildung 6.5: Endprodukt, Kumba während der Registrierung

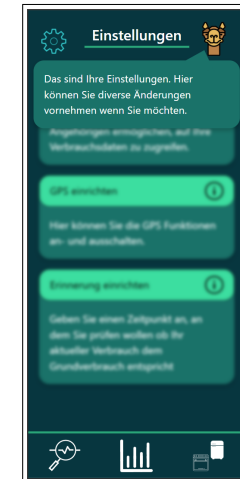


Abbildung 6.6: Endprodukt, Kumba, wenn er aktiv ist

Um die Animationen gering zu halten aber dennoch ein visuelles Nutzerfeedback zu ermöglichen, haben wir bei den Buttons Hover-Effekte implementiert. Die Page-Buttons werden beim darüber fahren leicht vergrößert, um Nutzer:innen deutlich zu machen, dass sie klickbar sind. Die restlichen Buttons reagieren auf Hover-Ereignisse mit einer leichten Verschiebung nach oben, wodurch den Nutzer:innen verdeutlicht wird, dass hier verschiedene Auswahlmöglichkeiten bestehen. Diese Effekte sind jedoch ausschliesslich auf Geräten mit Mauszeigern sichtbar, also nicht auf Smartphones erkennbar. Da gemäss [11] ein Grossteil unserer Nutzergruppe Computern den Smartphones vorzieht, stellt dies kein wesentliches Problem dar. Wir gehen davon aus, dass womöglich die Angehörigen die Applikation auf dem Smartphone nutzen. Diese sind wahrscheinlich technikaffiner und sollten aufgrund der bewusst einfachen und übersichtlichen Gestaltung der Applikation keine Schwierigkeiten bei der Bedienung haben.

Navigationselemente sind selbsterklärend, Hover-Feedback und Blur bei Informations-Pop-ups verbessern zudem die Orientierung. Icons und Buttons sind ausreichend gross und klar erkennbar, Animationen minimal gehalten. Kumba bietet zudem kontextbezogene Hilfestellungen. Diese Punkte erfüllen die in [19] genannten Anforderungen an eine altersgerechte Website.

6.1.3 Privatsphäre

Abbildung 6.7: Endprodukt, Nutzerregistrierung mit Platzhaltern

6.1.4 Registrierung

Gemäss dem Feedback von den Stakeholdern in Kapitel 5.2.2 haben wir zusätzlich die Frage eingeführt, ob die Nutzer:innen in einer Wohnung oder einem Einfamilienhaus wohnen.

Wir haben uns gegen die in Kapitel 5.2.3 besprochene Option entschieden, dass Nutzer:innen angeben sollen wie gross die Zimmer sind. Gemäss dem Gespräch mit den Stakeholdern ist diese Angabe nicht so wichtig wie die Unterscheidung von Haus und Wohnung oder welcher Heiztyp verwendet wird. Ausserdem müssen die Angaben nicht exakt sein, diese werden zu einem späteren Zeitpunkt lediglich für die Findung von Vergleichshaushalten benötigt.

Obwohl die Heizart gemäss den Stakeholdern leicht herauszufinden ist, werden einige historische Daten benötigt. Zusätzlich kann die Eigenproduktion von Strom durch beispielsweise Solarzellen die Erkennung von Heizarten stören.

Einige Nutzer:innen haben während den Nutzertests Privatsphäre Bedenken geäussert sowie die Angst, von ihren Angehörigen kontrolliert zu werden, falls diese Zugriff auf ihren Verbrauch hätten. Aus diesem Grund sind per Default die GPS- und Reminder-Funktionen sowie die Einsicht durch Angehörige deaktiviert. Nutzende können diese Funktion bei Bedarf einzeln einschalten und jederzeit wieder deaktivieren. Während des zweiten Nutzertests wollte eine Nutzer:in nicht angeben, wie viele Personen in ihrem Haushalt wohnen. Deshalb haben wir zusätzlich die Funktion eingebaut, dass die Nutzer:innen jede einzelne Frage – bis auf das Verbinden mit SmartSpar – überspringen können. Damit dennoch das Layout der Registrierung mit dem Layout der restlichen Applikation übereinstimmt, ist der Button zum Überspringen an der gleichen vertikalen Position wie später die Page Buttons (siehe Abbildung 6.5). Auch hier wurden die in [19] vorgeschlagene Umsetzung implementiert. Bei der Registrierung wie auch den Einstellungen und dem Hinzufügen von Geräten sind die Formulare aufgrund von guten Überschriften und Platzhaltern (siehe Abbildung 6.7) selbsterklärend. Ausserdem bietet die Registrierung die Option, Fragen zu überspringen.

6.1.5 Ihre Geräte

Nach reiflicher Überlegung zu den in Kapitel 5.2.2 genannten Lösungsmöglichkeiten haben wir uns dagegen entschieden zu versuchen den Stromverbrauch pro Gerät zu erkennen. Wenn wir beispielsweise eine Waschmaschine nehmen, den Verbrauch messen, alles ausschalten oder eben anlassen, die Waschmaschine dann starten und nochmals messen, sind die Daten nicht zwingend korrekt. Einerseits ist gerade bei Waschmaschinen der Fall, dass diese beim Einschalten und Aufheizen mehr Strom benötigen als beim späteren Betrieb [20]. Andererseits besteht die Möglichkeit, dass genau in diesem Moment sich die Wärmepumpe einschaltet und dadurch der Verbrauch enorm steigt [21]. Auch die Möglichkeit einer simulierten Erkennung war nicht vernünftig umsetzbar, da der Verbrauch stark von Modell und Alter abhängt.

Das Feature wurde unabhängig vom Verbrauch der Nutzenden implementiert. Das Hinzufügen, Ändern sowie Ein- und Ausschalten oder gar Löschen hat somit keinen Einfluss auf den Verbrauch eines Haushaltes.

Abbildung 6.8: Endprodukt, die Liste der eigenen Geräte

Abbildung 6.9: Endprodukt, ein Gerät hinzufügen

Abbildung 6.10: Endprodukt, ein Gerät ändern, ausschalten oder löschen

Aufgrund der wiederholten Verwirrung rund um den Titel dieses Features (siehe Kapitel 5.1 wurde es nun in "Ihre Geräte" umbenannt. Dies wurde auch deswegen umbenannt, weil jetzt zusätzlich ausgeschaltete Geräte in der Liste angezeigt werden, dies werden aber grau hinterlegt, um die Inaktivität darzustellen. Somit sind alle Geräte des Haushaltes in der Liste vorhanden und es gibt kein Missverständnis mehr.

Beim Erstellen eines Gerätes kann die Nutzer:in einen Namen nach Belieben wählen, beispielsweise "Lampen (Keller)" wie in Abbildung 6.9 dargestellt. Der Typ wird verwen-

det, um sowohl das richtige Icon nachher in der Gesamtansicht anzuzeigen (siehe Abbildung 6.8), als auch den richtigen Farbcode zu verwenden.

Zur Bearbeitung der Geräteeigenschaften wählt die Nutzer:in in der Geräteliste ein Gerät aus. Wie in Abbildung 6.10 ersichtlich ist, können jetzt Änderungen vorgenommen, das Gerät ausgeschaltet oder – falls es entsorgt oder ersetzt wurde – gelöscht werden.

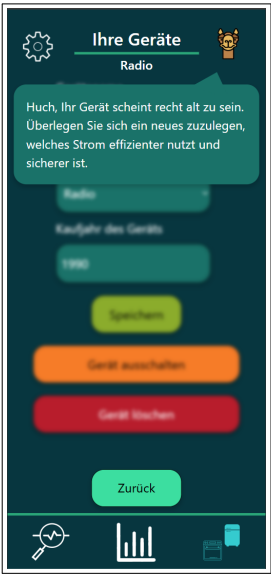


Abbildung 6.11: Endprodukt, Kumba reagiert falls ein Gerät älter ist als 10 Jahre

Abbildung 6.11 zeigt, wie Kumba Nutzende darauf hinweist, wenn ein Gerät ein gewisses Alter erreicht hat. Dies senkt nicht nur den Stromverbrauch, sondern fördert auch die eigene Sicherheit.

6.1.6 Aktueller Verbrauch prüfen

Bei Bedarf können Nutzer:innen auf den "Verbrauch prüfen" Button drücken um zu prüfen, ob der aktuelle Verbrauch (Verbrauch der letzten 15 min) über dem Grundverbrauch liegt oder nicht. Dieses Feature ist insbesondere vor dem Verlassen des Zuhauses oder dem zu Bett gehen sinnvoll (siehe Abbildungen 6.12 und 6.13).

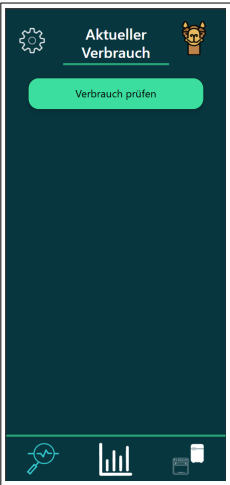


Abbildung 6.12: Endprodukt, Funktion, um den aktuellen Verbrauch zu prüfen

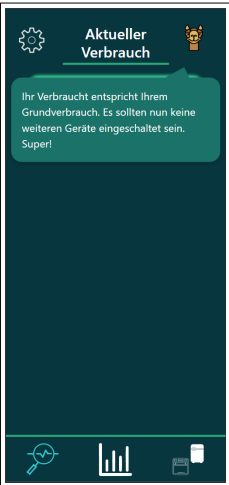


Abbildung 6.13: Endprodukt, Meldung, wenn der aktuelle Verbrauch dem Grundverbrauch entspricht

6.1.7 Einstellungen

Nutzer:innen und Angehörige können einige Änderungen in den Einstellungen vornehmen, diese unterscheiden sich aber.

Zuerst muss die Nutzer:in den Angehörigen erlauben auf ihre Daten zugreifen zu können. Ist dies der Fall, können alle Angehörige mit einem einmaligen Code (Hashcode aus Benutzername und Serial derNutzer:in) sich als Angehörige registrieren. Anschliessend kann der aktuelle Verbrauch, die Analysesichten wie auch die Geräteliste eingesehen werden. Es können aber keine Änderungen an den Geräten vorgenommen werden. Angehörige haben dann die Möglichkeit die Erinnerungsfunktion zu nutzen.

Um die GPS Funktion nutzen zu können muss der aktuelle Wohnort sowie eine Telefonnummer angegeben werden. Sobald sich das Smartphone ungefähr 200 Meter von diesem Ort entfernt und der aktuelle Verbrauch nicht dem Grundverbrauch entspricht, wird eine SMS an die Nutzer:in versendet mit dem Hinweis, das womöglich noch Geräte an sind.

Obwohl gemäss den Nutzertests (siehe Anhang D) viele Nutzer:innen ihre E-Mails häufiger prüfen als ihre SMS – durchschnittlich mehrmals pro Woche bis mehrmals täglich – entfaltet die E-Mail-Kommunikation nicht dieselbe Wirkung wie SMS. E-Mails werden meist am PC oder Laptop gelesen, die oft nicht ständig mitgeführt werden. SMS hingegen erreichen das Smartphone direkt, welches die Nutzer:innen eher bei sich tragen als ein

Computer oder Laptop. Daher werden SMS eher zeitnah wahrgenommen und ermöglichen eine unmittelbare Reaktion. Dies ist insbesondere für das GPS-Feature wichtig, weswegen wir uns für eine SMS Umsetzung entschieden haben.

Die Erinnerungsfunktion ist ähnlich aufgebaut, auch hier geben die Nutzer:innen ihre Telefonnummer an – wenn dies nicht schon beim GPS einrichten geschehen ist – sowie einen Zeitpunkt, an dem sie gerne erinnert werden möchte. So können die Nutzer:innen individuell entscheiden, wann sie daran erinnert werden möchte den aktuellen Verbrauch zu prüfen. Beispielsweise vor dem Schlafen gehen oder morgens vor dem Verlassen des zu Hause. Bei Nichtbedarf kann diese, wie auch die vorher genannten Funktionen, jederzeit wieder ausgeschaltet werden.

6.2 Technische Umsetzung

Die endgültige Entscheidung, welchen TechStack wir verwenden, fiel erst spät im Projekt. Grund dafür war die Unsicherheit, ob auf einer bereits bestehenden Applikation aufgebaut oder eine neue App bzw. Webapp entwickelt werden sollte.

Eine Möglichkeit wäre gewesen, die Funktionen entweder in der App oder Webapp von SmartSpar zu integrieren. Nach dem Gespräch mit Andreas haben wir uns jedoch dagegen entschieden, da der Zeitaufwand für das Einarbeiten in seinen Code gemäss seiner Aussage zu gross wäre.

Die andere Option war die Entwicklung einer eigenen Applikation, was den Vorteil mit sich brachte die Architektur vollständig auf die Bedürfnisse der Nutzergruppe abzustimmen.

Wie bereits in Kapitel 2.1 erwähnt, ist der Computer das am häufigsten genutzte technische Gerät. Zusätzlich haben wir durch die Fragebögen während den Nutzertests erfahren, dass sowohl der Computer als auch das Smartphone zu den beliebtesten Geräten zählen. Ausserdem gaben bei beiden Tests jeweils zwei Nutzer:innen an, auch ein Tablet zu besitzen. Um möglichst vielen Nutzer:innen den Zugang zu unserer Applikation zu ermöglichen, haben wir uns deswegen entschieden eine Webapplikation zu entwickeln.

6.2.1 TechStack

Beide Projektteilnehmer haben während dem Projekt das Modul Web Frameworks belegt. Nachdem wir das letzte Feedback zu unserem Hi-Fi-Prototyp eingeholt haben, hatten wir gerade das Thema React und JavaScript mit SpringMVC und Java im Backend. Der Hauptvorteil des klassischen Ansatzes ist die einfache Übergabe des Projektes an andere Entwickler aufgrund der weiten Verbreitung dieses Ansatzes. Wir haben uns deswegen für den klassischen TechStack einer WebApplikation entschieden.

Backend (Spring Boot)

Für die Entwicklung des Backends haben wir uns für Spring Boot mit Java entschieden, da es einen klaren Fokus auf REST-Architekturen, einfache Konfiguration und hohe Stabilität bietet. Ausserdem lässt es sich einfach erweitern. Insbesondere ist das für dieses Projekt wichtig, da bei einer möglichen Weiterentwicklung neue oder geänderte Anforderungen und Features die Architektur nicht beeinträchtigen sollten. Das Backend:

- verarbeitet Anfragen an SmartSpar
- persistiert Nutzerdaten und Verbrauchswerte in einer lokalen H2-Datenbank
- berechnet den Grundverbrauch und erstellt Vergleichswerte
- verarbeitet GPS- und Reminder-Daten und informiert die Nutzer:in entsprechend

Frontend (React)

Für das Frontend wurde React gewählt, da es eine breite Community, hohe Wiederverwendbarkeit durch Komponenten und eine sehr gute Integration mit modernen Visualisierungsbibliotheken wie ApexCharts bietet, welches wir für die Darstellung der Verbrauchsdiagramme benötigen. Ausserdem wollten wir beide eine neue Programmiersprache erlernen. Zwar kannte Francine React schon aus dem IP34, aber gross angewandt hat sie es damals nicht. Das Frontend:

- zeigt Diagramme und Auswertungen an
- nutzt einfache und klare visuelle Darstellungen
- unterstützt kontrastreiche Designs für Senioren
- zeigt in einer separaten Ansicht alle derzeit vorhandenen Geräte
- ermöglicht die Überprüfung des aktuellen Stromverbrauchs
- ermöglicht der Nutzer:in Änderungen an den GPS, Reminder und Angehörigen Funktionen vorzunehmen.

Datenbank (H2)

Für die Datenspeicherung während der Entwicklung wurde H2 als leichtgewichtige, speicherinterne Datenbank eingesetzt. Dies erlaubte eine einfache Entwicklung ohne komplexes Setup. Da das Projekt aktuell noch keinen festen Kunden hat, war es sinnvoll, eine leichtgewichtige Datenhaltung zu wählen. So kann flexibel auf spätere Anforderungen, etwa hinsichtlich Datenformat oder Speichertechnologie, reagiert werden. Die Daten werden dennoch in einer .mv.db gespeichert.

6.2.2 Externe APIs und Kommunikationsdienste

In diesem Unterkapitel werden die benötigten APIs und weitere Dienste behandelt, welche für die Umsetzung des Endproduktes notwendig waren.

Datenanbindung

Die Verbindung zum physischen Smart Meter erfolgt über die SmartSpar-Schnittstelle, welche in regelmässigen Abständen (alle 15 Minuten) aktuelle Verbrauchsdaten übermittelt. Diese Daten werden im Backend verarbeitet, gespeichert und dem Frontend zur Visualisierung zur Verfügung gestellt.

Die Kommunikation erfolgt über die SmartSpar-API, welche mittels der SwaggerAPI-Spezifikation dokumentiert ist. Für den Datenzugriff ist eine eindeutige Geräte-Seriennummer (Serial) erforderlich, welche zur Identifikation des Smart Meter dient. Zusätzlich wird ein Access-Token benötigt, der die Berechtigung zur Abfrage sichert. Da wir nur die Daten von Michel zur Verfügung hatten, haben wir diese als fixe Login- bzw. Registrierungs-Werte implementiert.

Im Rahmen der Entwicklung war es möglich, alle Stromverbrauchsdaten des letzten Jahres erfolgreich über Curl-Befehle abzurufen und in einer lokalen JSON-Datei zu speichern. Es gelang uns leider nicht diese Daten mit einer Java Implementation in die Applikation zu laden. Diese Daten dienen derzeit als Datenquelle für die Anwendung. Sie ermöglichen es, den Stromverbrauch im Frontend realitätsnah darzustellen, allerdings handelt es sich nicht um Echtzeitdaten, sondern um echte historische Daten aus der Vergangenheit.

Innerhalb der Anwendung konnte der LastCiiPush (letztes Ablesen von den Verbrauchsdaten) Endpunkt erfolgreich genutzt werden, um die aktuellen Verbrauchswerte der letzten 15 Minuten darzustellen. Die Daten werden live über eine Java Implementation geladen.

Leider haben wir festgestellt, dass manchmal die API den Zugriff nicht zulässt. Ist dies der Fall, werden die Daten simuliert. Nach aktueller Einschätzung liegt die Ursache hierfür sehr wahrscheinlich bei der SmartSpar-Schnittstelle, Swagger UI oder dem verwendeten Access-Token.

SMS-Versandserver

Da es sich um ein Prototyp-Projekt ohne echten Kunden handelt, stand kein eigener SMS-Server mit fester Absendernummer zur Verfügung. Daher wurde für den SMS-Versand der Anbieter Twilio verwendet.

Twilio eignet sich besonders für Entwicklungs- und Testumgebungen ohne vorhandene Infrastruktur. Ausschlaggebend für die Wahl war unter anderem die umfangreiche technische Dokumentation.

Ein wesentlicher Nachteil besteht allerdings darin, dass im kostenlosen Entwicklungsmodus nur vorab manuell verifizierte Telefonnummern kontaktiert werden können. Für produktive Einsätze wäre daher ein kostenpflichtiges Twilio-Konto oder ein alternativer Anbieter mit offenem Empfangskanal erforderlich.

Da das Projektbudget bei null Franken lag, kamen professionelle Anbieter wie smsmode oder SMSup nicht in Frage, da sie bereits für Basisfunktionen kostenpflichtige Tarife verlangen. Auch andere Dienste erfordern spätestens für den Empfang von SMS von beliebigen Absendern einer virtuellen Nummer, die zusätzliche Kosten verursacht. Deswegen stellt Twilio – trotz der Einschränkungen im kostenlosen Modus – die am besten geeignete Lösung für das Projekt dar.

GPS-Daten

Für die Ermittlung geografischer Koordinaten auf Basis von Adressdaten wurde die Google Maps Geocoding API eingesetzt. Diese ermöglicht es, über eine HTTP-Schnittstelle Adressen in Breiten- und Längengrade umzuwandeln – ein Prozess, der im Projekt notwendig war, um sowohl benutzerbezogene Wohnorte als auch den aktuellen Standort verarbeiten zu können.

Ausschlaggebend für die Wahl dieser API war neben der Zuverlässigkeit und globalen Abdeckung insbesondere die einfache Integration die Applikation. Über einen einfachen HTTP-Request konnten strukturierte JSON-Antworten abgerufen und mithilfe des ObjectMapper-Frameworks verarbeitet werden. Auch hier trug die umfangreiche Dokumentation von Google, insbesondere die Codebeispiele, zu der Entscheidung bei. Darüber hinaus bietet die API auch Möglichkeiten zur visuellen Darstellung von Standorten, beispielsweise auf einer Karte. Diese Funktionalität wurde im Rahmen dieses Projekts zwar nicht genutzt, könnte jedoch bei Weiterführung des Projektes interessant werden.

Ein Nachteil ist, dass die API nur in begrenztem Umfang kostenlos nutzbar ist. Zwar stellt Google einige kostenlose Anfragen pro Monat zur Verfügung, für produktive Anwendungen mit hohem Anfragevolumen müssten jedoch Kosten eingeplant werden. In der prototypischen Anwendung reichte das jedoch aus.

6.3 Simulation

Wie bereits in Kapitel 3.2 erwähnt, haben wir einige innovative Features, welche aktuell noch nicht technisch umsetzbar sind, daher mussten einige Daten und Funktionen simuliert werden weswegen hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

6.3.1 Geräte

Wie bereits im Kapitel 6.1.5 erwähnt, ist das ganze Feature nur als Klick-Prototyp implementiert.

6.3.2 Grundverbrauch

Erst bei der Umsetzung fiel uns auf, dass die Verbrauchsdaten von Michel während dem Tag zum Teil auf 0 fielen. Meistens zu der Zeit, bei der er auf der Arbeit ist und somit nur der Grundverbrauch angezeigt werden sollte, der Verbrauch ist aber bei 0. Dies liegt daran, dass Michel Solarzellen hat und diese vor allem durch den Tag aktiv sind und Strom produzieren.

Sein Smart Meter gibt somit nicht den Verbrauch an Strom an, sondern lediglich wie viel er vom Netz bezieht. Da wir nicht wissen wie viel Strom seine Solarzellen produzieren, können wir dies nur schätzen. Allerdings ist dies stark von Tages- und Jahreszeit wie auch dem Wetter abhängig. Je nach Wetterlage produziert er ausserdem mehr als er für seinen Eigenverbrauch benötigt. Es gibt also keine Möglichkeit zu evaluieren wie viel Strom er wann wirklich bezieht. Daher haben wir uns dazu entschieden den Grundverbrauch aus dem Jahrestag zu nehmen, wo der Verbrauch am tiefsten war. In einer Weiterentwicklung dieser Applikation wäre es wichtig, die Daten von der Stromzufuhr aus den Solarzellen zu bekommen.

6.3.3 Vergleichshaushalte

Zum aktuellen Zeitpunkt wurden die Daten in ein JSON-File gespeichert (Zeitraum 1 Jahr) da die Erhebung der Daten noch nicht möglich ist. Aus diesen Daten wird der Vergleichshaushalt simuliert. Wir wissen von der SmartSpar Website, dass der Verbrauch von Michel unter dem Durchschnitt liegt. Der Jahresverbrauch (Zählerstand) wird auf SmartSpar mit einem fixen Wert (vermutlich vom Stromanbieter) verglichen. Der Jahresverbrauch zu vergleichen ist für uns nicht interessant. Es soll möglich sein, jeden Tag des Jahres einen Vergleich zwischen dem Vergleichshaushalt und dem eigenen Verbrauch zu machen. Aus diesen Gründen simulieren wir die Daten, indem wir einen fixen Wert und eine Zufallszahl dazu rechnen. Dies dient nur als Zwischenlösung und sollte beim Weiterentwickeln der App berücksichtigt werden. Sobald mehr Nutzerdaten vorhanden sind als nur die von Michel, wird es möglich sein, aus allen Daten der Nutzer:innen einen Mittelwert zu berechnen und diesen für den Vergleichshaushalt zu benutzen. Dann werden auch die von Nutzer:innen getätigten Angaben zu Anzahl Personen im Haushalt, Anzahl Zimmer etc. relevant.

7 Diskussion

7.1 Limitierungen

Aktueller Stand der Technologie und unsere Simulationen. Ein wichtiger Punkt für den Erfolg des Projektes sind ausführliche Nutzertests, aufgrund der fehlenden Reaktion durch unsere ursprüngliche Kundin, wie auch Altersheime konnten unsere Prototypen (Lo-Fi und Hi-Fi) nur mit 7 Personen getestet werden. Leider reichte uns die Zeit nicht, um am Ende nochmals Nutzertests mit dem fertigen Produkt durchzuführen. Für eine auf den Endkunden abgestimmte Applikation sind jedoch weitere Nutzertests notwendig [22]. Ausserdem betrug das Budget für dieses Projekt null Franken, was die Auswahl an APIs stark reduzierte und teilweise Funktionen erschwerte.

7.2 Projektfortsetzung

Das Projekt hat viel Potenzial für diverse Erweiterungen. Allerdings muss beachtet werden, dass die aktuellen technischen Möglichkeiten beschränkt sind. Einige davon können in einem weiteren IP5 oder IP6 erarbeitet werden:

- Wie muss sich der Avatar (Kumba) je nach Situation verändern, damit Nutzer:innen nur anhand des Avatars klar ist, ob die Situation positiv oder negativ ist?
- Welche weiteren smarten Funktionen verbessern die Sicherheit einer Nutzer:in? (Bsp. In der Vergangenheit haben Sie vergessen das Licht im Bad auszuschalten)
- Welcher Einfluss hat die Saison auf den Stromverbrauch und wie kann diese Analyse für die Nutzer:in verwendet werden?
- Wie kann verdeutlicht werden, dass weniger Strom zu verbrauchen eine Sparmassnahme ist?
- Welche Daten müssen erfasst werden, um auf Nutzer:innen zugeschnittene Tipps zu generieren?
- Wie kann die Interaktion vereinfacht werden durch beispielsweise eine Sprachausgabe, sodass die Applikation von allen Nutzenden mit unterschiedlichen körperlichen und kognitiven Fähigkeiten genutzt werden kann?
- Wie sollen Nutzer:innen die Möglichkeit haben neue Geräte mit neuen Icons und Typen zu erstellen?

Andere davon können erst in der Zukunft umgesetzt werden:

- Wie können aktive Geräte und ihr Verbrauch erkannt werden?
- Wie können Geräte ein- und ausgeschaltet werden mit Kopplung an Smart Home Applikationen?
- Wie kann die Eigenproduktion von beispielsweise Solarzellen beim Verbrauch berücksichtigt werden?
- Welche Daten und Analysen sind notwendig um eine grobe Verbrauchsprognose zu erstellen?

Das Erkennen des Verbrauchs pro Gerät ist mit der heutigen Technologie noch nicht möglich. Einzelne Geräte bei Nichtverbrauch abzuschalten wäre aktuell möglich, ist allerdings mit einem finanziellen Aufwand verbunden. Dies dürfte erst in ein paar Jahren Standard sein bzw. mit den Geräten mitgeliefert werden.

Die Erkennung der Produktion von Solarzellen ist zwar möglich, aber die Daten müssen erst erfasst und in die Applikation integriert werden und das pro Anbieter.

Die Prognosen werden wohl frühestens mit dem Vorhandensein von vielen historischen Daten möglich sein. Die Analyse des Verbrauches über unterschiedliche Wochen und gar Jahre kann grobe Aufschlüsse darüber geben wie sich der Verbrauch in der kommenden Zeit verändern wird.

7.3 Voraussetzungen für einen realen Betrieb

Damit das Projekt produktiv und ohne Simulation betrieben werden kann, sind mehrere technische und infrastrukturelle Voraussetzungen notwendig. In in der aktuellen Version sind zahlreiche Komponenten (z.B. Nutzerdaten, SMS-Verifizierung) simuliert oder vereinfacht implementiert worden. Für den realen Betrieb sind diverse reale Nutzerdaten sowie abgestimmte Schnittstellen notwendig.

- **SMS-Versand:** Die aktuelle SMS-Benachrichtigung basiert auf einem Testmodus, der nur an manuell verifizierte Telefonnummern Nachrichten versendet. Für den Produktivbetrieb muss ein Dienst wie Twilio oder ein vergleichbarer Anbieter eingebunden werden, inklusive Kosten und Handling von Fehlern.
- **GPS-Daten:** Die aktuelle Lösung nutzt eine begrenzte Version der Google Maps Geocoding API. Für den produktiven Einsatz muss ein stabiler Zugang mit ausreichendem Anfragevolumen eingerichtet werden. Ausserdem sind aktuell noch die Kontodaten von Francine mit dem Access-Token verknüpft, da sonst keine freie Nutzung von bis zu 10'000 gratis Anfragen möglich war.
- **Echte Vergleichsdaten:** Statt statischer oder simulierter Daten müssen reale Messdaten von mehreren Smart Metern bezogen werden. Dies erfordert echte Nutzerdaten von mehreren Nutzer:innen.
- **Datenschutz:** Die Verarbeitung personenbezogener Daten (Verbrauch, Verhalten, Telefonnummern, Wohnort) erfordert ein durchdachtes Datenschutzkonzept, inklusive Einwilligungen, Löschkonzept und Verschlüsselung.
- **Gerätemananger:** Der Gerätemananger ist bis jetzt nur ein Klick-Prototyp und müsste noch komplett umgesetzt werden.
- **API:** Die SmartSpar-Schnittstelle ist noch instabil, es sollte eine Lösung mit SmartSpar gefunden werden.
- **Frontend-Refactoring:** Einige Codestellen im Frontend enthalten Wiederholungen oder unklare Zustandsübergänge. Ein umfassendes Refactoring ist notwendig, um die Wartbarkeit, Erweiterbarkeit und Stabilität der Anwendung sicherzustellen. Ausserdem sollten mehr Tests (API, Integration, System und Acceptance) erstellt und durchgeführt werden.

Erst mit der Umsetzung dieser Punkte ist die Applikation auch real einsatzfähig. Dies bedingt allerdings, dass ein möglicher Projektpartner dieses Projekt auch wirklich umsetzen möchte und auch bereit ist die finanziellen Kosten zu tragen.

8 Fazit

Im Rahmen dieser Projektarbeit haben wir uns mit der Konzeption und Umsetzung einer altersgerechten Webapplikation zur Visualisierung von Stromverbrauchsdaten, basierend auf der Smart Meter Technologie, wie der Förderung von Sicherheit im eigenen Zuhause, befasst. Die Zielgruppe der Applikation sind Menschen ab dem Alter von 65 Jahre, die auf einfache Weise Energie sparen und sich sicherer fühlen möchten. Die Applikation soll nicht nur Informationen zum Stromverbrauch darstellen, sondern auch innovative Features wie das Verwenden eines Avatars, welcher den Nutzer:innen zusätzliche Informationen bietet, liefern.

Zu Beginn des Projekts erfolgte gemeinsam mit den betreuenden Coaches eine Definition der Zielsetzung und Problemstellung. Daraufhin führten wir eine Recherche zur Smart Meter Technologie wie auch ihren Kundenschnittstellen durch. Gespräche mit den Stakeholdern verdeutlichten jedoch schnell die bestehenden technischen Einschränkungen: Einige gewünschte Funktionen lassen sich derzeit nur eingeschränkt oder gar nicht umsetzen. In Abstimmung mit den Coaches entschieden wir uns daher, bestimmte Funktionalitäten im Rahmen von Simulationen nur als Klick-Prototypen umzusetzen.

Um eine auf die Zielgruppe abgestimmte Struktur und Gestaltung zu entwickeln, erarbeiteten wir zunächst einen Lo-Fi- später einen Hi-Fi-Prototyp. Aufgrund des iterativen Prozesses konnten wir die Rückmeldungen direkt in die Weiterentwicklung einfließen lassen. Kritisch angemerkt wurden dabei insbesondere die Schriftgrösse und die Verständlichkeit von Symbolen. Dennoch waren die Ergebnisse klar: Die Hälfte der Testpersonen konnte sich eine tatsächliche Nutzung der Applikation im Alltag vorstellen.

Zur Förderung der Alltagssicherheit älterer Menschen haben sich in unserer Forschung insbesondere vier Funktionen als besonders relevant herausgestellt. Nutzer:innen sollen jederzeit die Möglichkeit haben, ihren aktuellen Stromverbrauch selbstständig zu prüfen. Falls dieser ungewöhnlich hoch ist, erhalten sie eine Benachrichtigung in der Webapplikation über den Avatar Kumba, der sie darauf aufmerksam macht, dass möglicherweise noch grössere Verbraucher aktiv sind. Zusätzlich können Angehörige eingeladen werden, ebenfalls auf die Verbrauchsdaten zuzugreifen. So kann die Sicherheit der Nutzer:innen aus der Ferne unterstützt werden. Eine weitere sicherheitsfördernde Funktion ist das GPS-Tracking: Wenn sich die Nutzer:innen mehr als 200 Meter vom Wohnort entfernen und der Stromverbrauch noch über dem festgestellten Grundverbrauch liegt, wird eine automatische SMS verschickt um daran zu erinnern, dass möglicherweise noch Geräte eingeschaltet sind. Ergänzt wird dies durch eine Erinnerungsfunktion, bei der Nutzer:innen eine gewünschte Uhrzeit festlegen können, zu der sie regelmässig per SMS daran erinnert werden, ihren aktuellen Verbrauch zu überprüfen.

Technisch betrachtet ist die Umsetzung dieser Vision allerdings noch an gewisse Voraussetzungen geknüpft. So fehlen bislang stabile Schnittstellen zu Echtzeit-Stromverbrauchsdaten, ebenso wie eine flächendeckende Integration von Smart Home. Diese Limitierungen spiegeln sich auch in den simulierten Funktionalitäten unserer Anwendung wider. Trotz dieser Einschränkungen konnte der entwickelte Prototyp die Machbarkeit einer solchen Lösung aufzeigen.

Gleichzeitig weist unsere Arbeit den Weg für mögliche Weiterentwicklungen. Der Avatar Kumba bietet ein grosses Potenzial für situationsadaptive Interaktionen. Auch Funktionen wie die Berücksichtigung saisonaler Verbrauchsschwankungen, individualisierte Energiespartipps oder die Ergänzung durch eine Sprachassistentz könnten die Applikation noch stärker auf die Bedürfnisse der Nutzer:innen ausrichten und das Nutzererlebnis weiter ver-

bessern. Einige dieser Ideen könnten im Rahmen zukünftiger Projekte weiterentwickelt werden, falls die technologischen Voraussetzungen gegeben sind.

Abschliessend lässt sich festhalten, dass unsere entwickelte Webapplikation einen ersten, aber wichtigen Schritt zur digitalen Inklusion im Energieverbrauch darstellt. Sie zeigt, wie eine technikbasierte Lösung sowohl den Energieverbrauch transparenter machen als auch zur Alltagssicherheit beitragen kann. Insbesondere für ältere Menschen wird dadurch ein besserer Zugang zur digitalen Welt des Energiemanagements ermöglicht.

Quellenverzeichnis

- [1] unbekannt. *Smart Meter*. Verfügbar unter: <https://www.dwds.de/wb/Smart%20Meter> (besucht am 2025-05-01).
- [2] unbekannt. *Smart-Meter-Installation in Zürich nimmt Fahrt auf*. 2024-10-03. Verfügbar unter: https://www.ewz.ch/de/ueber-ewz/newsroom/medienmitteilungen/2024/Smart-Meter-Installation_Zuerich.html (besucht am 2025-05-01).
- [3] Energie und Kommunikation (UVEK) Eidgenössisches Departement für Umwelt Verkehr. *Stromversorgungsverordnung (StromVV), Kapitel 3:Netznutzung Artikel 8d*. 2008-04-01. Verfügbar unter: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2008/226/de> (besucht am 2025-05-01).
- [4] EBL. *Smart Meter*. Verfügbar unter: <https://www.ebl.ch/de/privatkunden/strom/smart-meter> (besucht am 2025-04-21).
- [5] BKW. *Smart Meter*. Verfügbar unter: <https://www.bkw.ch/de/strom-in-der-grundversorgung/strom-beziehen/stromkosten-rechnung/stromzaehler-ablesung/smart-meter> (besucht am 2025-04-21).
- [6] unbekannt. *Smart Meter Kundenschnittstelle – EBL*. Verfügbar unter: <https://www.ebl.ch/de/privatkunden/strom/smart-meter-kundenschnittstelle> (besucht am 2025-04-21).
- [7] digital.swiss. *Umsetzungsarbeiten Energiestrategie 2050 – digital.swiss*. Verfügbar unter: <https://digital.swiss/de/aktionsplan/massnahme/umsetzungsarbeiten-energiestrategie-2050> (besucht am 2025-04-21).
- [8] EBL. *Erfolgreicher Power Talk zu Smart Meter: EBL ermöglicht transparente Diskussion*. 2025. Verfügbar unter: <https://www.ebl.ch/de/ueber-uns/news/medienmitteilungen/erfolgreicher-power-talk-zu-smart-meter-ebl-ermoglicht-transparente-diskussion> (besucht am 2025-04-15).
- [9] unbekannt. *Smart-Meter-Installation in Zürich nimmt Fahrt auf*. 2024-10-03. Verfügbar unter: https://www.ewz.ch/de/ueber-ewz/newsroom/medienmitteilungen/2024/Smart-Meter-Installation_Zuerich.html (besucht am 2025-05-01).
- [10] MFA Informatik AG. *Für Private*. Verfügbar unter: <https://smartspar.ch/> (besucht am 2025-05-01).
- [11] A. Seifert. *DIGITALE SENIOREN 2020*. 2020-09. Verfügbar unter: <https://www.prosenectute.ch/de/fachwelt/publikationen/studien/digitale-senioren.html> (besucht am 2025-05-03).
- [12] AAL. *ABOUT US*. Verfügbar unter: <https://www.aal-europe.eu/about/> (besucht am 2025-05-03).
- [13] A. Wanka und V. Gallistl. *Ältere Menschen und Digitalisierung aus der Sicht der kritischen Gerontologie*. 2020. Verfügbar unter: <https://www.achter-altersbericht.de/fileadmin/altersbericht/pdf/Expertisen/Expertise-Wanka-und-Gallistl.pdf> (besucht am 2025-05-03).
- [14] Berner Fachhochschule. *Tech für alle – statt Apps fürs Alter*. 2024-10-21. Verfügbar unter: <https://www.bfh.ch/de/aktuell/storys/2024/altersdiskriminierung-digitalisierung/> (besucht am 2025-05-03).
- [15] Stadt Zürich. *Smart-Meter-Installation in Zürich nimmt Fahrt auf*. 2024-10-03. Verfügbar unter: <https://www.stadt-zuerich.ch/de/aktuell/medienmitteilungen/2024/10/smart-meter-installation-in-zuerich-nimmt-fahrt-auf.html> (besucht am 2025-05-03).
- [16] Nero. *The Future of Smart Meters: Advancements and Innovations*. 2025-06-12. Verfügbar unter: <https://neroelectronics.com/content/about/news/the-future-of-smart-meters-advancements-and-innovations/> (besucht am 2025-06-12).
- [17] unbekannt. *gPlug*. Verfügbar unter: <https://gplug.ch/> (besucht am 2025-04-21).
- [18] unbekannt. *Das ist whatwatt Go*. Verfügbar unter: <https://whatwatt.ch/de> (besucht am 2025-05-01).
- [19] Alireza Darvishy und Carl August Zehnder. *Altersgerechte Webseitengestaltung*. 2013-01. Verfügbar unter: https://www.ageweb.ch/fileadmin/user_upload/documents/Altersgerechte_Webseitengestaltung_ZHAW.pdf (besucht am 2025-03-10).
- [20] bewusst-haushalten. *Wie viel Strom und Wasser verbraucht eine Waschmaschine?* Verfügbar unter: <https://www.bewusst-haushalten.at/faq/waschen-und-trocknen/strom-wasser-verbrauch-waschmaschinen> (besucht am 2025-06-10).
- [21] Energiekonzepte Deutschland. *Anlaufstrombegrenzer*. Verfügbar unter: <https://www.ekd-solar.de/waermepumpe-funktionsweise/anlaufstrombegrenzer/> (besucht am 2025-06-10).
- [22] Kate Moran. *Usability (User) Testing 101*. Verfügbar unter: https://www.nngroup.com/articles/usability-testing-101/?utm_source=chatgpt.com (besucht am 2025-06-11).

Glossar

Begriff	Beschreibung
Ambient Assisted Living (AAL)	Eine Organisation welche Technologien und Dienstleistungen erstellt, um ältere oder hilfsbedürftige Menschen im Alltag zu unterstützen.
blurred	Englischer Begriff für „unscharf“ oder „verschwommen“. In der Benutzeroberfläche ist dies eine Darstellung, bei der Inhalte absichtlich unleserlich gemacht werden, um den Fokus beizubehalten.
Dashboards	Benutzeroberflächen, die Daten und Kennzahlen in übersichtlicher und meist grafischer Form darstellen.
Default	Voreinstellung oder Standardwert, der verwendet wird, wenn keine benutzerspezifische Anpassung vorgenommen wurde.
Elektra Baselland (EBL)	Regionaler Energieversorger in der Schweiz, der unter anderem für die Einführung von Smart Metern in seinem Versorgungsgebiet zuständig ist.
HashCode	Eine aus einer Zeichenkette berechnete kurze Zeichenfolge fester Länge, die eine eindeutige Identifikation oder Integritätsprüfung von Daten ermöglicht.
intelligente Messsysteme (iMSys)	Digitale Messsysteme, die in regelmässigen Abständen den Strom-, Gas- oder Wasserverbrauch erfassen.
Page-Wechsel Symbole	Symbole in der Benutzeroberfläche, die den Wechsel zwischen verschiedenen Seiten oder Ansichten ermöglichen.
Responsive Design	Die Gestaltung von Benutzeroberflächen die sich flexibel an verschiedene Bildschirmgrössen anpassen können.
TechStack	Kombination von Programmiersprachen, Frameworks, Bibliotheken und Tools, die gemeinsam zur Entwicklung einer Softwareanwendung eingesetzt werden.
Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)	Internationale Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung von Webinhalten, die sicherstellen sollen, dass Websites für alle Menschen zugänglich sind. Weitere Informationen unter: https://www.wcag.com/resource/what-is-wcag/

Ehrlichkeitserklärung

Wir erklären hiermit, dass wir den vorliegenden Leistungsnachweis selber und selbständig verfasst haben,

- dass wir sämtliche nicht von uns selber stammenden Textstellen und anderen Quellen wie Bilder etc. gemäss gängigen wissenschaftlichen Zitierregeln korrekt zitiert und die verwendeten Quellen klar sichtbar ausgewiesen haben;
- dass wir in einer Fussnote oder einem Hilfsmittelverzeichnis alle verwendeten Hilfsmittel (KI-Assistenzsysteme wie Chatbots, Übersetzungs- Paraphrasier- oder Programmierapplikationen) deklariert und ihre Verwendung bei den entsprechenden Textstellen angegeben haben;
- dass wir sämtliche immateriellen Rechte an von uns allfällig verwendeten Materialien wie Bilder oder Grafiken erworben haben oder dass diese Materialien von uns selbst erstellt wurden;
- dass das Thema, die Arbeit oder Teile davon nicht bei einem Leistungsnachweis eines anderen Moduls verwendet wurden, sofern dies nicht ausdrücklich mit der Dozentin oder dem Dozenten im Voraus vereinbart wurde und in der Arbeit ausgewiesen wird;
- dass wir uns bewusst sind, dass unsere Arbeit auf Plagiate und auf Drittauthorschaft menschlichen oder technischen Ursprungs (Künstliche Intelligenz) überprüft werden kann;
- dass wir uns bewusst sind, dass die Hochschule für Technik FHNW einen Verstoss gegen diese Eigenständigkeitserklärung bzw. die ihr zugrundeliegenden Studierendenpflichten der Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule für Technik verfolgt und dass daraus disziplinarische Folgen (Verweis oder Ausschluss aus dem Studiengang) resultieren können.

Windisch, 13. Juni 2025

Name: Francine Schwarb

Unterschrift:

Name: Raphael Kumbartzki

Unterschrift: 

A Aufgabenvereinbarung

Windisch, 15.04.25

Informationen zum Projektablauf & Projektvereinbarung IP5, Smart Meter-App: Alltagshilfe für ältere Menschen

Betreuer: Norbert Seyff
Nitish Patkar

Auftraggeber: Norbert Seyff
Nitish Patkar

Projektdauer: 18.02.2025 bis 13.06.2025

Revisionen

Version	Datum	Änderungen
3	21.03.2025	Zweiter Entwurf aufgrund von Feedback im Mail vom 18.03 von Nitish Patkar. Anpassung der Fragestellungen 2 und 3.
2	07.03.2025	Zweiter Entwurf aufgrund von Feedback im Mail vom 28.02 von Nitish Patkar und im Meeting vom 04.03 von Norbert Seyff, kleinere Änderungen in Kapitel 3.1, 3.2 und 3.4, Form der Fragestellungen überarbeitet, Arbeitspakete zusammengefasst und Zeitplan entsprechend angepasst, R-3 geändert von «Ungenügende Usability Tests» zu «Wenige Teilnehmer an User Tests», R-4 geändert von «Ungenügendes Testing des Codes» zu «Fehlende Smart-Meter Daten», R-7 hinzugefügt
1	28.02.2025	Erster Entwurf der Aufgabenvereinbarung

Aufgabenstellung

1. Einarbeitung

1.1 Erwartungen zum Projektablauf

Termine

Fixieren Sie Termine frühzeitig, d.h. Reviews mit dem Kunden und ca. alle 2-3 Wochen einen Besprechungstermin mit Ihren Betreuern. Klären Sie allfällige Abwesenheiten gleich zum Projektstart.

Meetings

Meetings sind grundsätzlich dazu vorgesehen, den aktuellen Projektstand zu besprechen, Fragen zu klären, Ideen zu diskutieren und die nächsten Schritte zu planen.

Senden Sie vorgehend eine Traktandenliste sowie alle weiteren nötigen Unterlagen an die Betreuenden. Erläutern Sie zu Beginn jedes Projektmeetings den aktuellen Projektstand, die Fortschritte und Probleme sowie die geplanten Schritte.

Sie können die Meetings nach Absprache und bei Bedarf auch für spezifische Fragestellungen nutzen (z.B. Micro-Teaching, Brainstorming, Präsentation von Ergebnissen oder Mentoring). Kommen Sie jedoch mit möglichst konkreten Fragestellungen an eine Besprechung.

Bitte halten Sie die besprochenen Inhalte und Entscheide zeitnah protokollarisch fest.

1.2 Vorgaben für die Vereinbarung

Als erste Aufgabe in Ihrer Arbeit müssen Sie diese Vereinbarung (vgl. Punkt 3) vervollständigen. Eine erste Version ist bis ca. 2-4 Wochen (BB 4-6 Wochen) nach dem Kickoff zu erstellen. Bei Projekten die technische Analyse benötigen, kann es sinnvoll sein eine erste Implementationsiteration vor der Abgabe der Projektvereinbarung durchzuführen. Bitte füllen Sie folgende Punkte aus:

Ausgangslage

Formulieren Sie das Projekt und die Ausgangslage in eigenen Worten.

Projektvision

Beschreiben Sie, welche Ziele und Resultate mit dem Projekt erreicht werden sollen. Die Vision dient der Ableitung von Qualitätskriterien.

Projektspezifische Fragestellungen

Formulieren Sie zusätzlich zu den allgemeinen Fragestellungen 2-3 projektspezifische Fragestellungen. Diese dienen Ihnen als Basis für eine wissenschaftlich strukturierte Recherche und die Ableitung geeigneter Lösungsansätze.

Beispiele von Fragestellungen und Lösungsansätzen:

- Mit welchen Ansätzen erreichen Sie die definierte Zielgruppe?
Lösungsansatz: Entwicklung von Konzepten für nutzerzentrierte Ansätze und Umsetzung des User Interface der Applikation, z.B. in Form von Storyboards mit einer durchgehenden User Story oder GUI-Prototypen.
- Mit welchem technischen Konzept erreichen Sie die gewünschte Lösung?
Lösungsansatz: Technologie-Evaluation, Entwicklung technisches Lösungskonzept (PoC), Definition von Subsystemzerlegung, Architekturstil und Technologien.
- Welche Interaktionskonzepte, Interfacegestaltungen und Bildsprachen eignen sich für Ihren Ansatz?
Lösungsansatz: Entwicklung von Interaktionskonzepten und graphisch sorgfältig gestalteter, klar strukturierter Bildsprache für das Interface Design, welche den Anforderungen an eine innovative User Experience gerecht werden.
- Mit welcher technischen Umsetzung erfüllen Sie die Anforderungen an Funktionalität, Benutzbarkeit, Zuverlässigkeit, Effizienz und Wartbarkeit?
Lösungsansatz: Implementation einer lauffähigen Applikation für ein zuvor evaluiertes Setup und definierte Nutzungsszenarien basierend auf geeigneten Technologien und Frameworks

- Für die erfolgreiche Einführung der Software sind die Korrektheit, die Benutzbarkeit und die Zuverlässigkeit zentral. Wie können Sie diese sicherstellen und testen?
Lösungsansatz: Eingehendes Testing von Korrektheit, Benutzbarkeit und Zuverlässigkeit, Dokumentation von Testresultaten, Demonstration der Erfüllung der Anforderungen mittels Live-Test.

Methodik

Beschreiben Sie, wie die Ziele erreicht werden. Welche Methodiken setzen Sie dafür ein (z.B. Scrum, Agile, wissenschaftliches Vorgehen, etc.).

Planung

Erstellen Sie eine initiale Projektplanung. Definieren Sie Arbeitspakete sowie deren Deliverables.

Risiko Assessment

Identifizieren und bewerten Sie Risiken innerhalb des Projektes und entwickeln Sie Strategien, wie Sie mit diesen umgehen.

2. Dokumentation

2.1 Schriftliche Dokumentation (Thesis Rapport)

Dokumentieren Sie schriftlich und elektronisch Ihre Vorgehensweise, den theoretischen Hintergrund, die Anwendung von Methoden und Konzepten, die Implementierungen und Testresultate. Überprüfen Sie auch den geplanten mit dem tatsächlichen Zeitplan, die Zielerreichung und reflektieren Sie Erfahrungen.

Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie persönliche Kommentare von Fakten strikte trennen. **Der Hauptteil der Dokumentation ist vollständig faktenbasiert.** Das bedeutet, dass keine Sätze der Art „Dann hatten wir das Problem x und versuchten es mit y zu lösen.“ auftreten dürfen. Falls ein solches Problem x aber wirklich existiert und nicht nur Sie damit nicht gleich zu Rande kamen, dann sollen Sie schreiben: „Tests z haben klar gezeigt, dass ein Problem x besteht. Mögliche Ansätze, um das Problem x zu lösen, sind a, b und c. Wir haben uns aus den Gründen e und f für Variante c entschieden.“ Erst in einem Extraabschnitt können Sie Ihre persönlichen Eindrücke, Erlebnisse, Probleme und dergleichen formulieren.

Wichtig ist auch, dass eine gute Dokumentation auch noch nach vielen Jahren gelesen werden können muss und dass sie dem Leser ein gut abgerundetes Bild vermittelt, auch dann, wenn er nicht direkt an der Arbeit beteiligt war. Bitte legen Sie auch grossen Wert auf sprachliche Qualität.

Das Zielpublikum dieser Dokumentation sind die Betreuer, die Experten, der Auftraggeber und zukünftige Studierende, welche in diesem Bereich weiterarbeiten wollen.

Die Dokumentation wird im Projektverlauf erstellt. Für das zweite Coaching Meeting soll ein Inhaltsverzeichnis des Berichts vorbereitet werden, damit dieses mit den Betreuenden rückgesprochen werden kann. **Die Teile zur Recherche und Analyse sind nach dem ersten Projektdrittel zu präsentieren.**

Auf dem Web-Portal der FHNW erstellen Sie eine Projektpräsentation (Web-Summary). Für Bachelorarbeiten im Frühlingsemester erstellen Sie zusätzlich ein Plakat für die Ausstellung. Beide Artefakte sind vor Veröffentlichung mit den Betreuenden zu besprechen.

Folgende Informationen sind auf allen Publikationen zu nennen:

- Logo FHNW
- Semesterprojekt IP5 bzw. Bachelorthesis (IP6)
- Projektname
- Frühlings- oder Herbstsemester 202x, Studiengang Informatik (Profilierung iCompetence), Hochschule für Technik, Fachhochschule Nordwestschweiz
- Vorgelegt von: Name Studierende
- Eingereicht bei: Name Betreuende
- Auftraggeber: Firma / Institution
- Datum

Weitere Informationen bezüglich des Verfassens von Berichten finden sie auch auf der [Plattform Informationskompetenz](#)

2.2 Präsentationen

Präsentationen finden in Absprache mit den Betreuenden und dem Auftraggeber statt. Bei der Verteidigung Ihrer Bachelorthesis wird auch die Expertin oder der Experte anwesend sein.

Präsentationen verschaffen einerseits einen Überblick über das gesamte Projekt und die erreichten Ergebnisse und vertiefen ein oder zwei wichtige interessante Fragestellungen. Ebenfalls Teil der Präsentation ist eine prägnante Demonstration der Benutzung Ihrer Software. Bei den Zuhörern dürfen Sie von einem technisch versierten Fachpublikum ausgehen. Planen Sie 30' für die Präsentation und Demonstration ein und reservieren Sie 30' für Fragen und Diskussion.

2.3 Publikation der Projektergebnisse

Werden die Arbeit oder Teile der Arbeit veröffentlicht, sind alle Namen der Projektbeteiligten (Studierende, Betreuende, Auftraggeber) sowie der Name der Institution (FHNW) zu nennen. Vor jeder Veröffentlichung müssen Betreuende und Auftraggeber vorgängig um ihr Einverständnis gebeten werden.

2.4 Protokolle

Protokolle bilden einen wichtigen Teil der Dokumentation. Professionell geführte Protokolle enthalten folgende Punkte:

- Datum, Raum, Zeit, Teilnehmende, Entschuldigte
- Traktanden
- Projektstand (ggf. mit Screenshots, Skizzen, o.ä.; Stand gemäss Planung)
- Inhalt (faktenbasiert, thematisch strukturiert und inhaltlich nachvollziehbar; Entscheidungen sind festgehalten)
- Offene Fragen
- Nächste Schritte; Termine & Aufgaben (wer, was & bis wann)

2.5 Dokumentenablage

Richten Sie für die Betreuer Zugriffe auf Ihre Dokumentenablage ein. Falls keine zwingenden Gründe dagegen sprechen verwenden Sie dafür die Gitlab Infrastruktur der FHNW¹. Verwenden Sie diese Dokumentenablage auch, um zusätzliche Dokumentation abzuladen, z.B. wie Ihr Code ausgeführt werden kann. Stellen Sie sicher, dass eine adäquate Commit-History für die Betreuenden sichtbar ist.

2.6 Abgabe

Die Projektabgabe umfasst (sofern nicht anders mit dem Projektbetreuer definiert) die folgenden Artefakte:

- Schriftliche Dokumentation (Thesis Rapport)
- Projektvereinbarung (in der Regel als Anhang in der Thesis)
- Codebase (dokumentiert & mit readme zur Erläuterung des Setup), gehostet auf Gitlab der FHNW ([https://gitlab.fhnw.ch/it-it-projektschiene/\[Semester\]/\[Projekt\]](https://gitlab.fhnw.ch/it-it-projektschiene/[Semester]/[Projekt])) und als ZIP-Archiv
- Link zum Projektauftritt auf dem Web-Portal der FHNW
- weitere Artefakte, falls vorhanden (Screencast empfohlen, ...)

¹ <https://gitlab.fhnw.ch/>

3. Projektspezifische Vereinbarung

3.1 Ausgangslage

Die Smart-Meter Technologie ermöglicht es den Verbrauch von Gas, Wasser, Strom und Wärme pro Haushalt zu ermitteln. Einmal pro Tag werden die Daten an den Netzbetreiber gesendet und ausgewertet. Dies erleichtert einerseits die Abrechnung für die Betreiber, da der Zählerstand nicht von Hand abgelesen werden muss und keine Akonto Zahlungen mehr nötig sind. Andererseits zeigt es auch auf in welchen Haushalten Optimierungen vorgenommen werden können.

Insbesondere beim Stromverbrauch ist die Technologie sehr hilfreich. Hier möchten Anbieter den Verbrauchern selbst ermöglichen ihren Tagesbedarf und -gebrauch zu prüfen. Einer unserer Stakeholder ist EBL, die bereits einige Smart-Meter Produkte verbaut hat. Sie ermitteln Daten über den Konsum pro Haushalt und liefern analysierte Ergebnisse zum Bedarf. So ist es möglich festzustellen, ob man im Vergleich zu einem Vergleichshaushalt mehr oder weniger Strombedarf hat. Ausserdem können Geräte, welche im Moment laufen und viel Energie beziehen identifiziert werden. Die Idee dahinter ist, dass die Konsumenten einerseits wissen wie viel Strom sie verbrauchen, andererseits aber auch Optimierungen vornehmen können, um ihren Verschleiss zu senken.

Insbesondere ältere Menschen können von dieser Technologie profitieren, allerdings stellt die digitale Welt diese Nutzergruppe vor einige Schwierigkeiten. Die älteren Generationen sind nicht mit der aktuellen Technologie aufgewachsen und müssen erst die Benutzung erlernen.

3.2 Projektvision

In diesem Projekt soll herausgefunden werden, wie eine Applikation mit Smart Meter Daten entwickelt werden kann, die auch für ältere Menschen einfach zu nutzen ist und einen Mehrwert liefert. Der Fokus liegt auf Sicherheitsfeatures, die den älteren Menschen Hinweise geben, wenn sie etwas vergessen haben auszuschalten und nicht auf dem Erklären von Energiefachbegriffen. Ob eine Webapplikation oder eine App für das Smartphone entwickelt wird, wird im Verlaufe des Projektes entschieden, aufgrund der User Tests und den Anforderungen der Stakeholder.

Wir möchten eine Applikation entwickeln, welche insbesondere für ältere Menschen mit wenigen technischen Grundkenntnissen intuitiv nutzbar ist. Ausserdem sollen auch für Menschen, die keinen mathematischen Hintergrund haben und sich mit dem Thema Energie nicht auskennen, die Verbrauchsgraphiken leicht lesbar sein. Es soll einfach und deutlich erkennbar sein, welche Haushaltsgeräte momentan aktiv sein könnten damit die Nutzer prüfen können, ob sie vergessen haben ein Gerät auszuschalten. Stromfresser werden ebenfalls erkannt und können dadurch gezielter eingesetzt werden. Neben der Verbrauchsgraphik(en) soll es auch möglich sein, die Kosten pro Monat zu berechnen. Ziel ist es, die Lebensqualität für ältere Menschen zu verbessern. Mit Sicherheitshinweise wird informiert, wenn Geräte wie Herd oder Backofen beim Verlassen des Hauses nicht ausgeschaltet worden sind. Es soll auch eine Funktion eingebaut werden, die den Nutzern Tipps gibt, wie sie einfach Strom und somit auch Geld sparen können.

Es gibt aber durchaus auch ältere Menschen, welche sich mit dem Thema Energie sehr gut auskennen und sich deswegen sehr für unsere Applikation interessieren. Insbesondere solche, welche früher in einem Beruf gearbeitet haben, in dem sie mit dem Thema in Kontakt kamen oder dies sogar ihr tägliches Geschäft war. Die Bedürfnisse dieser Nutzergruppe unterscheidet sich sicherlich von der oben erwähnten.

Zudem muss beachtet werden, dass wir mit älteren Menschen, Menschen zwischen 65 und 100 Jahren meinen. Nicht nur die Bedürfnisse eines 100-Jährigen und eines frisch Pensionierten sind anders, sondern auch ihr körperlicher und kognitiver Zustand unterscheiden sich. Dazu kommt, dass eine Person die frisch pensioniert wurde, bei der Arbeit wahrscheinlich mit den heutigen Technologien konfrontiert wurde und dass eine oder andere Gerät beherrscht oder sogar besitzt.

Da die Entwicklung der ganzen Applikation ein zu grosses Projekt ist, fokussieren wir uns darauf die grundlegendsten Features zu implementieren und künftige Features zu definieren. Mittels einem Hi-Fi Prototypen werden alle Features, auch die zukünftigen, mit der Nutzergruppe getestet, validiert und können so in einem späteren Projekt implementiert werden. Der Haupt Fokus wird auf der Usability und Userexperience einer Smart Meter Applikation für ältere Menschen liegen. Der Fokus der Arbeit liegt nicht darin, möglichst viele Features zu implementieren. Ebenfalls muss noch geklärt werden, ob eine API mit Echtzeitdaten benutzt werden kann, oder ob Simulationsdaten generiert werden sollen. Die Smart-Meter Technologie wird sich in den nächsten Jahren weiterentwickeln, daher werden wir unsere Applikation entsprechend unseren Prognosen entwickeln. Wir gehen beispielsweise davon aus, dass es in Zukunft stündliche Abfragen der Daten gibt und dass aufgrund der Daten erkannt werden kann welche Geräte aktiv sind.

3.3 Fragestellungen

A. Welche Designrichtlinien müssen eingehalten werden, damit eine Applikation auch für alle ältere Menschen mit wenig technischen Grundkenntnisse leicht zu nutzen ist?

B. Welche Sicherheitsfunktionen können implementiert werden, um die Sicherheit von älteren Menschen zu fördern?

C. Welche Analyse der Daten ist notwendig, damit unsere Applikation mit den geplanten Features voll funktionsfähig ist?

Nebst den projektspezifischen Fragestellungen sollen die nachfolgenden generischen Fragestellungen bei der Umsetzung ihrer Arbeit betrachtet werden:

D. Identifikation geeigneter Szenarien und User Interface Prototyping: Mit welchen Ansätzen erreichen Sie die definierte Zielgruppe?

E. Technisches Konzept: Mit welchem technischen Konzept erreichen Sie die gewünschte Lösung?

F. User Interface Design: Welche Interaktionskonzepte, Interfacegestaltungen und Bildsprachen eignen sich für Ihren Ansatz?

G. Implementierung: Mit welcher technischen Umsetzung erfüllen Sie die Anforderungen an Funktionalität, Benutzbarkeit, Zuverlässigkeit, Effizienz und Wartbarkeit?

H. Testing: Für die erfolgreiche Einführung der Software sind die Korrektheit, die Benutzbarkeit und die Zuverlässigkeit zentral. Wie können Sie diese sicherstellen und testen?

3.4 Methodik

Wir haben eine grobe Planung über die gesamte Projektzeit erstellt. Bei wöchentlichen Treffen besprechen wir dann unsere aktuellen Aufgaben und erstellen bei Bedarf neue. Mit dem SCRUM Ansatz bleiben wir agil und können auf unvorhergesehene Änderungen besser reagieren.

Um ein besseres Verständnis für die Technologie zu bekommen, werden wir mit einer Markt Analyse und Literatur Recherche starten. Zeitgleich werden wir unsere Zielgruppe analysieren, um ihre Bedürfnisse und Anforderungen an das Produkt zu kennen und in die Prototypen und auch in die Architektur des Produktes einfließen zu lassen. Um die Qualität der Arbeit zu gewährleisten, wenden wir die gelernten wissenschaftlichen Methoden (Quellensuche, Quellenanalyse, Qualitative und Quantitative Analyse, systematische Beobachtung) an.

Für die Nutzertests werden Click-Prototypen erstellt, die dabei helfen, Schwierigkeiten bei der Nutzung des Produkts zu erkennen. Ausserdem sollen so weitere Bedürfnisse der Nutzergruppe ermittelt werden, die dann in den Hi-Fi Prototypen übernommen werden.

3.5 Planung

Die erste Version der Planung ist sowohl hier dokumentiert als auch in einem Excelsheet in unserem Projekt zu finden. Für die weitere Planung der Meilensteine und Arbeitspakete wird GitLab verwendet.

Meilensteine

Nr.	Meilensteine	Beschreibung	Termin
M-1	Aufgabenvereinbarung genehmigt	Aufgabenvereinbarung unterschrieben	21.03.2025
M-2	Genehmigung des Lo-Fi Prototyps	Usability Tests erfolgreich durchgeführt und ausgewertet	28.03.2025
M-3	Abnahme des Hi-Fi Prototyps	Usability Tests erfolgreich durchgeführt und ausgewertet	11.04.2025
M-4	Abgabe IP5	Dokumentation finalisiert und abgegeben. Endprodukt abgegeben (MVP)	13.06.2025

Arbeitspakete

Nr.	Arbeitspaket	Dauer (h)	Deliverable
AP-1	Projektmanagement	35	Protokolle, Aufgabenvereinbarung
AP-2	Projektdokumentation (Thesis)	45	Finale schriftliche Dokumentation
AP-3	Anforderungskatalog & Konzept	40	Interner Bericht für unsere Dokumentation, (User Stories und Epics definieren, Recherchen, Personas)
AP-4	Prototyping und Testing	60	Prototyp mit weiteren Features zur späteren Implementierung, interner Bericht für unsere Dokumentation
AP-5	Technische Planung & Umsetzung	180	Funktionsfähige Applikation zur Weiterentwicklung (MVP), Interner Bericht für unsere Dokumentation
Total		360	

Zeitplan

PAKET	TITEL	DAUER (h)	FEB		MAR				APR			MAI			JUN				
			17	24	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9
AP-1	Projektmanagement	35			6	6	6	1		1			1	1		1			1
AP-2	Projektdokumentation (Thesis)	45											10					8	14
AP-3	Anforderungskatalog & Konzeption	40			16	11		7		2	4								
M-1	Aufgabenvereinbarung genehmigt								M-1										
AP-4	Prototyping und Testing	60					2	16	10	11	14	7							
M-2	Genehmigung des Lo-Fi Prototyps										M-2								
M-3	Abnahme des Hi-Fi Prototyps										M-3								
AP-5	Software Implementierungen	180									7	9	18	12	70	18	18	18	10
M-4	Abgabe IP5																		
	Total	360	10.0	22.0	19.0	22.0	18.0	11.0	17.0	22.0	19.0	18.0	13.0	60.0	19.0	18.0	18.0	18.0	15.0
									Prüfungen					Prüfungen					Prüfungswache

3.6 Risiko Assessment

Risiken

Nr.	Risiko	Beschreibung
R-1	Ausfall eines Teammitglieds	Ein Ausfall eines Teammitglieds aufgrund von Krankheit oder gar ein totaler Ausfall für den Rest des Projektes könnte zu starken Verzögerungen und Streichungen von Features führen.
R-2	Kommunikationsschwierigkeiten	Die mangelnde Kommunikation unter den Teammitgliedern, aber vor allem zwischen Projektteam und den Stakeholdern könnte zu Missverständnissen und massiven Verzögerungen führen.
R-3	Wenige Teilnehmer an User Tests	Sollten wir nicht genügend Teilnehmer für die User Tests finden, wird eine Analyse der Ergebnisse schwierig. Dies könnte dazu führen, dass wir unsere Projektvision nicht erfüllen können.
R-4	Fehlende Smart-Meter Daten	Fehlende Daten könnten dazu führen, dass wir, keine Features implementieren können, welche einen Mehrwert liefern sollen, da die Daten zum Analysieren fehlen.
R-5	Überlastung der Teammitglieder	Die Unterschätzung des Zeitbedarf von einzelnen Modulen sowie unvorhergesehene Ereignisse könnten eine Verzögerung des Projektes sowie die Minimierung der Features nach sich ziehen.
R-6	Fehlendes Technisches Know-How	Bei fehlendem Know-how könnte es zu Verzögerungen des Projektes kommen. Im Worst-Case Szenario müsste die Feature Anzahl minimiert werden.
R-7	Unklare Entwicklung der Smart-Meter Technologie	Die unklare Entwicklung führt zu Unsicherheiten welche Features implementiert werden sollen und welche vielleicht nie funktionieren werden.

Risiko Bewertung

Eintritts- wahr- schein- lichkeit	Sehr wahrscheinlich				
	Wahrscheinlich			R-7	R-3
	Möglich		R-6	R-2, R-5	R-1, R-4
	Unwahrscheinlich				
	Sehr unwahrscheinlich				
		Sehr gering	Gering	Kritisch	Sehr kritisch
		Schadensausmass			

Massnahmen

Nr.	Risiko	Beschreibung
R-1	Ausfall eines Teammitglieds	Die Teammitglieder werden sich gegenseitig über den aktuellen Arbeitsstand informieren und stellen die Unterlagen (Source Code, Doku, Quellen etc.) in die gemeinsamen Ablagen (Repository) hoch.
R-2	Kommunikationsschwierigkeiten	Ein regelmässiger Austausch unter den Teammitgliedern aber auch zwischen Projektteam und Stakeholdern wird angestrebt.
R-3	Wenige Teilnehmer an User Tests	Rechtzeitig den privaten Umkreis miteinbeziehen, Kundin nach Kontaktpersonen fragen, örtliche Altersheime anfragen.
R-4	Fehlende Smart-Meter Daten	Wir fragen frühzeitig bei unseren Stakeholdern nach den verfügbaren Daten. Im schlimmsten Fall simulieren wir Fake-Daten aufgrund von Informationen von unseren Stakeholdern und eigenen Recherchen.
R-5	Überlastung der Teammitglieder	Falls ein unvorhergesehenes Ereignis die zu investierende Zeit in das Projekt zu beeinträchtigen scheint, müssen sich die Teammitglieder frühzeitig die Kommunikation aufnehmen und eine Lösung finden.
R-6	Fehlendes Technisches Know-How	So früh wie möglich definieren, wie der TeckStack aussieht. Je nachdem ob auf einem bestehenden Projekt implementiert wird oder quasi «von Null» etwas aufgebaut wird.
R-7	Unklare Entwicklung der Smart-Meter Technologie	Gemeinsam mit den Stakeholdern treffen wir Annahmen darüber, wie sich die Technologie in Zukunft entwickeln wird und implementieren entsprechend Features.

Risiko Bewertung nach den Massnahmen

Eintritts- wahr- schein- lichkeit	Sehr wahrscheinlich				
	Wahrscheinlich			R-7	R-3
	Möglich		R-6	R-1, R-2, R-5	R-1, R-4
	Unwahrscheinlich		R-2, R-6	R-5, R-7	R-3
	Sehr unwahrscheinlich				R-4
		Sehr gering	Gering	Kritisch	Sehr kritisch
		Schadensausmass			

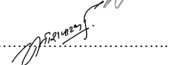
4. Schlussbestimmung

Die Unterzeichneten anerkennen, den Text gelesen und verstanden zu haben und verpflichten sich mit Ihrer Unterschrift die aufgeführten Punkte und die allgemeine Sorgfaltspflicht einzuhalten.

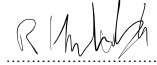
Windisch, den

Betreuer

Norbert Seyff 

Nitish Patkar 

Studierende

Raphael Kumbartzki 

Francine Schwarb

B Aufgaben Nutzertests

User Test Aufgaben

1. Erstanmeldung
 - a. Melden Sie sich als Nutzer an.
2. Aufsetzen der App
 - a. Geben Sie an, dass Ihr Haushalt aus 2 Personen besteht.
 - b. Tippen Sie auf die Eingabe, um die Grösse Ihres Zuhauses zu notieren.
 - c. Wählen Sie die Heizart "Elektrische Heizung" aus.
3. Stromverbrauch erkennen
 - a. Finden Sie heraus, wo Sie die unterschiedlichen Ansichten des Stromverbrauchs einstellen können.
4. Hoher Stromverbrauch
 - a. Finden Sie die Grafik, die angibt, wie viel Strom der Kühlschrank aktuell verbraucht.
 - b. Wechseln Sie zum Stromverbrauch der Lampen.
 - c. Schalten Sie die Lampen aus.
5. Gerät hinzufügen
 - a. Fügen Sie ein neues Gerät hinzu.
6. Analysen
 - a. Wechseln Sie zu den Analysen.
 - b. Wählen Sie zwischen den unterschiedlichen Optionen hin und her. Wozu sind die einzelnen Ansichten gedacht?
 - c. Liegt Ihr Stromverbrauch über oder unter dem Durchschnitt von Vergleichshaushalten?
7. Aktive Geräte
 - a. Versuchen Sie Ihre laufenden Geräte zu identifizieren.
 - b. Welche Geräte verbrauchen am meisten Strom? Welche am wenigsten?

User Test Aufgaben

1. Erstanmeldung
 - a. Melden Sie sich als Nutzer an.
 - b. Benutzername, Passwort und Grösse der Wohnung/des Hauses werden mit einem Klick automatisch ausgefüllt.
 - c. Beantworten Sie die anderen Fragen bitte wahrheitsgetreu.
2. Stromverbrauch erkennen
 - a. Wo finden Sie die Jahresansicht Ihres Stromverbrauchs?
 - b. Wo finden Sie den Stromverbrauch dieser Woche?
3. Analysen
 - a. Wechseln Sie zu den Analysen.
 - b. Verbrauchen Sie im Vergleich zu ähnlichen Haushalten mehr oder weniger Strom?
 - c. Wie sieht Ihre Prognose für diese Woche aus?
4. Eingeschaltete Geräte
 - a. Wechseln Sie zu den Geräten.
 - b. Was bedeuten die Farben?
 - c. Fügen Sie ein Gerät hinzu (Der Name des Gerätes wird mit einem Klick automatisch ausgefüllt).
 - d. Können Sie das Gerät in der Liste der eingeschalteten Geräte sehen?
 - e. Finden Sie das Gerät, welches schon den ganzen Tag aktiv ist, aber nicht gebraucht wird. Schalten Sie es aus.
 - f. Was bedeutet das Symbol neben dem Backofen?
 - g. Schalten Sie auch den Backofen aus.
5. Anmelden als Angehöriger
 - a. Gehen Sie zu den Einstellungen.
 - b. Wie können Angehörige auf Ihre Daten zugreifen?

- c. Melden Sie sich ab.
- d. Melden Sie sich erneut an aber als Angehöriger (Der Code erscheint automatisch nach einem Klick).

C Fragebögen Nutzertests

User Test 1 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

User Test 1 – Fragebogen für nach dem Test

1. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

.....

2. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?

.....

.....

3. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?

.....

.....

.....

4. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

.....

5. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

.....

6. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

.....

7. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

.....

.....

.....

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für nach dem Test

1. Mit welchem Gerät haben Sie den Test durchgeführt?
☐ Laptop ☐ Smartphone
 2. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

 3. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?
☐ Sehr gut ☐ Mittel ☐ Gar nicht
☐ Gut ☐ Eher nicht

 4. Wie viele Fragen des Aufgabenblatts konnten sie beantworten?
☐ Alle (8) ☐ Weniger als die Hälfte (2-3)
☐ Fast alle (6-7) ☐ (Fast) gar keine (0-1)
☐ Die Hälfte (4-5)
 5. Waren die Beschreibungen bei den Analysen und den Einstellungen hilfreich?
☐ Ja ☐ Nein

 6. Würden Sie sich mit dieser App sicherer fühlen? (Mit dem Wissen, wann welche Geräte eingeschaltet sind)
☐ Ja ☐ Nein

- 1

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
☐ Ja ☐ Nein

.....

8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

9. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

D Ausgefüllte Fragebögen

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



User Test 1 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☒ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☒ Laptop / Computer
- ☒ Smartphone
- ☒ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☒ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☒ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

**User Test 1 – Fragebogen für vor den Test**

1. Wie alt sind Sie?

- ☒ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☒ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☒ Tablet
- ☐ Keines
- ☒ Sonstiges

*Smartwatch*3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)1 2 3 4 5 **6** 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☒ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☒ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

User Test 1 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☒ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☒ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☒ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges
-

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☒ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

User Test 1 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☒ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☒ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges
-

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 ③ 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☒ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

User Test 1 – Fragebogen für nach dem Test

1. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

9 min

2. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?

Hat sich nicht wirklich zurechtgefunden,
wollte über Einstellungen ^{Ausichten} wechseln

3. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?

Nein, weil ein Gerät besitzt dass ausstrahlt,
wenn zuviel Strom verbraucht wird und dann
Ausserdem weiss der Nutzer welche Werte aktiv sind.

4. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

+ Tagesdurchschnitt in der Grafik
anzeigen damit klarer ist, ob aktuelle gut oder
schlecht aussieht

5. Was hat Ihnen gut gefallen?

Aktive Geräte Ansicht ist super

6. Was hat Ihnen nicht gefallen?

Bei Verbrauchsansichten waren die Farben irritierend

Verbrauchsgrafik kann persönlich generell nicht
viel mit Grafiken aufpassen

7. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

Es ging mit dem Smartphone, war aber
etwas klein, würde würde Computer
bevorzugen

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

- Hat Aufgaben nicht gelesen bei 2
und ging direkt darauf los
- 3a. Unklare Frage, was Ansicht unklar
- 5a. Unklar wenn Gerät schlussendlich
hinzugefügt wurde, weil zu schnell
weißgeschicht hat

②

77
Laptop

78

D AUSGEFÜLLTE FRAGEBÖGEN

User Test 1 – Fragebogen für nach dem Test

1. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

Gut 30 sek.

2. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?

Gut

3. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?

Nein, interessiert mich nicht.

4. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

✗ Tipps zum Stromsparen bzw. Geld sparen

5. Was hat Ihnen gut gefallen?

Farben und Menüführung

6. Was hat Ihnen nicht gefallen?

Wo man sparen kann ist nicht ersichtlch.

7. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

- Ausgeschaltete Geräte grau machen
- Viel lieber auf dem Laptop machen statt auf dem Smartphone

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

- Unklar das ~~Be~~ Geräte wechse oben ist
- Unklar ~~ob~~ welches Symbol für Analyse steht (ab Verbrauch oder Analyse)
- Gd los Werk aus Grafik
- Aktive Geräte unklar, besser aktuelle Geräte, Geräte "Online" sind

User Test 1 – Fragebogen für nach dem Test

1. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

15 Minuten

2. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?

Sehr gut. Die App ist sehr übersichtlich

3. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?

Ja, da ich will Strom sparen

4. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

eine Anzeige welche zeigt wie viel Strom man gespart hat

5. Was hat Ihnen gut gefallen?

Die Geräte Übersicht

6. Was hat Ihnen nicht gefallen?

Zu wenig Grafiken

7. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

Die App gefällt mir sehr. Minimal ansprechend

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

Die Testperson war motiviert

User Test 1 – Fragebogen für nach dem Test

1. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

20 Minuten

2. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?

Ich musste ein wenig suchen aber
habe mich schnell zurecht gefunden

3. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?

Ich würde überprüfen, ob ich am Abend
meine Geräte ausgeschaltet habe

4. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

5. Was hat Ihnen gut gefallen?

Die App ist übersichtlich und einfach
zu benutzen

6. Was hat Ihnen nicht gefallen?

Die Farben könnten schöner sein

7. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

Ich freue mich auf das fertige
Produkt

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

Testperson war sehr aufmerksamer
und interessiert

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für vor den Test

1. Wie alt sind Sie?

- ☐ 64 – 74
- ☐ 75 – 84
- ☐ 85 – 94
- ☐ 95+

2. Besitzen Sie eines der folgenden Geräte?

- ☐ Laptop / Computer
- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Keines
- ☐ Sonstiges

.....

3. Von einer Skala von 1 bis 10 wie gut sind Sie im Umgang mit den vorher erwähnten Geräten?
(Auslassen wenn in 2 «Keines» ausgewählt wurde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie häufig prüfen Sie Ihre E-Mails?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten

- ☐ Nie

5. Wie häufig prüfen Sie Ihre SMS-Nachrichten auf dem Smartphone (Frage auslassen, falls kein solches Gerät)?

- ☐ Mehrmals täglich
- ☐ 5- bis 7-mal pro Woche
- ☐ 3- bis 5-mal pro Woche
- ☐ 1- bis 3-mal pro Woche
- ☐ Sobald ich eine Meldung bekomme
- ☐ Selten
- ☐ Nie

6. Haben Sie bereits an dem vorherigen User Test mit dem Lo-Fi-Prototyp teilgenommen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiss ich nicht mehr

User Test 2 – Fragebogen für nach dem Test

1. Mit welchem Gerät haben Sie den Test durchgeführt?
☐ Laptop ☐ Smartphone
 2. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

 3. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?
☐ Sehr gut ☐ Mittel ☐ Gar nicht
☐ Gut ☐ Eher nicht

 4. Wie viele Fragen des Aufgabenblatts konnten sie beantworten?
☐ Alle (8) ☐ Weniger als die Hälfte (2-3)
☐ Fast alle (6-7) ☐ (Fast) gar keine (0-1)
☐ Die Hälfte (4-5)
 5. Waren die Beschreibungen bei den Analysen und den Einstellungen hilfreich?
☐ Ja ☐ Nein

 6. Würden Sie sich mit dieser App sicherer fühlen? (Mit dem Wissen, wann welche Geräte eingeschaltet sind)
☐ Ja ☐ Nein

- 1

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
☐ Ja ☐ Nein

.....

8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

9. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

[illegible]

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
- ☐ Ja ☐ Nein

.....

.....

8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

.....

9. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

.....

10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

.....

11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

.....

.....

.....

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

User Test 2 – Fragebogen für nach dem Test

1. Mit welchem Gerät haben Sie den Test durchgeführt?
☐ Laptop ☐ Smartphone
 2. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

 3. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?
☐ Sehr gut ☐ Mittel ☐ Gar nicht
☐ Gut ☐ Eher nicht

 4. Wie viele Fragen des Aufgabenblatts konnten sie beantworten?
☐ Alle (8) ☐ Weniger als die Hälfte (2-3)
☐ Fast alle (6-7) ☐ (Fast) gar keine (0-1)
☐ Die Hälfte (4-5)
 5. Waren die Beschreibungen bei den Analysen und den Einstellungen hilfreich?
☐ Ja ☐ Nein

 6. Würden Sie sich mit dieser App sicherer fühlen? (Mit dem Wissen, wann welche Geräte eingeschaltet sind)
☐ Ja ☐ Nein

- 1

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
☐ Ja ☐ Nein

.....

8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

9. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

[illegible]

.....

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
- ☐ Ja ☐ Nein

.....

.....

8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

.....

9. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

.....

10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

.....

11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

.....

.....

.....

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

User Test 2 – Fragebogen für nach dem Test

1. Mit welchem Gerät haben Sie den Test durchgeführt?
☐ Laptop ☐ Smartphone
 2. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

 3. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?
☐ Sehr gut ☐ Mittel ☐ Gar nicht
☐ Gut ☐ Eher nicht

 4. Wie viele Fragen des Aufgabenblatts konnten sie beantworten?
☐ Alle (8) ☐ Weniger als die Hälfte (2-3)
☐ Fast alle (6-7) ☐ (Fast) gar keine (0-1)
☐ Die Hälfte (4-5)
 5. Waren die Beschreibungen bei den Analysen und den Einstellungen hilfreich?
☐ Ja ☐ Nein

 6. Würden Sie sich mit dieser App sicherer fühlen? (Mit dem Wissen, wann welche Geräte eingeschaltet sind)
☐ Ja ☐ Nein

- 1

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
☐ Ja ☐ Nein

.....

8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

9. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

1. Mit welchem Gerät haben Sie den Test durchgeführt?
☐ Laptop ☐ Smartphone
2. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?
.....
.....
3. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?
☐ Sehr gut ☐ Mittel ☐ Gar nicht
☐ Gut ☐ Eher nicht
.....
.....
4. Wie viele Fragen des Aufgabenblatts konnten sie beantworten?
☐ Alle (8) ☐ Weniger als die Hälfte (2-3)
☐ Fast alle (6-7) ☐ (Fast) gar keine (0-1)
☐ Die Hälfte (4-5)
5. Waren die Beschreibungen bei den Analysen und den Einstellungen hilfreich?
☐ Ja ☐ Nein
.....
.....
6. Würden Sie sich mit dieser App sicherer fühlen? (Mit dem Wissen, wann welche Geräte eingeschaltet sind)
☐ Ja ☐ Nein

.....

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
- ☐ Ja ☐ Nein

.....

.....

8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

.....

.....

9. Was hat Ihnen gut gefallen?

.....

.....

10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

.....

.....

11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

.....

.....

.....

.....

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

User Test 2 – Fragebogen für nach dem Test

1. Mit welchem Gerät haben Sie den Test durchgeführt?
☐ Laptop ☐ Smartphone
 2. Wie lange haben Sie für die Aufgaben gebraucht?

 3. Wie gut haben Sie sich in der Applikation zurechtgefunden?
☐ Sehr gut ☐ Mittel ☐ Gar nicht
☐ Gut ☐ Eher nicht

 4. Wie viele Fragen des Aufgabenblatts konnten sie beantworten?
☐ Alle (8) ☐ Weniger als die Hälfte (2-3)
☐ Fast alle (6-7) ☐ (Fast) gar keine (0-1)
☐ Die Hälfte (4-5)
 5. Waren die Beschreibungen bei den Analysen und den Einstellungen hilfreich?
☐ Ja ☐ Nein

 6. Würden Sie sich mit dieser App sicherer fühlen? (Mit dem Wissen, wann welche Geräte eingeschaltet sind)
☐ Ja ☐ Nein

- 1

7. Würden Sie diese Applikation für sich selbst nutzen? Weshalb? Weshalb nicht?
☐ Ja ☐ Nein

 8. Welche Funktionen wünschen Sie sich zusätzlich?

 9. Was hat Ihnen gut gefallen?

 10. Was hat Ihnen nicht gefallen?

 11. Haben Sie noch weitere Bemerkungen?

- 2

Notizen (Bemerkungen durch die Projektmitglieder)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E Protokolle der Feedback-Meetings

Meeting

Datum: 15.04.2025 Raum: 5.3C54 Zeit: 10.30 - 11.30 Teilnehmer: Raphael Kumbartzki (Teams), Francine Schwarb, Norbert Seyff Nitish Patkar Ferienabwesenheit

Agenda:

- 1. Vorstellung Hi-Fi Prototyp
- 2. Besprechung der Ergebnisse der Nutzer Tests
- 3. Ergebnisse des Gesprächs mit Andreas Schneider und Michel Pasquier besprechen
- 4. Offene Fragen
- 5. Nächste Schritte

Ziel des Meetings: <Go für Software Implementierung>

1. Vorstellung Hi-Fi Prototyp

Feedback zum Prototypen

Statt m2 oder Anzahl Zimmer eine Range angeben Bsp. < 50m2, 50 - 100m2 etc. Bei den Heizungen die am häufigsten verwendete Variante zu oberst. Die Zeitansichten streichen bzw. in die Analysen einbinden. Evtl. 2 Varianten entwickeln, eines mit Assistent (Kamel o.ä.) und eines wie Hi-Fi Design und Farbe sind gut, Lesbarkeit des Textes erhöhen.

Features

Zugriff auf Angehörige hat Prio hoch. GPS Warnfunktion zwingend einbauen -> Sicherheitsfeature und innovative Lösungen. Zwingend einen Assistenten einbauen. Smarte Funktionen wie beispielsweise: In der Vergangenheit hast du vergessen das Licht im Bad auszuschalten Feature Idee: Bitte kauf dir einen neuen Kühlschrank, deiner ist zu alt oder verbraucht zu viel Strom.

2. Besprechung der Ergebnisse der Nutzer Tests

User Test 1 User Test 2

3. Ergebnisse des Gesprächs mit Andreas Schneider und Michel Pasquier besprechen

Protokoll Stakeholder meeting

Wurde in den Punkten 1 und 2 bereits besprochen.

4. Offene Fragen

- Können wir die aktuelle Aufgabenvereinbarung unterschreiben? Aktueller Stand wird digital unterschrieben
- Gibt es neue Informationen zur Website, welche wir aus Werbezwecke erstellen müssen? Nein, diese Information erhalten wir wahrscheinlich später von Herrn Gruntz oder Frau Müller.
- Können wir einzelne Kapitel der Thesis schicken um diese gegenlesen zu lassen? Ja, gerne mit dem Inhaltsverzeichnis beginnen, damit die Grundstruktur festgelegt werden kann.
- Hat die Kontaktaufnahme mit der Kundin funktioniert? Trotz zweimaligem kontaktieren, keine Antwort, ist nicht weiterhin relevant.

5. Nächste Schritte

Das Projektteam wird zeitnahe (siehe Deadline) die Todos erfüllen. Anschliessend liegt der Fokus auf dem Aufsetzen der Software Architektur, sowie dem Schreiben der Thesis Kapitel Einleitung und Grundlagen.

Todo

- ☒ (Projektteam) schickt den Coaches die aktuelle Aufgabenvereinbarung zum Unterschreiben **16.04.2025**
- ☒ (Projektteam) schickt den Coaches die Struktur der Arbeit bzw. das Inhaltsverzeichnis **18.04.2025**
- ☒ (Projektteam) schickt den Coaches die Kontaktdaten von Michel Pasquier **18.04.2025**
- ☒ (Projektteam) informiert die Coaches über den Standort des Protokolls **18.04.2025**

Nächstes Meeting: Projektteam meldet sich, sobald ein weiteres Meeting nötig ist

Meeting

Datum: 10.04.2025 Raum: Zwiedenstrasse 2, 4435 Niederdorf Zeit: 09.00 bis 11.00 Teilnehmer: Raphael Kumbartzki, Francine Schwarb, Andreas Schneider, Michel Pasquier

Agenda:

- 1. Vorstellung
- 2. Überblick über das Projekt
- 3. Inhalt und Grenzen des Studierendenprojekts
- 4. Diskussion
- 5. Nächste Schritte

Ziel des Meetings: <Projektteam hat die Zusammenhängel EBL und Smartmeter verstanden>

1. Vorstellung

2. Überblick über das Projekt

Features

Prototyp vorstellen inkl. User Test Ergebnisse

3. Inhalt und Grenzen des Studierendenprojekts

2 Studierende mit insgesamt ca. 360h Arbeitszeit. Abgabe ist 13. Juni. In dieser Zeit inkl. sind Meetings, Protokolle, Aufgabenvereinbarung schreiben, Prototypen erstellen, NutzerTests machen, Arbeit schreiben und schlussendlich die Software Lösung implementieren (ca. 180h).

Projekt soll einen Mehrwert liefern für

- ältere Menschen
- auch mit wenigen technischen Kenntnissen
- Grafiken auch ohne mathematischen Hintergrund verständlich

Fokus liegt auf Sicherheitsfeatures

4. Diskussion

Infos:

Alle 15 min speichert der SmartMeter Daten, am Ende des Tages ruft EBL diese Daten für ihren Gebrauch ab. Mittels der Kundenschnittstelle können Echtzeitdaten abgerufen werden. (SmartSpar o.ä.). Damit wir echte Daten haben, bekommen wir einen API-Zugang zu SmartSpar mit den Verbrauchswerten von Michel Pasquier. Andreas empfiehlt uns eine eigene Standalone Applikation zu entwickeln, 180h reichen nicht um sich in den Code einzulesen

Weitere Anmerkungen: kognitive Einschränkungen berücksichtigen, Gamification hilft solchen Menschen bei der Nutzung Sprachausgabe bei Seheinschränkungen (evtl. KI), für spätere Entwicklung beachten. Bei der Architektur der Software Login sowie Datenschutz einplanen, ist sonst schwierig dies im Nachhinein einzubauen.

Anmerkungen Prototyp

- Gebäudetyp, Einfamilienhaus und Wohnung
- Anzahl Zimmer statt m2
- Viele Leute wissen nicht genau womit sie heizen -> diesen Punkt auslassen, kann im Verbrauch leicht erkannt werden.
- Rät uns ab die aktiven Geräte auszuwerten, ist praktisch unmöglich -> Stattdessen alle Geräte anlassen und dann zusätzlich ein Gerät einschalten, oder eben alle abschalten und so den Verbrauch des neuen Geräts ermitteln.
- Die bunte Legende ist super

5. Nächste Schritte

Aufsetzen des TechStacks sowie die Implementierung der Softwarelösung.

Das Projektteam meldet sich, sobald es weitere Informationen oder Hilfe benötigt. Andreas bietet uns an, die Abschluss Präsentation mit ihm zu üben.

Todo

- ☒ (Andreas Schneider) schickt dem Projektteam die Zugangsdaten zur SmartSpar API **bis 14.04.2025**

Nächstes Meeting: Bei Bedarf

C Literature review

Table C.1: Overview of included studies and their UI interventions

Id	Authors	Year	Title	Study Type	UI-Intervention	LRQ1	LRQ2	LRQ3	Key findings
1	Vilarinho et al.	2016	Combining Persuasive Computing and UCD into an Energy Awareness System	System design	Comparison, Goal Setting, Leaderboards, Rewards, Direct feedback, Indirect feedback, Device-level feedback, Behavioural suggestions, Comfort-preserving, Auto-implemented recommendations	x		x	Feedback, gamification, and social norms improved energy awareness. Social comparison may negatively affect some users.
2	Zhang et al.	2025	Reducing household electricity use through smart meters	Quantitative analysis	Personalized feedback, Collaborative recommendations, Financial information, Time-of-use feedback	x	x	x	Real-time smart-meter feedback linked to measurable electricity reduction. Effects vary by sociodemographic factors.
3	Koroleva et al.	2019	Designing an integrated socio-technical behaviour change system for energy saving	Conceptual framework	Comparison, Historical comparison, Goal Setting, Gamified interactions, Leaderboards, Rewards, Direct feedback, Indirect feedback, Personalized feedback, Motivational messages, Recommendations, Reminders	x	x		Integrates TTM and persuasive system design. Proposes personalized recommendations and time-of-use pricing.

(continues on next page)

(continued)

Id	Authors	Year	Title	Study Type	UI-Intervention	LRQ1	LRQ2	LRQ3	Key findings
4	Geelen et al.	2019	The use of apps to promote energy saving: smart meter feedback in the Netherlands	Field study	Comparison, Historical comparison, Goal Setting, Direct feedback, Indirect feedback, Personalized feedback, Auto-implemented recommendations, Real-time info, Reminders	x		x	Different feedback formats suit different user segments. Visualising wasted energy increased motivation.
5	Nardello	2019	Raise Energy Awareness for a Sustainable Energy Transition in Household	Conceptual discussion	Indirect feedback, Cost/CO ₂ /kWh feedback, Personalized recommendations, Auto-implemented recommendations, Real-time info	x			Financial feedback can have positive and negative motivational impact depending on user context.
6	Avila et al.	2021	Energy Management System Based on a Gamified Application for Households	System implementation	Comparison, Goal Setting, Leaderboards, Rewards, Direct feedback, Auto-implemented recommendations, Reminders	x	x		Gamification significantly increased user engagement. Different user types responded differently to game mechanics.
7	Mogles et al.	2018	A computational model for designing energy behaviour change interventions	Behavioural modelling	Direct feedback, Temporal breakdown, Personalized feedback, Motivational messages	x			Temporal breakdown and personalized feedback are key design variables for persuasive technologies.

(continues on next page)

(continued)

Id	Authors	Year	Title	Study Type	UI-Intervention	LRQ1	LRQ2	LRQ3	Key findings
9	Huynh Chi	2014	An effective approach using Eco-feedback to motivate energy conservation	Experimental study	Comparison, Social sharing, Leaderboards, Rewards, Direct feedback, Temporal breakdown, Cost/CO ₂ /kWh feedback, Personalized recommendations, Reminders	x	x		Financial framing activates VBN; environmental framing activates norm activation model. Egoistic and social factors most effective.
11	Berntzen et al.	2024	Creating Renewable Energy and Energy Efficiency Awareness	Case study	Motivational messages, Collaborative recommendations		x	x	Communication strategies and collaborative initiatives are important drivers of awareness.
13	Rajabpour Sanati et al.	2024	Comparing the BAENERGY Mobile App with Similar Global Apps	Comparative analysis	Reminders and notifications	x		x	Compares motivation techniques and target audiences across global energy apps. No user testing conducted.
16	Haller et al.	2017	Energy consumption in smarthome: Persuasive interaction respecting user values	Interaction design	Reminders and notifications	x			Proof-of-concept for value-sensitive persuasive interaction design in smart homes.

(continues on next page)

(continued)

Id	Authors	Year	Title	Study Type	UI-Intervention	LRQ1	LRQ2	LRQ3	Key findings
17	Fűrész et al.	2025	The Evolution of Energy Awareness in Hungary	Survey study	—		x	x	Energy crisis influenced consumer awareness and attitudes. Increased awareness linked to stronger perceived responsibility.
18	Awdziej et al.	2025	Energy Efficiency Starts in the Mind: Green Values and Energy Transformation	Survey study	—		x	x	Green values predict pro-environmental behaviour; awareness mediates the relationship.
19	Huma & Joyce	2022	‘One size does not fit all’: Tailoring Open Science practices to qualitative research	Qualitative analysis	—				Discusses methodological challenges of standardised practices across different qualitative contexts.
20	Hafner et al.	2020	Energy use in social housing residents in the UK	Empirical study	Leaderboards, Visualize wasted energy, Collaborative recommendations, Financial information	x	x		Low-income households face psychological and structural barriers. Tailored interventions more effective.

(continues on next page)

(continued)

Id	Authors	Year	Title	Study Type	UI-Intervention	LRQ1	LRQ2	LRQ3	Key findings
21	Podgornik et al.	2016	Effects of customized consumption feedback in low-income households	Field experiment	Historical comparison, Leaderboards, Rewards, Indirect feedback, Device-level feedback, Personalized feedback, Auto-implemented recommendations, Time-of-use feedback		x		Periodic customised feedback reduces consumption in low-income households.
22	Irizar-Arrieta et al.	2020	Addressing Behavioural Technologies Through the Human Factor: A Review	Literature review	Comparison, Reminders, Direct feedback, Auto-implemented recommendations, Real-time info	x	x		Reviews human-factor considerations in behavioural technology design.
23	Wong-Parodi et al.	2019	Encouraging energy conservation at work: social norm feedback	Field study	Comparison, Reminders	x			Social norm feedback leads to unconscious behaviour change. Ethical concerns around monitoring transparency.
24	Wemyss et al.	2019	Does it last? Long-term impacts of an app-based behavior change intervention	Field study	Direct feedback, Historical comparison, Personalized feedback, Goal setting, Reminders	x	x		App-based interventions produce lasting electricity savings beyond the active intervention period.

(continues on next page)

(continued)

Id	Authors	Year	Title	Study Type	UI-Intervention	LRQ1	LRQ2	LRQ3	Key findings
25	Guo et al.	2018	Residential electricity consumption behavior: Influencing factors and strategies	Literature review	Rewards, Direct feedback, Personalized feedback	x			Rewards and personalized feedback are consistently effective intervention components.
26	Fischer	2008	Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?	Review	Gamified interactions, Direct feedback, Indirect feedback, Temporal breakdown, Personalized feedback	x	x		Feedback frequency, format, and personalization are key determinants of impact.
27	Abrahamse et al.	2005	A review of intervention studies aimed at household energy conservation	Literature review	Rewards, Motivational messages	x			Rewards and motivational messaging consistently show positive effects.
28	Nielsen et al.	2020	How Behavioral Interventions Can Reduce the Climate Impact of Energy Use	Review	Realtime feedback, Real-time information	x	x		Behavioural interventions can substantially reduce residential energy climate impact.
29	Ramallo-González et al.	2022	Reducing Energy Consumption in the Workplace via IoT Behavioural Change Interventions	Experimental study	Real-time info, Automated monitoring, Direct feedback, Reminders, Collaborative recommendations		x		IoT-enabled interventions in workplace settings reduce energy consumption.
30	Iweka et al.	2019	Energy and behaviour at home: A review of intervention methods and practices	Literature review	Gamified interactions, Rewards, Realtime feedback		x		Gamified social interactions and reward structures are high-impact strategies.

(continues on next page)

(continued)

Id	Authors	Year	Title	Study Type	UI-Intervention	LRQ1	LRQ2	LRQ3	Key findings
31	Wilson et al.	2013	Design feedback interventions for household energy consumption reduction	Design research	Historical comparison, Realtime feedback	x			Historical comparison and real-time display combined improve engagement.
32	Tang & Bhamra	2008	Changing Energy Consumption Behaviour through Sustainable Product Design	Design research	Comparison, Rewards, Indirect feedback, Realtime feedback	x			Sustainable product design can embed behaviour change triggers into everyday objects.
33	Rist & Masoodian	2019	Promoting Sustainable Energy Consumption Behavior through Interactive Data Visualizations	Experimental system	Direct feedback, Real-time information	x			Interactive data visualisations increase engagement and awareness.

D Survey

Survey introduction

Electricity powers our everyday life — from morning coffee to evening streaming.

Yet, we still know very little about how people make sense of their own energy use and which kinds of information actually support them in everyday decisions.

Together with the School of Computer Science at the University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland (**FHNW**) and the University of Zurich (**UZH**), we are running a short research survey to understand how households interpret their energy consumption, which types of information they consider useful, and how user interface (UI) design could make this information easier to act on. It includes questions about your current consumption habits and potential areas for improvement.

The survey takes about 8–10 minutes to complete and will be open from **02.12.2025 to 31.12.2025**.

All data is collected anonymously and cannot be traced back to you. The data will be accessible only to the research team, used exclusively for scientific research within this joint project, and will not be shared with third parties.

Thank you for participating!

Survey Instrument

1. I agree to give consent to process the responses. (single-select)
 - a. Yes
 - b. No

Objective Energy usage

Tell us a bit about yourself—who you are professionally, and what you do. This will help us better understand the demographics of the people taking part in this survey.

2. Does a device that is switched off but still plugged in consume power? (single-select)
 - a. Yes
 - b. No
 - c. I don't know
3. Please rate the following statement: A refrigerator uses more energy per year than a washing machine. (likert-skale)
4. What does the unit “watt (W)” measure? (single-select)
 - a. The total amount of electricity used
 - b. The power consumption at a specific moment
 - c. The power consumption by hour
 - d. The voltage of a device
 - e. I don't know
5. Which of these devices typically consume the most power while running? (single-select)

Values can vary by model and age, but we are interested in average consumption during normal operation.

- a. Television (typical modern LED/LCD)
- b. Laptop

- c. Refrigerator (while in use)
 - d. Washing machine (during a washing cycle)
 - e. I don't know
6. Which of these devices typically consume the least power while running? (single-select)
 - a. Television
 - b. Laptop
 - c. Refrigerator
 - d. Washing machine
 - e. I don't know
 7. Please choose one household item you have. (single-select)
 - a. Coffee machine
 - b. Washing machine
 - c. Laptop

Coffee Machine

8. How much power does an electronic coffee machine consume while brewing coffee? (single-select)
 - a. Less than 200 W
 - b. 200–800 W
 - c. 800–1200 W
 - d. 1200–1500 W
 - e. More than 1500 W
 - f. I don't know
9. How much power does an electronic coffee machine consume in standby mode? (single-select)
 - a. 0 W
 - b. Less than 1 W
 - c. 1–5 W
 - d. 5–10 W
 - e. More than 10 W
 - f. I don't know

Washing Machine

10. How much power does an electronic washing machine consume during a wash cycle? (single-select)
 - a. Less than 200 W
 - b. 200–800 W
 - c. 800–1200 W
 - d. 1200–1500 W
 - e. More than 1500 W
 - f. I don't know
11. How much power does a washing machine consume in standby mode? (single-select)
 - a. 0 W
 - b. Less than 1 W
 - c. 1–5 W
 - d. 5–10 W
 - e. More than 10 W
 - f. I don't know

Laptop

12. How much power does a laptop consume during active use? (single-select)

- a. Less than 200 W
- b. 200–800 W
- c. 800–1200 W
- d. 1200–1500 W
- e. More than 1500 W
- f. I don't know

13. How much power does a laptop consume in standby mode? (single-select)

- a. 0 W
- b. Less than 1 W
- c. 1–5 W
- d. 5–10 W
- e. More than 10 W
- f. I don't know

Subjective Energy usage

14. Please rate the following statement: I know which appliances in my household consume the most electricity. (likert-skale)

15. Please rate the following statement: I know which specific behavioural changes could reduce my electricity consumption. (likert-skale)

16. Please rate the following statement: I am aware that some devices may still consume electricity even when switched off but remain plugged in. (likert-skale)

17. Please rate the following statement: I feel capable of reducing my electricity consumption through simple measures. (likert-skale)

18. Have you already implemented some energy-saving measures? (single-select)

- a. Yes
- b. No

Energy-saving Measures

19. Which energy-saving measures have you already implemented? (multiple-select)

- a. Switching devices off completely instead of putting them into sleep mode
- b. Unplugging devices that are switched off
- c. Lowering the room temperature / heating more consciously
- d. Shifting usage times (e.g. running the washing machine at night)
- e. Purchase energy-efficient devices
- f. Switch to LED lighting
- g. Install a solar power system
- h. Smart home automation (e.g., thermostats)
- i. Free text

Energy Monitoring Tools and Habits

In this section, we focus on which apps, dashboards, in-home displays, solar panel apps, or other tools you use to track your energy consumption or production and how often you use them.

20. Which monitoring systems (e.g., app, dashboard, in-home displays, solar panel app etc.) do you use to monitor your energy consumption? (open)

21. How often do you use such a system (e.g., app, dashboard, in-home displays, solar panel app etc.) to monitor your households electricity consumption or solar production? (single-select)

- a. Daily

- b. Weekly
- c. Monthly
- d. Annually
- e. Rarely
- f. Never

22. What information does your display show? (multiple-select)

- a. Current total consumption
- b. Historical consumption (days, weeks, months, years)
- c. Consumption per device or outlet
- d. Production per device or source (e.g., solar panels)
- e. Cost information
- f. CO₂ impact
- g. Comparison with other households
- h. Notifications in case of unusual consumption
- i. Recommendations for action
- j. Free text

23. How often do you interact with the following UI-Interventions? [*Consumption graphs/charts*] (single-select)

By "UI-interventions" we mean user interface elements in your monitoring systems (e.g., app, dashboard, in-home displays, solar panel app etc.) that help you understand or manage your energy consumption.

- a. Daily
- b. Weekly
- c. Monthly
- d. Rarely
- e. Never
- f. Not available

24. How often do you interact with the following UI-Interventions? [*Production graphs/charts (e.g., solar panel/s)*] (single-select)

- a. Daily
- b. Weekly
- c. Monthly
- d. Rarely
- e. Never
- f. Not available

25. How often do you interact with the following UI-Interventions? [*Device-level breakdown*] (single-select)

- a. Daily
- b. Weekly
- c. Monthly
- d. Rarely
- e. Never
- f. Not available

26. How often do you interact with the following UI-Interventions? [*Cost overview*] (single-select)

- a. Daily
- b. Weekly
- c. Monthly
- d. Rarely
- e. Never

- f. Not available
- 27. How often do you interact with the following UI-Interventions? *Comparison with others* (single-select)
 - a. Daily
 - b. Weekly
 - c. Monthly
 - d. Rarely
 - e. Never
 - f. Not available
- 28. How often do you interact with the following UI-Interventions? *Notifications* (single-select)
 - a. Daily
 - b. Weekly
 - c. Monthly
 - d. Rarely
 - e. Never
 - f. Not available
- 29. How often do you interact with the following UI-Interventions? *Recommendations* (single-select)
 - a. Daily
 - b. Weekly
 - c. Monthly
 - d. Rarely
 - e. Never
 - f. Not available
- 30. What are the limitations of the monitoring systems (e.g., app, dashboard, in-home displays, solar panel app etc.) you are using? (open)

UI-Interventions and information preferences

In this section, we want to know what improvements might help you to understand your energy consumption.

- 31. What information would be helpful for you to better understand your consumption? (multiple-select)
 - a. Display consumption in kWh, CO2, costs
 - b. Display production in kWh (e.g., from solar panels)
 - c. Consumption per device/outlet
 - d. Comparison with your own historical consumption
 - e. Comparison with similar households (anonymized)
 - f. Cost information and savings potential
 - g. Environmental impact
 - h. Notifications in case of unusual consumption
 - i. Free text
- 32. How often and in what detail would you like to receive consumption summaries? [*"real-time data" = live data updated continuously*] (single-select)
 - a. Daily
 - b. Weekly
 - c. Monthly
 - d. Rarely
 - e. Never
 - f. Not available

- 33. How often and in what detail would you like to receive consumption summaries? [*"short report" = a brief overview including total consumption, change from previous period*] (single-select)
 - a. Daily
 - b. Weekly
 - c. Monthly
 - d. Rarely
 - e. Never
 - f. Not available
- 34. How often and in what detail would you like to receive consumption summaries? [*"detailed report" = device-level breakdown, explanations, recommendations*] (single-select)
 - a. Daily
 - b. Weekly
 - c. Monthly
 - d. Rarely
 - e. Never
 - f. Not available

Helpful UI-Interventions

In this section, we explore what energy-related information might be useful.

- 35. Please rate the following statements: I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if it would save me money. (likert-skale)
- 36. Please rate the following statements: I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if it would reduce my impact on the environment. (likert-skale)
- 37. Please rate the following statements: I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if I received personalised recommendations on specific improvements I could make. (likert-skale)
- 38. Please rate the following statements: I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if I was informed about my current consumption compared to my previous consumption. (likert-skale)
- 39. Please rate the following statements: I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if I can compare my consumption with similar households. (likert-skale)
- 40. Please rate the following statements: I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if there are playful elements (goals, achievements). (likert-skale)
- 41. Please rate the following statements: I would be more likely to change my electricity consumption behaviour if consumption is visualised through indirect feedback (smileys, colours). (likert-skale)
- 42. What is most likely to prevent you from implementing recommendations from your monitoring system (e.g., app, dashboard, in-home displays, solar panel app etc.)? (multiple-select)
 - a. Time required, complexity of implementation
 - b. Costs (e.g., for new devices)
 - c. Doubts about effectiveness or trust
 - d. Possible loss of comfort
 - e. Data protection concerns
 - f. Lack of control (e.g., in rental properties)
 - g. Nothing
 - h. Free text

Demographic Background

- 43. How old are you? (multiple-select)
 - a. 18-24
 - b. 25-34

- c. 35-44
- d. 45-54
- e. 55-64
- f. 65+

44. In which country do you live? (open)

45. What type of household do you live in? (multiple-select)

The household composition can influence electricity use patterns. For example, households with children or multiple generations may have different energy consumption behaviours than single-person households.

- a. Single-person household
- b. Couple without children
- c. Couple with children
- d. Family (multiple generations)
- e. Shared apartment
- f. Free text

46. What is your living situation? (multiple-select)

The living situation can influence how aware you are of your households electricity consumption. For example, tenants with fixed utility costs may not see their actual energy use as clearly as owners, which can affect their energy-saving behaviour.

- a. Own house
 - b. Own apartment
 - c. Rented house
 - d. Rented apartment
 - e. Free text
-

Closing

Thank you very much for your time and your answers!

Baseline awareness (Columns C - R, SQ2 - SQ17)

Does a device that is switched off but still plugged in consume power?
Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Yes	35	70.0
No	10	20.0
I don't know	5	10.0

A refrigerator uses more energy per year than a washing machine. (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree)
Response rate: 50 / 50 (100%)

Rating	Count	%
1	9	18.0
2	12	24.0
3	10	20.0
4	10	20.0

5 (correct)	9	18.0
-------------	---	------

What does the unit “watt (W)” measure?
Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Power consumption at a specific moment (correct)	39	78.0
Power consumption per hour	5	10.0
Voltage of a device	3	6.0
Amount of electricity used	2	4.0
I don't know	1	2.0

Which of these devices typically consume the most power while running?
Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Washing machine	42	84.0
Refrigerator	5	10.0
Television	1	2.0
Laptop	1	2.0
I don't know	1	2.0

Which of these devices typically consume the least power while running?
Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Laptop	28	56.0
Television	13	26.0

Refrigerator	4	8.0
I don't know	4	8.0
Washing machine	1	2.0

Please choose one household item you have.

Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Coffee machine	23	46.0
Laptop	18	36.0
Washing machine	9	18.0

How much power does an electronic coffee machine consume while brewing coffee?

Response rate: 23 / 50 (46%)

Response	Count	%
200-800 W	6	26.1
800-1200 W (correct)	6	26.1
1200-1500 W	4	17.4
I don't know	4	17.4
More than 1500 W	2	8.7
Less than 200 W	1	4.3

How much power does an electronic coffee machine consume in standby mode?

Response rate: 23 / 50 (46%)

Response	Count	%
1-5 W (correct)	12	52.2
Less than 1 W	6	26.1
I don't know	3	13.0

5 - 10 W	1	4.3
More than 10 W	1	4.3
0 W	0	0.0

How much power does an electronic washing machine consume during a wash cycle?

Response rate: 9/ 50 (18%)

Response	Count	%
800-1200 W (correct)	3	33.3
1200-1500 W	2	22.2
I don't know	2	22.2
200-800 W	1	11.1
Less than 200 W	1	11.1
More than 1500 W	0	0.0

How much power does a washing machine consume in standby mode?

Response rate: 9/ 50 (18%)

Response	Count	%
Less than 1 W	4	44.4
0 W	2	22.2
1-5 W (correct)	1	11.1
5 - 10 W	1	11.1
I don't know	1	11.1
More than 10 W	0	0.0

How much power does a laptop consume during active use?

Response rate: 18/ 50 (36%)

Response	Count	%
----------	-------	---

Less than 200 W (correct)	10	55.6
I don't know	4	22.2
200-800 W	3	16.7
1200-1500 W	1	5.6
800-1200 W	0	0.0
More than 1500 W	0	0.0

How much power does a laptop consume in standby mode?

Response rate: 18/ 50 (36%)

Response	Count	%
1-5 W (correct)	9	50.0
Less than 1 W	3	16.7
I don't know	3	16.7
5 - 10 W	2	11.1
More than 10 W	1	11.1
0 W	0	0.0

I know which appliances in my household consume the most electricity.

Response rate: 50 / 50 (100%)

Rating	Count	%
1	5	10.0
2	7	14.0

3	7	14.0
4	21	42.0
5	10	20.0

I know which specific behaviours increase electricity consumption.

Response rate: 50 / 50 (100%)

Rating	Count	%
1	2	4.0
2	5	10.0
3	5	10.0
4	30	60.0
5	8	16.0

I am aware that some devices consume electricity even when switched off but remain plugged in.

Response rate: 50 / 50 (100%)

Rating	Count	%
--------	-------	---

1	1	2.0
2	2	4.0
3	4	8.0
4	12	24.0
5	31	62.0

I feel capable of reducing my electricity consumption through simple measures.
Response rate: 50 / 50 (100%)

Rating	Count	%
1	1	2.0
2	3	6.0
3	14	28.0
4	23	46.0
5	9	18.0

A majority demonstrates general awareness of key electricity concepts (e.g., standby consumption, watt as a unit of power). Self-reported awareness and confidence are consistently high, particularly for standby consumption and behavioural influence. However, factual and quantitative knowledge is inconsistent, with frequent misconceptions about appliance consumption and watt usage. Practical confidence does not depend on technical accuracy: participants feel capable of acting even when their objective understanding is limited.

Current practices (Columns S - AD, SQ18-SQ29)

Have you already implemented some energy-saving measures?
Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Yes	40	80.0
No	10	20.0

Which energy-saving measures have you already implemented?
Response rate: 40 / 50 (80%)

Response pattern	Count	%
Switching devices fully off (no standby)	33	82.5
Switched to LED lighting	32	80.0
Purchase energy-efficient devices	28	70.0
Lowering room temperature / heating more consciously	27	67.5

Shifting usage times	24	60.0
Unplugging devices that are switched off	20	50.0
Install a solar power system	15	37.5
Smart home automation	13	32.5
Minimize use of hot water	3	7.5
Switching off the lights in non-used rooms	1	2.5
Smart EV-Charger with Solar power	1	2.5

Which monitoring systems do you use to monitor your energy consumption?

Response rate: 50 / 50 (100%)

Response pattern	Count	%
None	27	54.0
No clear answer (e.g. App, Dashboard)	10	20.0
Shelly EM	3	6.0
Solar Manager	3	6.0

Enerest	1	2.0
Fronius Solar	1	2.0
Homey	1	2.0
Intuis connect	1	2.0
Primeo energie zev	1	2.0
Smart energy link	1	2.0
Smartspar	1	2.0

How often do you use such a system?

Cleaned Response rate: 23 / 50 (46%)

Frequency	Count	%
Monthly	7	30.4
Weekly	7	30.4
Daily	4	17.4

Rarely	3	13.0
Annually	2	8.7
Never	0	0.0

What information does your display show? (cleaned)

Response rate: 50 / 50 (100%)

Cleaned Response rate: 23 / 50 (46%)

Response pattern	Count	%
Historical consumption	19	82.6
Current total consumption	18	78.3
Production per device or source	8	34.8
Cost Information	8	34.8
Consumption per device or outlet	5	21.7
Recommendations for action	4	17.4

Co2 impact	3	13.0
Comparison with others	2	8.7
Notifications in case of unusual consumption	2	8.7
Room temperature	1	4.3

How often do you interact with the following UI-Interventions?

Response rate: 50 / 50 (100%)

Cleaned Response rate: 23 / 50 (46%)

Interaction with UI interventions — Consumption graphs/charts (Cleaned)

Response	Count	%
Weekly	8	34.8
Monthly	5	21.7
Daily	3	13.0
Rarely	3	13.0
Not available	3	13.0

Never	1	4.3
-------	---	-----

Interaction with UI interventions — Production graphs (e.g., solar) (Cleaned)

Response	Count	%
Weekly	8	34.8
Not available	6	26.1
Rarely	4	17.4
Monthly	2	8.7
Daily	2	8.7
Never	1	4.3

Interaction with UI interventions — Device-level breakdown (Cleaned)

Response	Count	%
Not available	12	52.2

Rarely	4	17.4
Monthly	3	13.0
Never	2	8.7
Weekly	1	4.3
Daily	1	4.3

Interaction with UI interventions — Cost overview (Cleaned)

Response	Count	%
Not available	8	34.8
Rarely	5	21.7
Monthly	4	17.4
Never	4	17.4
Weekly	2	8.7
Daily	0	0.0

Interaction with UI interventions — Comparison with others (Cleaned)

Response	Count	%
Not available	12	52.2
Never	6	26.1
Monthly	4	17.4
Weekly	1	4.3
Daily	0	0.0
Rarely	0	0.0

Interaction with UI interventions — Notifications (Cleaned)

Response	Count	%
Not available	10	43.5
Never	5	21.7
Monthly	3	13.0

Rarely	3	13.0
Weekly	2	8.7
Daily	0	0.0

Interaction with UI interventions — Recommendations (Cleaned)

Response	Count	%
Not available	12	52.2
Never	5	21.7
Monthly	4	17.4
Weekly	2	8.7
Daily	0	0.0
Rarely	0	0.0

Most respondents have already implemented at least one energy-saving measure, primarily low-effort behavioural actions such as switching devices off, using efficient lightning or reducing heating. In contrast, formal energy monitoring is far less common, and when they are used, interaction tends to be infrequent and passive. Advanced UI features such as device-level breakdown, costs, comparison with others,

notifications or recommendations are often not available or rarely accessed. Current monitoring practices are primarily passive and descriptive, focusing on total consumption rather than actionable insights.

Wishes Regarding a Potential Energy Monitoring Solution (Columns AE–AQ, SQ30–SQ42)

What are the limitations of the monitoring systems you are using?

Response rate: 50 / 50 (100%) **Cleaned Response rate:** 23 / 50 (46%)

Response pattern	Count	%
No device breakdown	7	30.4
None	6	26.1
No Cost calculation	2	8.7
No dynamic tariff information	1	4.3
No summarize and optimize usage	1	4.3
No option to pull the raw data to analyze it by themselves	1	4.3
No recommendations	1	4.3
No CO2 calculation	1	4.3
No automation	1	4.3

No history consumption	1	4.3
No complete overview available	1	4.3

What information would be helpful for you to better understand your consumption?

Response rate: 50 / 50 (100%)

Information type mentioned	count	%
Consumption per device/outlet	39	78.0
Notifications in case of unusual consumption	30	60.0
Comparison with your own historical consumption	29	58.0
Consumption in kWh, CO ₂ , and/or costs	27	54.0
Comparison with similar households	25	50.0
Cost information and savings potential	24	48.0
Environmental impact	19	38.0

Display production in kWh	13	26.0
Display consumption in W and VA	1	2.0
Forecast/Planing tool for PV production (weather forecast and personal preferences)	1	2.0

Preferred frequency and detail of consumption summaries

Response rate: 50 / 50 (100%)

Real-time data

Frequency	Count	%
Daily	21	42.0
Weekly	14	28.0
Never	8	16.0
Rarely	5	10.0
Monthly	2	4.0
Annually	0	0.0

Short reports

Frequency	Count	%
Monthly	21	42.0
Weekly	18	36.0
Daily	5	10.0
Annually	3	6.0
Never	2	4.0
Rarely	1	2.0

Detailed reports

Frequency	Count	%
Monthly	21	42.0
Annually	18	36.0
Weekly	5	10.0
Never	5	10.0

Daily	1	2.0
Rarely	0	0.0

Conditions that would motivate behaviour change

Response rate: 50 / 50 (100%)

Save money

Rating	Count	%
1	1	2.0
2	3	6.0
3	16	32.0
4	15	30.0
5	15	30.0

Reduce environmental impact

Rating	Count	%
--------	-------	---

1	0	0.0
2	4	8.0
3	10	20.0
4	19	38.0
5	17	34.0

Personalized recommendations

Rating	Count	%
1	1	2.0
2	4	8.0
3	11	22.0
4	18	36.0
5	16	32.0

Current vs past comparison

Rating	Count	%
1	2	4.0
2	5	10.0
3	8	16.0
4	25	50.0
5	10	20.0

Similar household comparison

Rating	Count	%
1	2	4.0
2	12	24.0
3	10	20.0
4	18	36.0
5	8	16.0

Gamification

Rating	Count	%
1	9	18.0
2	13	26.0
3	10	20.0
4	12	24.0
5	6	12.0

Smilyes

Rating	Count	%
1	6	12.0
2	8	16.0
3	23	46.0
4	8	16.0

5	5	10.0
---	---	------

Barriers to implementing recommendations (Cleaned)

Response rate: 50 / 50 (100%)

Barrier mentioned	Approx. count	%
Time required, complexity of implementation	31	62.0
Costs	26	52.0
Lack of control	23	46.0
Doubts about effectiveness or trust	18	36.0
Possible lost of comfort	14	28.0
Data protection concerns	13	26.0
Nothing	6	12.0
Resale value of house	1	2.0

Respondents consistently express a desire for richer, more contextualised information, especially device-level data, cost transparency, and temporal comparisons. At the same time, they report multiple barriers to acting on recommendations, such as time and complexity, costs, limited control in rental situations and concerns about comfort, effectiveness and privacy. While many indicate that personalised recommendations, cost savings, reducing environmental impact and historical comparison would increase their likelihood of changing behaviour, features such as gamification or indirect feedback are less motivating.

Demographic Background (Columns AR–AU, SQ43 - SQ46)

How old are you?

Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
25-34	15	30.0
35-44	12	24.0
45-54	9	18.0
55-64	8	16.0
18-24	5	10.0
65+	1	2.0

In which country do you live?

Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Switzerland	45	90.0
Germany	2	4.0
Austria	1	2.0
UK	1	2.0
India	1	2.0

What type of household do you live in? (cleaned)

Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Couple with children	15	30.0
Couple without children	13	26.0
Family (multiple generations)	9	18.0

Single-person household	7	14.0
Shared apartment	6	12.0

What is your living situation?

Response rate: 50 / 50 (100%)

Response	Count	%
Rented apartment	26	52.0
Own house	16	32.0
Own apartment	6	12.0
Rented house	2	4.0

E User study

Study introduction

Hello and welcome to the user test!

The test consists of four steps:

1. Introductory questionnaire
2. Test 1
3. Test 2
4. Final questionnaire

Each step is clearly marked so that you always know where you are in the test.

Everything that is displayed in **purple**—i.e., the questionnaires, transition pages, and tasks—**is part of the test**. All other colors (e.g., the app's usual dark green/blue color scheme) **belong to the normal application**. This allows you to immediately recognize which area is currently part of the test and which is not.

Thank you for your support!

Pre-Survey Instrument

Please answer the following questions.

(Step 4 of 4)

1. I know which appliances in my household consume the most electricity. (Likert scale)
2. I know which specific behavioral changes would reduce my electricity consumption. (Likert scale)
3. I can estimate which appliances incur particularly high costs. (Likert scale)
4. I feel confident in my ability to interpret electricity consumption data correctly. (Likert scale)
5. Rank the appliances according to how much electricity (watts) they consume at most. (highest consumption at the top) (ranking)
 - a. Lamp
 - b. Washing machine
 - c. Oven
 - d. Laptop
 - e. TV
6. Rank the devices according to how much electricity (kWh) they consume on average per month. (highest consumption at the top) (ranking)
 - a. Lamp
 - b. Washing machine
 - c. Oven
 - d. Laptop
 - e. TV
7. How confident are you in your previous ranking? (single-select)
 - a. 0-20%
 - b. 21-40%
 - c. 41-60%
 - d. 61-80%

e. 81-100%

Start Scenario 1

Thank you for filling out the form. Please start with the first test. In this test, you will test our basic application and receive a standard overview of your power consumption without any additional information, similar to what is displayed in conventional power consumption apps.

(Step 2 of 4)

Test 1

1. Based on the information provided, try to estimate which of the following devices currently consumes the most electricity. (single-select)
 - a. Television
 - b. Laptop
 - c. Washing machine
 - d. Lighting
 - e. I don't know
2. Based on the information provided, try to estimate which of the following devices consumes the most electricity in January and therefore incurs the highest electricity costs. (single-select)
 - a. Television
 - b. Laptop
 - c. Washing machine
 - d. Lighting
 - e. I don't know
3. Select exactly two measures that would most effectively reduce electricity costs in this scenario. (multi-select)
 - a. Switch off appliances
 - b. Replace old appliances
 - c. Optimize heating times
 - d. No change
 - e. I don't know
4. Use electricity consumers during off-peak hours
 - a. Switch off appliances
 - b. Replace old appliances
 - c. Optimize heating times
 - d. No change
 - e. I don't know
5. At what time of day is household electricity consumption highest? (single-select)
 - a. In the morning
 - b. At midday
 - c. In the evening
 - d. At night
 - e. I don't know

Switch to Test 2

You have successfully completed the first test. Please now start the second test. In this test, you will use the same application as in Test 1, but with additional functions.

(Step 3 of 4)

Test 2

6. Based on the information provided, try to estimate which of the following devices currently consumes the most electricity. (Tip: Navigate to the device overview.) (single-select)
 - a. Television
 - b. Laptop
 - c. Washing machine
 - d. Lighting
 - e. I don't know
7. Based on the information provided, try to estimate which of the following devices consumes the most electricity in January and therefore incurs the highest electricity costs. (Tip: Navigate to the monthly reports.) (single-select)
 - a. Television
 - b. Laptop
 - c. Washing machine
 - d. Lighting
 - e. I don't know
8. Select exactly two measures that would most effectively reduce electricity costs in this scenario. (Tip: Navigate to the monthly reports.) (multi-select)
 - a. Use electricity consumers during off-peak hours
 - b. Switch off devices
 - c. Replace old devices
 - d. Optimize heating times
 - e. No change
 - f. I don't know
9. At what time of day is electricity consumption in the household highest? (Tip: Navigate to the monthly reports.) (single-select)
 - a. In the morning
 - b. At noon
 - c. In the evening
 - d. At night
 - e. I don't know

Please start with the last questionnaire.

Post-Survey Instrument

Please answer the following questions.

(Step 4 of 4)

Awareness questions

1. I know which appliances in my household consume the most electricity. (Likert scale)
2. I know which specific behavioral changes would reduce my electricity consumption. (Likert scale)

3. I can estimate which appliances incur particularly high costs. (Likert scale)
4. I feel confident in my ability to interpret electricity consumption data correctly. (Likert scale)
5. Rank the appliances according to how much electricity (watts) they consume at most. (highest consumption at the top) (ranking)
 - a. Lamp
 - b. Washing machine
 - c. Oven
 - d. Laptop
 - e. TV
6. Rank the devices according to how much electricity (kWh) they consume on average per month. (highest consumption at the top) (ranking)
 - a. Lamp
 - b. Washing machine
 - c. Oven
 - d. Laptop
 - e. TV
7. How confident are you in your ranking above? (single-select)
 - a. 0-20%
 - b. 21-40%
 - c. 41-60%
 - d. 61-80%
 - e. 81-100%

Feature effect questions

8. The device breakdown helped me identify the main consumers. (Likert scale)
9. The references to unusual usage improved my understanding. (Likert scale)
10. The recommendations for action helped me identify sensible measures. (Likert scale)

Behavioral questions

11. I would implement at least one of the suggested measures. (Likert scale)
12. I would adjust my usage behavior based on the information provided. (Likert scale)
13. I would deliberately use my devices at cheaper times. (Likert scale)
14. I would use this app regularly to optimize my electricity costs. (Likert scale)
15. Which measure would you implement first based on the recommendations? (single-select)
 - a. Use the dishwasher during off-peak hours
 - b. Adjust heating times in the evening
 - c. Implement both at the same time
 - d. Do not implement any of the recommendations

Motivational questions

16. Financial savings are an important incentive for me. (Likert scale)
17. Environmental aspects influence my energy consumption. (Likert scale)
18. Comfort restrictions would prevent me from changing my behavior. (Likert scale)
19. If measures are complicated, I am less likely to implement them. (Likert scale)

System fit

20. The information presented fits well with my personal priorities (e.g., cost, environment, comfort).
(Likert scale)

Value

21. The app offers me clear added value. (Likert scale)

Demographic questions

22. How old are you? (single select)

- a. 18-24
- b. 25-34
- c. 35-44
- d. 45-54
- e. 55-64
- f. 65+

23. Which country do you live in? (open)

24. What type of household do you live in? (single select)

- a. Single person Household
- b. Couple without children
- c. Couple with children
- d. Family (multiple generations)
- e. Shared apartment

25. What is your living situation? (single-select)

- a. Own house
- b. Own apartment
- c. Rented house
- d. Rented apartment

Closing

Many thanks for your participation! You may now close the website.

Awareness (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree).

Ich weiss, welche Geräte in meinem Haushalt den höchsten Stromverbrauch verursachen

Value	Pre Test		Post Test		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
1	1	7	0	0	-1	-7
2	2	13	0	0	-2	-13
3	4	27	1	7	-3	-20
4	5	33	4	27	-1	-6
5	3	20	10	67	7	47

Ich weiss, welche konkreten Verhaltensänderungen meinen Stromverbrauch reduzieren würden.

Value	Pre Test		Post Test		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
1	1	7	0	0	-1	-7
2	3	20	0	0	-3	-20
3	5	33	3	20	-2	-13
4	5	33	7	47	2	14
5	1	7	5	33	4	26

Ich kann einschätzen, welche Geräte besonders hohe Kosten verursachen.

Value	Pre Test		Post Test		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
1	1	7	0	0	-1	-7
2	0	0	0	0	0	0
3	5	33	1	43	-4	10
4	6	40	5	33	-1	-7
5	3	20	9	60	6	40

Ich kann einschätzen, welche Geräte besonders hohe Kosten verursachen.

Value	Pre Test		Post Test		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
1	0	0	0	0	0	0
2	6	40	0	0	-6	-40
3	4	27	1	7	-3	-20
4	2	13	9	60	7	47
5	3	20	5	33	2	13

Features (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree)

Die Geräteaufschlüsselung hat mir geholfen, die Hauptverbraucher zu erkennen.

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	3	20
5	12	80

Die Hinweise auf ungewöhnliche Nutzung haben mein Verständnis verbessert.

Value	Count	%
1	1	7
2	2	13
3	5	33
4	3	20
5	4	27

Die Handlungsempfehlungen haben mir geholfen, sinnvolle Massnahmen zu erkennen.

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	2	13
4	7	47
5	6	40

Behviour

Ich würde mindestens eine der vorgeschlagenen Massnahmen umsetzen.
(1 = strongly disagree, 5 = strongly agree)

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	1	7
4	6	40
5	8	53

Ich würde mein Nutzungsverhalten aufgrund der genannten Informationen anpassen.
(1 = strongly disagree, 5 = strongly agree)

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	1	7
4	10	67
5	4	27

Ich würde diese Applikation regelmässig nutzen, um meine Stromkosten zu optimieren.
(1 = strongly disagree, 5 = strongly agree)

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	1	7
4	9	60
5	5	33

Welche Massnahme würden Sie nach den Empfehlungen zuerst umsetzen?

Value	Count	%
Geschirrspüler in Nebenzeiten nutzen	3	20
Heizzeiten abends anpassen	4	27
Beides gleichzeitig umsetzen	7	47
Keine der Empfehlungen umsetzen	1	7

Motivation (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree)

Finanzielle Einsparungen sind ein wichtiger Anreiz für mich.

Value	Count	%
1	2	13
2	3	20
3	4	27
4	3	20
5	3	20

Umweltaspekte beeinflussen mein Energieverhalten.

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	7	47
5	8	53

Komforteinschränkungen würden mich von Verhaltensänderungen abhalten.

Value	Count	%
1	0	0
2	1	7
3	8	53
4	2	14
5	4	27

Wenn Massnahmen kompliziert sind, setze ich sie eher nicht um.

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	2	13
4	5	33
5	8	53

System (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree).

Die dargestellten Informationen passen gut zu meinen persönlichen Prioritäten (z.B. Kosten, Umwelt, Komfort)

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	5	33
4	8	53
5	2	13

Die App bietet mir einen klaren Mehrwert.

Value	Count	%
1	0	0
2	0	0
3	1	7
4	4	27
5	10	67

Demographics

Wie alt sind Sie?

Alter	Count	%
18-24	1	7
25-34	7	47
35-44	3	20
45-54	0	0
55-64	3	20
65+	1	7

In welchem Land leben Sie?

Land	Count	%
CH	10	67
FR	5	33

In welcher Art von Haushalt leben Sie?

Value	Count	%
Einzelpersonen Haushalt	3	20
Paar ohne Kinder	0	0
Paar mit Kindern	7	47
Familie (mehrere Generationen)	2	13
Wohngemeinschaft	3	20

Was ist Ihre Wohnsituation?

Value	Count	%
Haus im Eigentum	4	27
Wohnung im Eigentum	2	13
Haus zur Miete	2	13
Wohnung zur Miete	7	47

Device Ranking

Ordnen Sie die Geräte danach, wie viel Strom (Watt) sie maximal verbrauchen (Eine Antwort wird gezählt, wenn das Gerät an der richtigen Position im Ranking platziert wurde).

Value	Pre Test		Post Test		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
Backofen	9	60	5	33	-4	-27
Waschmaschine	9	60	5	33	-4	-27
Fernsehr	11	73	8	53	-3	-20
Laptop	6	40	5	33	-1	-7
Lampe	6	40	5	33	-1	-7

Ordnen Sie die Geräte danach, wie viel Strom (kWh) sie im Monat im Durchschnitt verbrauchen (Eine Antwort wird gezählt, wenn das Gerät an der richtigen Position im Ranking platziert wurde).

Value	Pre Test		Post Test		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
Waschmaschine	7	47	14	93	7	46
Backofen	3	20	11	73	8	53
Fernsehr	5	33	8	53	3	20
Laptop	8	53	8	53	0	0
Lampe	8	53	9	60	1	7

Wie sicher sind Sie sich bei Ihrer Einordnung von vorhin?

Value	Pre Test		Post Test		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
0-20%	1	7	0	0	-1	-7
21-40%	3	20	0	0	-3	-20
41-60%	5	33	4	27	-1	-6
61-80%	2	13	7	47	5	34
81-100%	4	27	4	27	0	0

User Test

TASK 1: Versuchen Sie anhand der gegebenen Informationen zu schätzen, welches der folgenden Geräte aktuell am meisten Strom verbraucht (Richtige Antwort = **Waschmaschine**).

Value	Baseline		Full		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
Fernseher	0	0	0	0	0	0
Laptop	1	7	0	0	-1	-7
Waschmaschine	4	27	15	100	11	73
Beleuchtung	1	7	0	0	-1	-7
Weiss ich nicht	9	60	0	0	-9	-60

TASK 2: Versuchen Sie anhand der gegebenen Informationen zu schätzen, welches der folgenden Geräte im Januar am meisten Strom verbraucht und somit die höchsten Stromkosten verursacht. (Richtige Antwort = **Waschmaschine**).

Value	Baseline		Full		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
Fernseher	1	7	0	0	-1	-7
Laptop	0	0	0	0	0	0
Waschmaschine	6	40	15	100	9	60
Beleuchtung	3	20	0	0	-3	-20
Weiss ich nicht	5	33	0	0	-5	-33

TASK 3: Wählen Sie genau zwei Maßnahmen, die die Stromkosten in diesem Szenario am effektivsten reduzieren würden (Richtige Antwort = **Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen und Heizzeiten optimieren**).

Value	Baseline		Full		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen	6	40	15	100	9	60
Geräte ausschalten	6	40	0	0	-6	-40
Alte Geräte erneuern	3	20	0	0	-3	-20
Heizzeiten optimieren	7	47	15	100	8	53
Keine Veränderung	0	0	0	0	0	0
Weiss ich nicht	4	27	0	0	-4	-27

TASK 4: Zu welcher Uhrzeit ist der Stromverbrauch im Januar im Haushalt am höchsten? (Richtige Antwort = Abends).

Value	Baseline		Full		Comparison	
	Count	%	Count	%	Count	%
Morgens	1	7	0	0	-1	-7
Mittags	0	0	0	0	0	0
Abends	6	40	13	87	7	47
Nachts	1	7	2	13	1	6
Weiss ich nicht	7	47	0	0	-7	-47

[illegible][illegible]

[illegible]


```

Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:04, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:04, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:05, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:05, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:10, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:10, System: null
Tester Id: 41, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-16 14:37:11, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-16 14:37:11, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-16 14:37:11, System: null
Tester Id: 41, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-16 14:37:20, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:20, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:20, System: null
Tester Id: 41, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: detailReport, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:21, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:21, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:21, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:22, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:22, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:27, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:27, System: null
Tester Id: 41, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-16 14:37:28, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-16 14:37:28, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-16 14:37:28, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:32, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:32, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:33, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:37:33, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:39:38, System: null
Tester Id: 41, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16 14:39:38, System: null

```

[illegible]

[illegible]

```

Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16
14:45:29, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16
14:45:29, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:45:31, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:45:31, System: null\
Tester Id: 43, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName:
analyze.other_households.other_households, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-16 14:45:33, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ComparisonConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null
Timestamp: 2026-02-16 14:45:33, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ComparisonConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-16 14:45:33, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:45:34, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:45:34, System: null\
Tester Id: 43, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-main, FeatureName: footer_activeDevices,
Scenario: A, Timestamp: 2026-02-16 14:45:35, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ActiveDevices, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-16 14:45:35, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ActiveDevices, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-16 14:45:35, System: null\
Tester Id: 43, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/active-devices, FeatureName: footer_activeDevices,
Scenario: A, Timestamp: 2026-02-16 14:45:56, System: null\
Tester Id: 43, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/active-devices, FeatureName: footer_analyze,
Scenario: A, Timestamp: 2026-02-16 14:45:57, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:45:57, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:45:57, System: null\
Tester Id: 43, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario:
A, Timestamp: 2026-02-16 14:46:04, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16
14:46:04, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-16
14:46:04, System: null\
Tester Id: 43, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: shortReport, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-16 14:46:06, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-16 14:46:06, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-16 14:46:06, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-16 14:46:07, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-16 14:46:07, System: null\
Tester Id: 43, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/short/month, FeatureName:
footer_analyze, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-16 14:46:09, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:46:09, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp:
2026-02-16 14:46:09, System: null\
Tester Id: 43, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName:
analyze.basic_consumption.basic_consumption, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-16 14:46:16, System: null\
Tester Id: 43, EventType: pageView, PageName: BaseConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-16 14:46:16, System: null\

```



```

Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:33, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:33, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:40, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:40, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:47, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:47, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-17 15:15:48, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-17 15:15:48, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-17 15:15:56, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:56, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:56, System: null
Tester Id: 45, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: detailReport, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:58, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:58, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:59, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:15:59, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:16:02, System: null
Tester Id: 45, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-17 15:16:03, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-17 15:16:03, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-17 15:16:03, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:16:05, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:16:05, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:16:06, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:16:06, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:19:13, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:19:13, System: null
Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: LandingPage, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:32:56, System: null

```

Tester Id: 45, EventType: pageView, PageName: LandingPage, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-17 15:32:56, System: null\

[illegible]

[illegible]

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:20:41, System: null

Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-main/consumption, FeatureName: footer_analyze, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:20:42, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:20:42, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:20:42, System: null

Tester Id: 53, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.consumption.consumption, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:21:36, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:36, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: day, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:37, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: day, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:37, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:38, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:39, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:39, System: null

Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-consumption/month, FeatureName: footer_analyze, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:21:41, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:21:41, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp: 2026-02-25 16:21:41, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:44, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:44, System: null

Tester Id: 53, EventType: testStarted, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:46, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:21:46, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:21:46, System: null

Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-main, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:21:50, System: null

Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-main, FeatureName: footer_activeDevices, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:21:54, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ActiveDevices, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:54, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ActiveDevices, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:21:54, System: null

Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/active-devices, FeatureName: footer_activeDevices, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:20, System: null

Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/active-devices, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:21, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:21, System: null

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:21, System: null

[illegible]

```

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:44, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:44, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:45, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:45, System: null
Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/short/month, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:48, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:48, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:48, System: null
Tester Id: 53, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:22:58, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:58, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:58, System: null
Tester Id: 53, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: detailReport, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:59, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:59, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:22:59, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:03, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:03, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:24, System: null
Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:23:24, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:23:24, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:23:24, System: null
Tester Id: 53, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:23:38, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:38, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: shortReport, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:39, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:39, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:39, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:40, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:40, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25 16:23:46, System: null

```

```

Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:46, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:47, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortReportPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:47, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:49, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:49, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:23:49, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:23:49, System: null
Tester Id: 53, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: detailReport, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:50, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:50, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:23:50, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-25 16:23:51, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-25 16:23:51, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:24:06, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:24:06, System: null
Tester Id: 53, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail, FeatureName:
footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:24:06, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 16:24:06, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 16:24:06, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:24:11, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:24:11, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:24:12, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:24:12, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:26:43, System: null
Tester Id: 53, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:26:43, System: null

```

[illegible]


```

Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 16:35:45, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 16:35:45, System: null
Tester Id: 57, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario:
B, Timestamp: 2026-02-25 16:36:08, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:36:08, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:36:08, System: null
Tester Id: 57, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: detailReport, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:09, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:09, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:09, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-25 16:36:10, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-25 16:36:10, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:13, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:13, System: null
Tester Id: 57, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail, FeatureName:
footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 16:36:14, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 16:36:14, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 16:36:14, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:16, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:16, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:17, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 16:36:17, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:41:33, System: null
Tester Id: 57, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
16:41:33, System: null

```

[illegible]

[illegible]

```

Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
17:05:33, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
17:05:33, System: null
Tester Id: 61, EventType: testStarted, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:05:34, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 17:05:34, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 17:05:34, System: null
Tester Id: 61, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-main, FeatureName: footer_activeDevices,
Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 17:05:35, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: ActiveDevices, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:05:35, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: ActiveDevices, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:05:35, System: null
Tester Id: 61, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/active-devices, FeatureName: footer_activeDevices,
Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 17:05:43, System: null
Tester Id: 61, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/active-devices, FeatureName: footer_analyze,
Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 17:05:44, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 17:05:44, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 17:05:44, System: null
Tester Id: 61, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario:
B, Timestamp: 2026-02-25 17:05:45, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
17:05:45, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-25
17:05:45, System: null
Tester Id: 61, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: detailReport, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:05:47, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:05:47, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:05:47, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-25 17:05:52, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-25 17:05:52, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:06:04, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:06:04, System: null
Tester Id: 61, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail, FeatureName:
footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-25 17:06:05, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 17:06:05, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-25 17:06:05, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:06:28, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:06:28, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:06:29, System: null
Tester Id: 61, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-25 17:06:29, System: null

```

[illegible]


```

Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: day, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-26 22:15:55, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-26 22:16:05, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-26 22:16:05, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-26 22:16:07, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-02-26 22:16:07, System: null
Tester Id: 65, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-summary/detail/month, FeatureName:
footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-02-26 22:16:18, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-26 22:16:18, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-02-26 22:16:18, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-26 22:16:21, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-26 22:16:21, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-26 22:16:23, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-02-26 22:16:23, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-26
22:19:56, System: null
Tester Id: 65, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-26
22:19:56, System: null

```

[illegible]

Tester Id: 69, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-27 00:11:04, System: null
Tester Id: 69, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-02-27 00:11:04, System: null

Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: PreSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:54:54, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: PreSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:54:54, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: Test1Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:21, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: Test1Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:21, System: null
Tester Id: 75, EventType: testStarted, PageName: Test1Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:22, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-03-02 21:57:22, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-03-02 21:57:22, System: null
Tester Id: 75, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.consumption.consumption, Scenario: B, Timestamp: 2026-03-02 21:57:33, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:33, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:33, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:34, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: month, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:34, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:37, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:37, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: week, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:37, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ConsumptionPage, FeatureName: week, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:57:37, System: null
Tester Id: 75, EventType: navigationClick, PageName: /smartmeter/analyze-consumption/week, FeatureName: footer_analyze, Scenario: B, Timestamp: 2026-03-02 21:57:38, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-03-02 21:57:38, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp: 2026-03-02 21:57:38, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:59:34, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:59:34, System: null
Tester Id: 75, EventType: testStarted, PageName: Test2Intro, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:59:35, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp: 2026-03-02 21:59:35, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: A, Timestamp: 2026-03-02 21:59:35, System: null
Tester Id: 75, EventType: featureClick, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: analyze.summary.summary, Scenario: A, Timestamp: 2026-03-02 21:59:40, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:59:40, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:59:40, System: null
Tester Id: 75, EventType: featureClick, PageName: Reports, FeatureName: shortReport, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:59:42, System: null
Tester Id: 75, EventType: pageView, PageName: ShortOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02 21:59:42, System: null


```
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-03-02 22:21:28, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: DetailedReportPage, FeatureName: month, Scenario: null,
Timestamp: 2026-03-02 22:21:28, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-03-02 22:21:41, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: DetailedOverview, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-03-02 22:21:41, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02
22:21:41, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: Reports, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02
22:21:41, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-03-02 22:21:42, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: AnalyzeMain, FeatureName: null, Scenario: B, Timestamp:
2026-03-02 22:21:42, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-03-02 22:22:05, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: LandingPage2, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-03-02 22:22:05, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-03-02 22:22:07, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: PostSurvey, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp:
2026-03-02 22:22:07, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02
22:24:52, System: null
Tester Id: 77, EventType: pageView, PageName: ThankYou, FeatureName: null, Scenario: null, Timestamp: 2026-03-02
22:24:52, System: null
```

[illegible]


```

{
  "tester_id": "39",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "5",
    "q_awareness2_pre": "4",
    "q_awareness3_pre": "5",
    "q_awareness4_pre": "5",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "81-100%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "4",
    "q_awareness3_post": "4",
    "q_awareness4_post": "5",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "81-100%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "5",
    "q_feature3": "5",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "4",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Beides gleichzeitig umsetzen",
    "q_motivation1": "3",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "4",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "4",
    "q_demo1": "55-64",
    "q_demo2": "Frankreich",
    "q_demo3": "Familie (mehrere Generationen)",
    "q_demo4": "Haus im Eigentum"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

        "Weiss ich nicht"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Weiss ich nicht"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "41",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "1",
    "q_awareness2_pre": "4",
    "q_awareness3_pre": "4",
    "q_awareness4_pre": "3",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "41-60%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "5",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "5",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "81-100%",
    "q_feature1": "4",
    "q_feature2": "4",
    "q_feature3": "4",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "5",
    "q_behaviour3": "5",
    "q_behaviour4": "5",
    "q_behaviour5": "Beides gleichzeitig umsetzen",
    "q_motivation1": "5",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "5",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "55-64",
    "q_demo2": "Frankreich",
    "q_demo3": "Paar mit Kindern",
    "q_demo4": "Haus im Eigentum"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

        "Weiss ich nicht"
      ],
      "3": [
        "Geräte ausschalten",
        "Alte Geräte erneuern"
      ],
      "4": [
        "Weiss ich nicht"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "43",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "2",
    "q_awareness2_pre": "2",
    "q_awareness3_pre": "1",
    "q_awareness4_pre": "2",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Lampe",
      "Waschmaschine",
      "Laptop",
      "TV",
      "Backofen"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "41-60%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "3",
    "q_awareness2_post": "3",
    "q_awareness3_post": "3",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "61-80%",
    "q_feature1": "4",
    "q_feature2": "2",
    "q_feature3": "4",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "3",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Heizzeiten abends anpassen",
    "q_motivation1": "3",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "2",
    "q_motivation4": "4",
    "q_fit1": "3",
    "q_value1": "4",
    "q_demo1": "35-44",
    "q_demo2": "Frankreich",
    "q_demo3": "Einzelpersonen Haushalt",
    "q_demo4": "Haus zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

        "Weiss ich nicht"
      ],
      "3": [
        "Geräte ausschalten",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Morgens"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "45",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "4",
    "q_awareness2_pre": "4",
    "q_awareness3_pre": "4",
    "q_awareness4_pre": "5",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "61-80%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "4",
    "q_awareness3_post": "4",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "81-100%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "3",
    "q_feature3": "4",
    "q_behaviour1": "4",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "4",
    "q_behaviour4": "5",
    "q_behaviour5": "Geschirrspüler in Nebenzeiten nutzen",
    "q_motivation1": "3",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "4",
    "q_motivation4": "4",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "25-34",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Wohngemeinschaft",
    "q_demo4": "Wohnung zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

        "Weiss ich nicht"
      ],
      "3": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "4": [
        "Weiss ich nicht"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "47",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "5",
    "q_awareness2_pre": "5",
    "q_awareness3_pre": "5",
    "q_awareness4_pre": "5",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "81-100%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "5",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "5",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "81-100%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "4",
    "q_feature3": "5",
    "q_behaviour1": "4",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "5",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Beides gleichzeitig umsetzen",
    "q_motivation1": "1",
    "q_motivation2": "4",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "3",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "25-34",
    "q_demo2": "Frankreich",
    "q_demo3": "Familie (mehrere Generationen)",
    "q_demo4": "Haus im Eigentum"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [

```

```

        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Geräte ausschalten",
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "51",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "3",
    "q_awareness2_pre": "3",
    "q_awareness3_pre": "4",
    "q_awareness4_pre": "4",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "41-60%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "4",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "61-80%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "5",
    "q_feature3": "4",
    "q_behaviour1": "4",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "3",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Geschirrspüler in Nebenzeiten nutzen",
    "q_motivation1": "4",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "25-34",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Paar mit Kindern",
    "q_demo4": "Wohnung zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

      "Waschmaschine"
    ],
    "3": [
      "Geräte ausschalten",
      "Heizzeiten optimieren"
    ],
    "4": [
      "Weiss ich nicht"
    ]
  },
  "TEST_2": {
    "1": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "2": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "3": [
      "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
      "Heizzeiten optimieren"
    ],
    "4": [
      "Abends"
    ]
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "53",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "4",
    "q_awareness2_pre": "4",
    "q_awareness3_pre": "3",
    "q_awareness4_pre": "3",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "41-60%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "4",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Backofen",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "61-80%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "1",
    "q_feature3": "5",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "3",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Heizzeiten abends anpassen",
    "q_motivation1": "1",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "4",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "18-24",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Wohngemeinschaft",
    "q_demo4": "Wohnung zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

      "Waschmaschine"
    ],
    "3": [
      "Weiss ich nicht"
    ],
    "4": [
      "Abends"
    ]
  },
  "TEST_2": {
    "1": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "2": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "3": [
      "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
      "Heizzeiten optimieren"
    ],
    "4": [
      "Abends"
    ]
  }
}
}

```

```

{
  "tester_id": "57",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "2",
    "q_awareness2_pre": "1",
    "q_awareness3_pre": "3",
    "q_awareness4_pre": "2",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Lampe",
      "TV",
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "21-40%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "4",
    "q_awareness2_post": "3",
    "q_awareness3_post": "4",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "41-60%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "3",
    "q_feature3": "3",
    "q_behaviour1": "4",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "3",
    "q_behaviour4": "3",
    "q_behaviour5": "Heizzeiten abends anpassen",
    "q_motivation1": "2",
    "q_motivation2": "4",
    "q_motivation3": "5",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "3",
    "q_value1": "4",
    "q_demo1": "65+",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Einzelpersonen Haushalt",
    "q_demo4": "Wohnung im Eigentum"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

        "Weiss ich nicht"
      ],
      "3": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "4": [
        "Weiss ich nicht"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Nachts"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "59",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "4",
    "q_awareness2_pre": "3",
    "q_awareness3_pre": "3",
    "q_awareness4_pre": "3",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Lampe",
      "TV",
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "21-40%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "4",
    "q_awareness3_post": "4",
    "q_awareness4_post": "3",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "61-80%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "3",
    "q_feature3": "3",
    "q_behaviour1": "4",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "4",
    "q_behaviour4": "5",
    "q_behaviour5": "Beides gleichzeitig umsetzen",
    "q_motivation1": "4",
    "q_motivation2": "4",
    "q_motivation3": "5",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "3",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "35-44",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Paar mit Kindern",
    "q_demo4": "Wohnung zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

        "Beleuchtung"
      ],
      "3": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "4": [
        "Weiss ich nicht"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Nachts"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "61",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "4",
    "q_awareness2_pre": "4",
    "q_awareness3_pre": "4",
    "q_awareness4_pre": "3",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "61-80%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "5",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "61-80%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "3",
    "q_feature3": "4",
    "q_behaviour1": "4",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "5",
    "q_behaviour4": "5",
    "q_behaviour5": "Beides gleichzeitig umsetzen",
    "q_motivation1": "2",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "4",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "25-34",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Wohngemeinschaft",
    "q_demo4": "Wohnung zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [

```

```

        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Geräte ausschalten",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Weiss ich nicht"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "65",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "5",
    "q_awareness2_pre": "3",
    "q_awareness3_pre": "5",
    "q_awareness4_pre": "4",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "81-100%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "5",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "5",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "TV",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "Lampe",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "61-80%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "4",
    "q_feature3": "5",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "4",
    "q_behaviour3": "5",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Geschirrspüler in Nebenzeiten nutzen",
    "q_motivation1": "3",
    "q_motivation2": "4",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "3",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "3",
    "q_demo1": "25-34",
    "q_demo2": "Frankreich",
    "q_demo3": "Paar mit Kindern",
    "q_demo4": "Haus im Eigentum"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [

```

```

        "Beleuchtung"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "69",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "3",
    "q_awareness2_pre": "2",
    "q_awareness3_pre": "4",
    "q_awareness4_pre": "2",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Laptop",
      "Lampe",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "0-20%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "4",
    "q_awareness2_post": "5",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "5",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Laptop",
      "Lampe",
      "TV"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "41-60%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "5",
    "q_feature3": "5",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "5",
    "q_behaviour3": "5",
    "q_behaviour4": "5",
    "q_behaviour5": "Beides gleichzeitig umsetzen",
    "q_motivation1": "5",
    "q_motivation2": "5",
    "q_motivation3": "3",
    "q_motivation4": "3",
    "q_fit1": "5",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "25-34",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Paar mit Kindern",
    "q_demo4": "Wohnung zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Weiss ich nicht"
      ],
      "2": [

```

```

        "Beleuchtung"
      ],
      "3": [
        "Heizzeiten optimieren",
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen"
      ],
      "4": [
        "Nachts"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": "75",
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "4",
    "q_awareness2_pre": "3",
    "q_awareness3_pre": "3",
    "q_awareness4_pre": "2",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe",
      "Backofen"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "81-100%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "4",
    "q_awareness2_post": "4",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "Laptop",
      "TV"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "41-60%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "3",
    "q_feature3": "5",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "5",
    "q_behaviour3": "4",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Beides gleichzeitig umsetzen",
    "q_motivation1": "4",
    "q_motivation2": "4",
    "q_motivation3": "5",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "25-34",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Einzelpersonen Haushalt",
    "q_demo4": "Wohnung zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Laptop"
      ],
      "2": [

```

```

      "Fernseher"
    ],
    "3": [
      "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
      "Alte Geräte erneuern"
    ],
    "4": [
      "Abends"
    ]
  },
  "TEST_2": {
    "1": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "2": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "3": [
      "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
      "Heizzeiten optimieren"
    ],
    "4": [
      "Abends"
    ]
  }
}

```

```

{
  "tester_id": 77,
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "3",
    "q_awareness2_pre": "3",
    "q_awareness3_pre": "4",
    "q_awareness4_pre": "2",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "TV",
      "Laptop",
      "Lampe"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "21-40%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "5",
    "q_awareness2_post": "4",
    "q_awareness3_post": "5",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Laptop",
      "TV",
      "Lampe"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Laptop",
      "TV",
      "Lampe"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "61-80%",
    "q_feature1": "4",
    "q_feature2": "5",
    "q_feature3": "4",
    "q_behaviour1": "5",
    "q_behaviour2": "5",
    "q_behaviour3": "5",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Heizzeiten abends anpassen",
    "q_motivation1": "5",
    "q_motivation2": "4",
    "q_motivation3": "4",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "4",
    "q_value1": "5",
    "q_demo1": "55-64",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Paar mit Kindern",
    "q_demo4": "Wohnung im Eigentum"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [

```

```

        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Alte Geräte erneuern"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    },
    "TEST_2": {
      "1": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "2": [
        "Waschmaschine"
      ],
      "3": [
        "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
        "Heizzeiten optimieren"
      ],
      "4": [
        "Abends"
      ]
    }
  }
}

```

```

{
  "tester_id": 79,
  "preSurvey": {
    "q_awareness1_pre": "3",
    "q_awareness2_pre": "2",
    "q_awareness3_pre": "3",
    "q_awareness4_pre": "2",
    "q_ranking_energy_watt_pre": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_pre": [
      "Backofen",
      "Waschmaschine",
      "Lampe",
      "TV",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_pre": "41-60%"
  },
  "postSurvey": {
    "q_awareness1_post": "4",
    "q_awareness2_post": "3",
    "q_awareness3_post": "4",
    "q_awareness4_post": "4",
    "q_ranking_energy_watt_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_ranking_energy_kwh_post": [
      "Waschmaschine",
      "Backofen",
      "TV",
      "Lampe",
      "Laptop"
    ],
    "q_confidence_ranking_appliances_post": "41-60%",
    "q_feature1": "5",
    "q_feature2": "2",
    "q_feature3": "4",
    "q_behaviour1": "3",
    "q_behaviour2": "3",
    "q_behaviour3": "3",
    "q_behaviour4": "4",
    "q_behaviour5": "Keine der Empfehlungen umsetzen",
    "q_motivation1": "2",
    "q_motivation2": "4",
    "q_motivation3": "5",
    "q_motivation4": "5",
    "q_fit1": "3",
    "q_value1": "4",
    "q_demo1": "35-44",
    "q_demo2": "Schweiz",
    "q_demo3": "Paar mit Kindern",
    "q_demo4": "Haus zur Miete"
  },
  "assignment": {
    "TEST_1": {
      "1": [
        "Beleuchtung"
      ],
      "2": [

```

```

      "Waschmaschine"
    ],
    "3": [
      "Geräte ausschalten",
      "Heizzeiten optimieren"
    ],
    "4": [
      "Abends"
    ]
  },
  "TEST_2": {
    "1": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "2": [
      "Waschmaschine"
    ],
    "3": [
      "Stromverbraucher in Nebenzeiten nutzen",
      "Heizzeiten optimieren"
    ],
    "4": [
      "Abends"
    ]
  }
}

```