

Manfred Hegger, Annekatriin Koch

## **Nutzerinterface für Plusenergie- Mehrfamilienhäuser**

**Entwicklung eines Nutzerinterfaces  
zum Energiemanagement  
des Nutzers in Plusenergie-  
Mehrfamilienhäusern**

F 3010

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2017

ISBN 978-3-8167-9956-6

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

---

# Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser

---

Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers  
in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

---

## Schlussbericht

*TU Darmstadt, FB Architektur,  
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen,  
Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger*

*Bearbeitung Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger  
M.Sc. Annetkatrin Koch*

*Aktenzeichen SWD-10.08.18.7-14.25*

*Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft  
Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.  
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.*

**FORSCHUNGSINITIATIVE**  
**ZukunftBAU**

---



## Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser - Schlussbericht

### in Ergänzung zum Schlussbericht folgende Unterlagen berücksichtigen

Anlage 1: Benutzerhandbuch (Faltposter)

Anlage 2: Benutzerhandbuch (Broschüre)

Anlage 3: Evaluation und Monitoring

### Zuwendungsempfänger

TU Darmstadt, FB Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen

### Bearbeitung

Autoren

Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger

M.Sc. Annetkatrin Koch

### Kontakt

TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Manfred Hegger

El-Lissitzky-Straße 1  
D-64287 Darmstadt

tel +49 [0]6151 16-22950

fax +49 [0]6151 16-22951

fg@ee.tu-darmstadt.de

koch@ee.tu-darmstadt.de

www.architektur.tu-darmstadt.de/ee

### Aktenzeichen

SWD-10.08.18.7-14.25

### Vorhabensbezeichnung

Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern

### Laufzeit des Vorhabens

06.10.2014 bis 15.02.2016



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**

**ABG** FRANKFURT  
HOLDING  
Wir machen Räume wahr.

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Zusammenfassung

## 2. Einleitung

2.1 Ausgangsanalyse.....	008
2.2 Ziele .....	009
2.3 Methodik .....	010

## 3. Das Nutzerinterface

3.1 Benutzermodus .....	012
3.2 Energieguthaben.....	013
3.3 Farbe und Grafik .....	013
3.3.1. Die Formate .....	014
3.3.2. Displayaufbau.....	016
3.3.3. Die Farbkodierung.....	019
3.3.4. Die Energiepakete .....	020
3.3.5. Der historische Verlauf .....	023
3.4 Das Hauptmenü: Energieverbrauch und -erzeugung.....	025
3.4.1. Sonnenstrom.....	026
3.4.2. Feedback .....	028
3.4.3. Ranking.....	029
3.4.4. Strom .....	030
3.4.5. Wärme.....	032
3.4.6. Aktiv-Stadthaus .....	034
3.5 Das Untermenü: zusätzliche Funktionen und Informationen .....	035
3.5.1. Benutzerhandbuch .....	036
3.5.2. Energiespartipps.....	041
3.5.3. Mobilität.....	042
3.5.4. Profile .....	043
3.5.5. Gerätesteuerung .....	044

3.5.6. Mail.....	045
3.5.7. Login, Aktualisieren und Hauptmenü .....	046
<b>3.6 Programmierung .....</b>	<b>047</b>
3.6.1. Systemaufbau .....	047
3.6.2. Gerätekommunikation .....	050
3.6.3. Sicherheit.....	050
3.6.4. Technisches Monitoring.....	050
<b>3.7 Evaluierung.....</b>	<b>052</b>
3.7.1. Fokusgruppe .....	052
3.7.2. Usability-Test.....	054
<b>3.8 Die erste Anwendung im Pilotgebäude „Aktiv-Stadthaus“.....</b>	<b>059</b>
3.8.1. Das Forschungsvorhaben.....	059
3.8.2. Demonstrativ-Bauvorhaben .....	060
3.8.3. Energiekonzept mit Elektromobilität .....	061
<b>3.9 Schnittstelle Monitoring .....</b>	<b>063</b>
<b>3.10 Übertragbarkeit und Markteinführung .....</b>	<b>066</b>
3.10.1. Übertragbarkeit .....	066
3.10.2. Strategien der Markteinführung und Alleinstellungsmerkmale .....	069

#### **4. Fazit**

#### **5. Ausblick**

#### **6. Danksagung**

#### **7. Abbildungsverzeichnis**

#### **8. Literaturverzeichnis**

---

## 1. Zusammenfassung

Das Nutzerverhalten ist ein Schlüsselfaktor für den Energieverbrauch in energieeffizienten Gebäuden. Gerade bei Plusenergiehäusern gehen die Möglichkeiten, Energie einzusparen, über die konventionellen Maßnahmen, wie der Senkung des Verbrauchs, hinaus. Der Nutzer kann dort bewusst seinen Bedarf auf die zeitlich volatilen Angebote an regenerativer Energie abstimmen.

Aus diesem Grund wurden Methoden identifiziert, die es dem Nutzer ermöglichen, sein eigenes, energiebezogenes Handeln zu reflektieren und entsprechend anzupassen. Ein Informations-Tool via Touchpanel legt den eigenen Energieverbrauch offen und kündigt die Verfügbarkeit hauseigen produzierter, regenerativer Energie an. Weitere, spielerische und nützliche Optionen ergänzen das System. Die Gebäudeautomation, wie sie bei bereits bei auf dem Markt vorhandenen Interfaces üblich ist, steht nicht im Vordergrund. Der Fokus liegt auf der Nutzerinformation.

Das Nutzerinterface wurde anhand folgender Forschungsfragen entwickelt:

- Welche energiebezogenen Informationen benötigt der Nutzer, um zu einem energiesparenden Handeln motiviert zu werden?
- In welchem Detaillierungsgrad sind diese zu übermitteln?
- Welche Informationen könnten sich kontraproduktiv auswirken oder verunsichern?

Diese zentralen Aspekte setzen eine interdisziplinäre Zusammenarbeit voraus. Ein Team, bestehend aus Experten der Architektur, Gebäudetechnik, Programmierung, Grafik, Sozialwissenschaft und Wohnungswirtschaft, führt die Entwicklung des Nutzerinterfaces durch.

Funktionalität, Nutzerfreundlichkeit und eine positive Darstellung waren maßgebend bei der konzeptionellen und grafischen Ausarbeitung. Die Nutzer sollen nicht bevormundet, sondern motiviert werden zu einem bewussteren Umgang mit Energie. Aus diesem Grund wird die Ankündigung von „Energieeffizienz“ fokussiert, um den Nutzer auf eine subtile Art und Weise zu unterstützen. Die Essenz liegt demzufolge im Wissenstransfer und in der Sensibilisierung. Die Entscheidungsfreiheit gehört beim Nutzer.

Evaluationen über Fokusgruppen und ein Usability-Test während der Bearbeitungsphase, fielen überwiegend positiv aus. Ein erster Prototyp des Nutzerinterfaces ging im August 2015 im Demonstrativ-Bauvorhaben Aktiv-Stadthaus in Frankfurt am Main in Betrieb. Die Bewohner werden über einen Zeitraum von zwei Jahren von einem Sozial-Monitoring begleitet und bewerten sowohl die Akzeptanz als auch die Wirksamkeit des Nutzerinterfaces.

Der Erfolg eines solchen Energiemanagementsystems ist stark abhängig von den individuellen Lebensstilen, die nicht generalisiert werden können. Aufgrund der Präsenz des Themas „Schnittstelle Mensch-Technik“ und der bisherigen positiven Resonanz des Nutzerinterfaces kann von einer steigenden Nachfrage solcher Systeme ausgegangen werden.

Die Zukunft liegt nicht im Energiesparen allein durch Automation, sondern vielmehr durch Wissenstransfer und Information.



## 2. Einleitung

---

### 2.1 Ausgangsanalyse

---

Im Dezember 2014 verabschiedete die Bundesregierung das Aktionsprogramm Klimaschutz zur Gewährleistung der Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020 um mindestens 40 % gegenüber 1990. Die Energiewirtschaft wird darin als der Sektor mit den höchsten Treibhausgasemissionen identifiziert. Im Aktionsprogramm wird die Senkung des Stromverbrauchs in der Liste der wesentlichen Handlungsfelder aufgeführt.<sup>1</sup>

Bei energetisch optimierten Wohngebäuden spielt der Wärmebedarf gegenüber dem Strombedarf zukünftig eine zunehmend untergeordnete Rolle. Der Nutzerstrom bildet den größten Anteil am Strombedarf. Dieser kann, neben der Effizienz der Geräte, entscheidend durch die individuelle Lebensführung beeinflusst werden. Heizwärme, Trinkwarmwasser und Lüftung variieren ebenfalls maßgeblich durch den Nutzer.

Neben der Kubatur, der Beschaffenheit der Hülle und Effizienz der technischen Systeme ist das Verhalten damit ein Schlüsselfaktor für den Energieverbrauch in einem Gebäude.

Häufig fühlen sich Bewohner eines Hauses durch die jährliche Energieabrechnung nicht ausreichend informiert. Sie wünschen sich einen monatlichen oder quartalsweisen Bericht<sup>2</sup>. Das Nutzerinterface geht auf dieses Bedürfnis ein. Durch die Vermittlung gezielter Informationen werden Bewohner zukünftig in das Energiemanagement mit einbezogen.

Das Nutzerinterface wird auf Basis eines bereits abgeschlossenen Forschungsvorhabens<sup>3</sup> weiterentwickelt und findet eine erste konkrete Anwendung im Aktiv-Stadthaus, das durch die ABG FRANKFURT HOLDING GmbH errichtet wird.

---

1 [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Aktionsprogramm\\_Klimaschutz/aktionsprogramm\\_klimaschutz\\_2020\\_broschuere\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Aktionsprogramm_Klimaschutz/aktionsprogramm_klimaschutz_2020_broschuere_bf.pdf), abgerufen am: 11.12.12015

2 unveröffentlichte Studie des Berliner Instituts für Sozialforschung

3 Aktiv-Stadthaus, Förderkennzeichen: 10.08.18.7-11.31, Februar 2013

---

## 2.2 Ziele

---

Das langfristige Ziel des Forschungsprojekts besteht darin, das Potenzial „Nutzerverhalten“ auszuschöpfen, indem man es ins Energiemanagement mit einbezieht. Es werden Methoden und Instrumente identifiziert, die es dem Nutzer ermöglichen, dessen energiebezogenes Handeln zu reflektieren und entsprechend anzupassen.

Im Hinblick auf einen sparsameren Umgang mit Energie, wird den Nutzern auf spielerische Art und Weise ihr persönlicher Verbrauch transparent gemacht. Mit der Auskunft über verfügbaren, durch das Gebäude gewonnen Strom wird zusätzlich die Erhöhung der Eigenstromnutzung und eine damit verbundene, mögliche Netzentlastung angestrebt.

Eine einfach zu bedienende Software via Touch Panel soll den Nutzer zum Energiesparen bzw. zum Verbrauch der regenerativ erzeugten Energie anregen ohne ihn zu bevormunden. Eine spielerische, intuitive Bedienung unterstützt bei der Einbindung des Nutzerinterfaces in den Alltag.

Im Unterschied zu anderen auf dem Markt verfügbaren Modellen steht nicht die Gebäudeautomation im Vordergrund – der Fokus liegt auf einem herstellerunabhängigen, systemoffenen Instrument zur Nutzerinformation. Die Essenz liegt in der dem Nutzer überlassenen Entscheidungsfreiheit, wie er daraufhin handeln möchte. Ein wünschenswerter zusätzlicher Effekt ist die Übertragung eines bewussteren Umgangs mit Ressourcen im Alltag über die Wohnung hinaus.

Der im Rahmen des Projekts entwickelte Prototyp erfüllt alle Anforderungen für das erste konkrete Anwendungsobjekt, lässt sich aber weitestgehend auf weitere Gebäude adaptieren.

---

---

## 2.3 Methodik

---

Die komplexen Fragestellungen verlangen nach einem interdisziplinär aufgestellten Team. Daher führen Experten der Architektur, Gebäudetechnik, Programmierung, Grafik, Soziologie und Wohnungswirtschaft, die Entwicklung des Projekts gemeinschaftlich durch. Sie verfügen über einschlägige Vorerfahrungen mit der Planung, Untersuchung und Vermarktung besonders energieeffizienter Gebäude.

Das Projekt wurde in mehrere Arbeitspakete aufgeteilt. Grundsätzlich spiegeln sie die zeitliche Abfolge wider. Die bereits erwartete, gegenseitige Überschneidung erwies sich als notwendig zur Erreichung der Gesamtziele.

AP [1] Konzeptionierung

AP [2] Programmierung

AP [3] Evaluierung

AP [4] Überarbeitung und Fertigstellung

AP [5] Schnittstelle Monitoring

### *AP [1] Konzeptionierung*

Dem vorliegenden Vorhaben ging bereits das Projekt Aktiv-Stadthaus voraus. Darin wurden im Kapitel *Energiemanagement für den Nutzer* bereits erste Ideen für Funktionen formuliert. Sie werden im ersten Arbeitsschritt hinsichtlich ihrer technischen und softwarebasierten Umsetzbarkeit überprüft. Zusätzlich wird untersucht, welche Informationen die Nutzer in welcher Detailtiefe benötigen, um zu einem energiesparenden Handeln angeregt zu werden. Parallel zur inhaltlichen Revision erfolgt die Neugestaltung der Oberfläche. Der Anspruch liegt auf Übersichtlichkeit, Funktionalität und Nutzerfreundlichkeit.

### *AP [2] Programmierung*

Das Systemdesign des Nutzerinterfaces erfordert ein hohes Maß an Flexibilität. Es soll die Anforderungen im Pilotgebäude erfüllen und zugleich übertragbar sein auf weitere Gebäude. Systemoffenheit und Herstellerunabhängigkeit sind bestimmend für die Programmierung.

---

*AP [3] Evaluierung*

Die Nutzerfreundlichkeit wird in Form einer sozialwissenschaftlichen Studie evaluiert. Testnutzer geben Hinweise zu Inhalt und Grafik hinsichtlich Bedienbarkeit, Übersichtlichkeit und Verständlichkeit.

*AP [4] Überarbeitung und Fertigstellung*

Die Hinweise aus der Evaluation bestimmen maßgeblich Überarbeitung und Optimierung des Nutzerinterfaces. Im Rahmen der Eröffnung des Pilotgebäudes geht der erste Prototyp in Betrieb. Die Entwicklung, Inhalte und erste Ansätze zur Markteinführung des Nutzerinterfaces werden abschließend in diesem Ergebnisbericht dargestellt.

*AP [5] Schnittstelle Monitoring*

Die Wirksamkeit des Nutzerinterfaces wird in einem sozialwissenschaftlichen Monitoring eingeschätzt. Ergänzende Fragestellungen zu Akzeptanz und Relevanz für das Nutzerverhalten im Alltag werden im Rahmen des Projekts formuliert. Das Berliner Institut für Sozialforschung übernimmt das Sozial-Monitoring im Rahmen der Nutzerbefragung des „Netzwerks Effizienzhaus Plus“.

### 3. Das Nutzerinterface

Welche Informationen regen zum Energiesparen an? Welche könnten den Nutzer bevormunden oder sogar verunsichern und sind somit kontraproduktiv? Wie sollten die Informationen vermittelt werden?

Anhand dieser Fragestellungen wurde ein spielerisches Informationstool zum Energiemanagement entwickelt. Das Nutzerinterface ist webbasiert und kann über eine App genutzt werden. Ein Prototyp ist in 74 Wohnungen des ersten Pilotgebäudes Aktiv-Stadthaus in Frankfurt am Main über fest 64 installierte und 10 abnehmbare Tablets in Betrieb gegangen. Er erfüllt die Anforderungen im vorliegenden Projekt und lässt sich auf weitere Gebäude übertragen.

#### 3.1 Benutzermodus

Drei Nutzermodi ermöglichen unterschiedliche Informations- und Funktionstiefen. Der Mietermodus ist die Basisvariante. Der Experten- und der Aktivmodus sind Versionen mit einem erweiterten Informations- bzw. Funktionsgehalt.

##### *Mietermodus*

Der Mietermodus ist das Basissystem. Nutzerbezogene aktuelle und historische Verbrauchsdaten für Strom, Heizung und Trinkwarmwasser werden angezeigt und analysiert. Es wird angekündigt, wann regenerativ erzeugter Eigenstrom überschüssig vorhanden ist und wie hoch dessen Deckungsanteil am Gebäudeverbrauch ist. Es gibt noch weitere spielerische Funktionen im Hinblick auf die Nutzerfreundlichkeit. Im Pilotgebäude Aktiv-Stadthaus ist der Mietermodus die Grundlage für die insgesamt 74 Wohneinheiten.

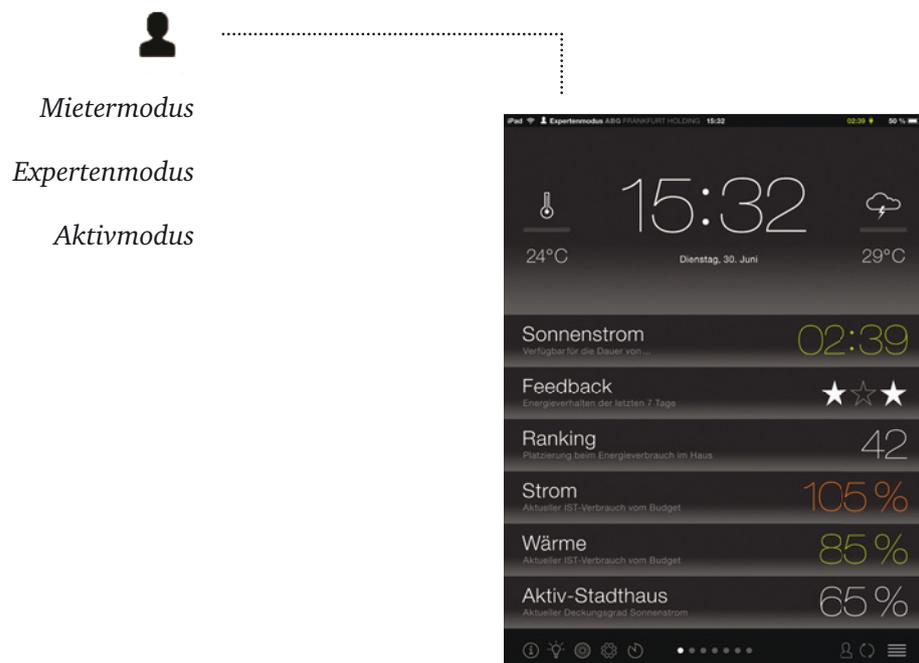


Abb. 1: Der Benutzermodus befindet sich oben links in der Statusleiste

*Expertenmodus*

Der Expertenmodus bietet eine erweiterte Informationstiefe. Es sind die Raumtemperatur eines Hauptraums und der Stromverbrauch einiger Geräte ablesbar. Zehn der 74 Wohnungen im Aktiv-Stadthaus haben diese Erweiterung.

*Aktivmodus*

Die Nutzer des Aktivmodus verfügen ebenfalls über eine Anzeige der Raumtemperatur und den Stromverbrauch einiger Geräte. Zusätzlich können sie ausgewählte Geräte zeitlich über das Touchpanel programmieren. Diese Zeitfreigabe ist im Pilotgebäude Aktiv-Stadthaus in fünf Wohneinheiten für Waschmaschine, Trockner und Geschirrspüler möglich.

---

## 3.2 Energieguthaben

---

Für jede Wohnungsgröße wurde ein bedarfsgerechtes Guthaben in kWh für den Verbrauch an Strom, Heizung und Trinkwarmwasser berechnet. So wird untersucht, inwieweit ein solches Budget zum Energiesparen anregt oder entmutigt. Die Informationen werden in kWh und % dargestellt. Von der Einheit € wird im Pilotprojekt abgesehen. Die Preise unterliegen Schwankungen oder sind abhängig vom Versorger und die Mieter könnten verunsichert oder beunruhigt werden.

Im Aktiv-Stadthaus sind eventuell anfallende Mehrkosten für Heizung und Trinkwarmwasser für die Mieter bis zum 31.12.2020 mit der Kaltmiete abgegolten. Die Mehrverbräuche an Strom, die über das Guthaben hinaus gehen, werden gesondert abgerechnet.

---

## 3.3 Farbe und Grafik

---

Eine übersichtliche Darstellung und einfache Handhabung gehören zu den wesentlichen Ansprüchen im Forschungsvorhaben. Ein hohes Maß an Nutzerfreundlichkeit wird gewährleistet durch Funktionalität und ein zeitloses, ästhetisch hochwertiges Design, das sich auf das Wesentliche reduziert und dennoch die wichtigsten Informationen enthält.

Die aktuellen iOS Human Interface Guidelines<sup>1</sup> dienen als Inspiration für die grundsätzliche modulare Struktur und die elegante, intuitive Bedienbarkeit. Text wird Symbolen grundsätzlich vorgezogen. Als Schriftart wird Helvetika verwendet. Icons sind zweidimensional gestaltet. Damit wird eine einfache Übertragbarkeit auf zukünftige Projekte vereinfacht.

---

<sup>1</sup> <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/>, abgerufen am: 03.12.2015

### 3.3.1. Die Formate

Der Vorentwurf aus dem vorangegangenen Projekt wurde neu konzipiert und gestaltet. Bereits am Beispiel der Startseite ist eine erhebliche Veränderung erkennbar. Das im Rahmen des vorliegenden Projekts neu entwickelte Nutzerinterface enthält alle wesentlichen Informationen ohne überladen zu wirken, sodass der Nutzer das Wichtigste schnell erfassen kann. Das „schwarze Brett“ diente als Inspiration für die klar strukturierte Vermittlung der Daten.

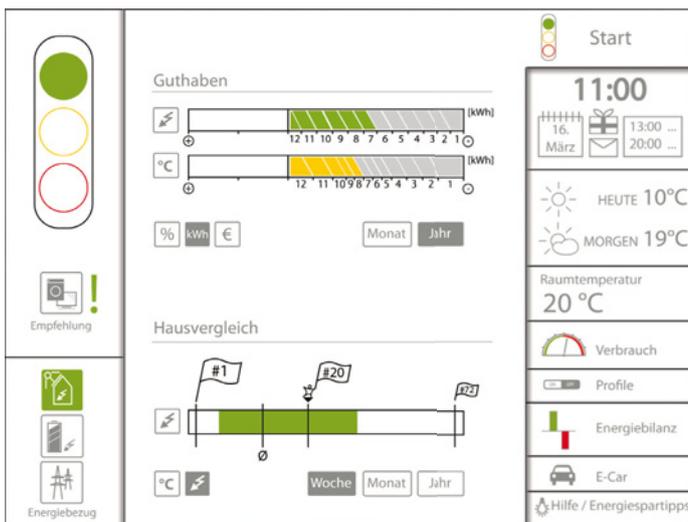


Abb. 2: Die Startseite des Forschungsprojekts „Aktiv-Stadthaus“

Quelle: TU Darmstadt, FG ee: „Aktiv-Stadthaus“. S. 146. 10.08.18.7-11.31. Februar 2013

Abb. 3: Das Nutzerinterface im Hochformat nach dem Vorbild des „schwarzen Bretts“

Das Nutzerinterface wird als App konzipiert und ist primär für das gebräuchliche Hochformat optimiert. Durch die webbasierte Programmierung (vergleiche Kapitel 3.6 Programmierung) kann das Nutzerinterface ebenfalls über eine Internetseite vom Computer aus angesehen werden.



Abb. 4: Durch die webbasierte Programmierung ist das Nutzerinterface nicht an Formate und Hersteller gebunden.

Quelle: Polynox - Büro für Gestaltung, © Foto: Apple Inc.

### 3.3.2. Displayaufbau

Der Aufbau orientiert sich unter anderen an der Wetter-App von Apple.



Abb. 5: Der Displayaufbau orientiert sich unter anderen an der Wetter-App von Apple.

Quelle: © Foto: Apple Inc.

Die Displays setzen sich grundsätzlich aus drei Teilen zusammen. Der größte in der Mitte ist das Inhaltsfeld mit Kopf- und Fußbereich. Oben und unten grenzen jeweils eine Status- und eine Funktionsleiste mit dem Untermenü an. Die Punkte des Hauptmenüs sind in einer Liste angeordnet.

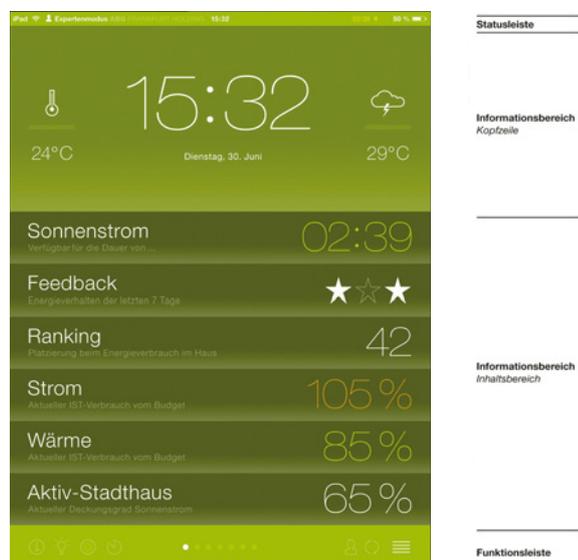


Abb. 6: Im Hauptmenü sind allgemeine Informationen im Kopfbereich und eine Liste mit den Hauptmenüpunkten im Fußbereich

Der Kopfbereich der Bildschirme zu den Themen des Hauptmenüs enthält die wesentliche Information der Startseite.

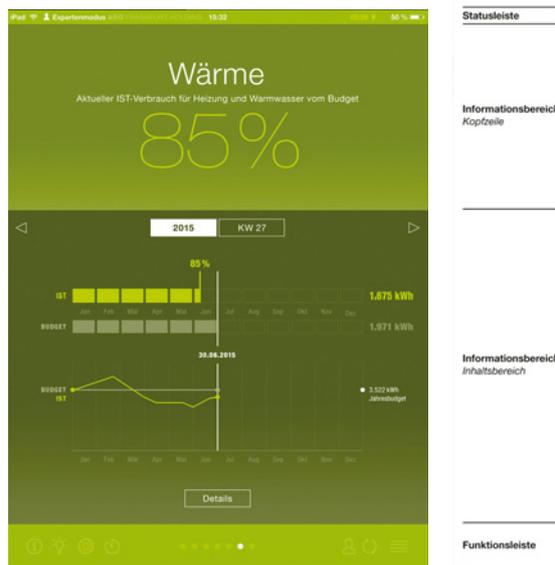


Abb. 7: Der Displayaufbau der Screens zu den Themen des Hauptmenüs.

Diese Hauptinformation entfällt bei den Displays des Untermenüs. Der Kopfbereich kann geringer ausfallen zugunsten eines ausgedehnteren Inhaltsfelds.

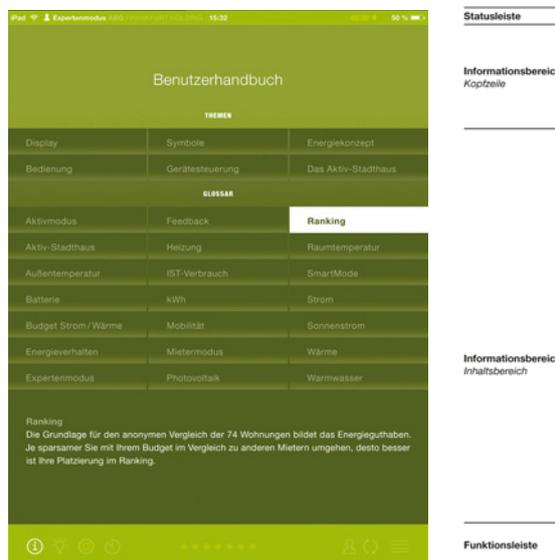
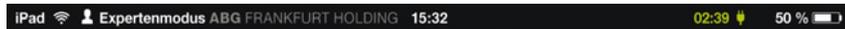


Abb. 8: Der Displayaufbau der Screens zu den Themen des Untermenüs.

### Statusleiste

Die stets präsente Statusleiste beinhaltet allgemeine Informationen zur WLAN-Verbindung und zum Akkuladestand des Tablets. Hinzu kommt die Anzeige des Benutzermodus (Mieter, Experte oder Aktiv). Der grüne/weiße Netzstecker gibt Auskunft über die Verfügbarkeit von überschüssigem regenerativ erzeugtem Eigenstrom.

Abb. 9: Die Statusleiste befindet sich stets oben im Nutzerinterface



### Informationsbereich

Im Kopfbereich befindet sich stets die Hauptinformation, die man bereits in der Menüleiste ablesen kann. Im Inhaltsbereich wird die Information aus dem Hauptmenü bzw. aus dem Kopf durch Grafiken und Diagramme detailliert veranschaulicht.

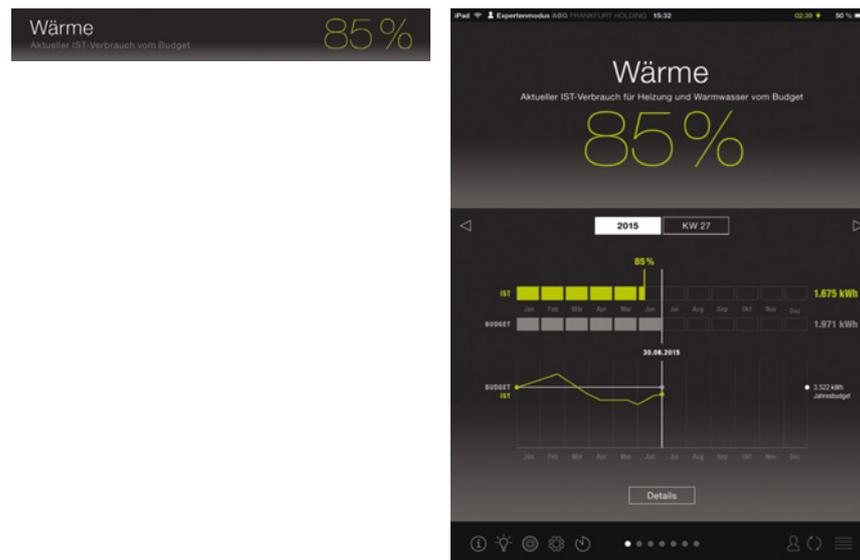


Abb. 10: Die erste Information zu „Wärme“ erscheint in der Liste im Hauptmenü (l.) und wird bei Auswahl im Kopfbereich des zugehörigen Screens angezeigt (r.).

### Funktionsleiste / Untermenü

Das Untermenü ist auf jedem Bildschirm verfügbar. Über die Symbole in dieser Leiste gelangt man zu weiteren Informationen und Funktionen. Dort findet man unter anderem ein Handbuch, Angebote bezüglich Mobilität oder Tipps zum Energiesparen. Die grauen Punkte dienen der Orientierung zwischen den jeweiligen Bildschirmen. Der entsprechende Punkt der angezeigten Seite wird weiß hervorgehoben. Alternativ zum Drücken der Menüthemen, können die Nutzer so auch durch „Wischen“ die verschiedenen Seiten erreichen.



Abb. 11: Die Funktionsleiste ist stets präsent im unteren Bereich des Nutzerinterfaces.

### 3.3.3. Die Farbkodierung

Farbton, Helligkeit und Sättigung beeinflussen entscheidend die Nutzerakzeptanz. Ein dunkler Hintergrund wirkt angenehm auf das Auge und lässt durch Kontraste andere Farben kräftiger erscheinen.

Das Nutzerinterface bedient sich der psychologischen Wahrnehmung von Farben:

- Schwarz: Eleganz, Ruhe, Individualität
- Rot/Orange: Kraft, Warnung, Dynamik
- Grün: Sicherheit, Frische, Hoffnung, Natur

Die Farbkodierung bietet den Nutzern erste Hinweise zum folgenden Inhalt. Die wesentliche Information kann auf einen Blick oder sogar von weitem erfasst werden.

Orange wird bewusst nur so selten wie möglich eingesetzt, um den Nutzer nicht zu bevormunden oder zu verunsichern. Begriffe oder Darstellungen in dieser Farbe sind ein Signal dafür, dass das Budget überschritten wurde.

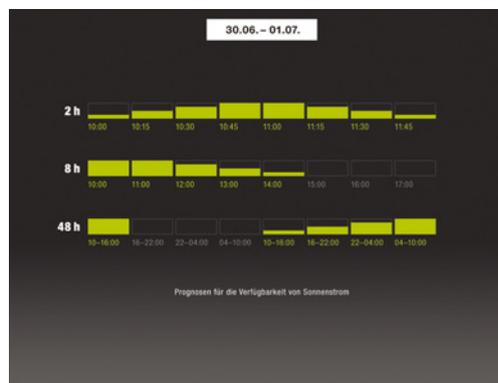
Das Nutzerinterface setzt auf die motivierenden Aspekte bei der Vermittlung von Informationen. Ein kräftiges Gelbgrün steht daher im Vordergrund und signalisiert Energieeffizienz. Beim Menüpunkt Sonnenstrom weist es beispielsweise auf Zeiträume hin, in denen regenerativer, hauseigen produzierter Strom vorhanden ist. Grüne Grafiken und Texte bei Strom oder Wärme zeigen, dass das Budget eingehalten wurde.

### 3.3.4. Die Energiepakete

Energiepakete werden zur Vermittlung von Dimensionen und Verhältnissen genutzt. Sie treten in mehreren Zusammenhängen auf.

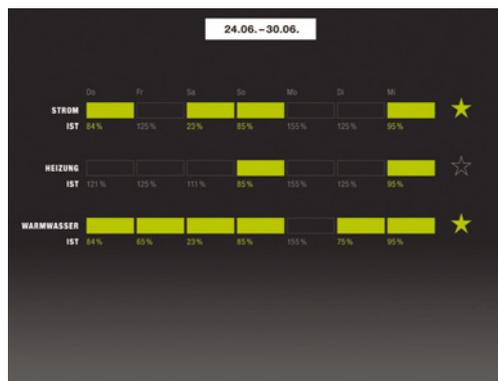
#### Sonnenstrom

Abb. 12: Sonnenstrom: Der Füllstand der Pakete zeigt dem Nutzer, wie viel vom Gebäudeverbrauch voraussichtlich durch Eigenstrom abgedeckt werden kann.



#### Feedback

Abb. 13: Feedback: Jedes Paket steht für einen Tag. Wurde das Budget eingehalten, ist das Paket gefüllt. Wurde das Budget überschritten, bleibt sie leer.



## Ranking

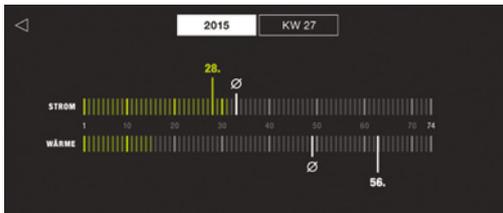


Abb. 14: Ranking: Jede Wohneinheit (WE) des Hauses ist durch ein Paket dargestellt. Die Menge an gefüllten Paketen entspricht der Anzahl der WE, die das Budget einhalten.

## Strom und Wärme

Es gibt je nach Auswahl (Jahr/Woche) zwölf Monatspakete/sieben Tagespakete für den Ist-Verbrauch und das Budget. Die Größen orientieren sich an der bedarfsgerechten Energiemenge für den jeweiligen Tag oder Monat. Der Strombedarf bleibt während des Jahres überwiegend gleich. Die Energiepakete sind dementsprechend alle gleich groß. Die Energiepakete bei Wärme werden in den Sommermonaten schmäler, weil in dieser Zeit wenig bis gar nicht geheizt werden muss.

Energiepakete im Jahr – „Strom“

BUDGET             kWh

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez

Energiepakete im Jahr – „Wärme“

BUDGET             kWh

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez

Energiepakete in der Woche – „Strom“ und „Wärme“

BUDGET        kWh

Mo Di Mi Do Fr Sa So

Abb. 15: Die Größe der Energiepakete orientiert sich an der bedarfsgerechten Energiemenge für den Zeitraum.

Die graue Füllung der Budget-Pakete wächst nach rechts analog zum hinterlegten Guthaben. Das Nutzerverhalten hat darauf keinen Einfluss. Die Pakete neben „Ist“ füllen sich gemäß dem realen Energieverbrauch des Nutzers. Deren Farbe weist den Nutzer direkt darauf hin, ob das Budget eingehalten (gelbgrün) oder überschritten wurde (orange). Die Farbe setzt also das erste Signal. Der Füllstand der Energiepakete verdeutlicht, wie viel vom Guthaben aufgebraucht wurde. Das grafische Vorbild für die Darstellungen ist die Pegelanzeige eines Verstärkers.

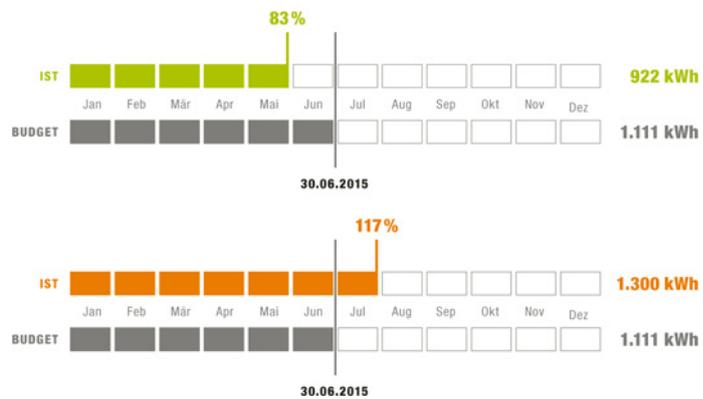


Abb. 16: Einhaltung und Überschreitung des Budgets am Beispiel von Strom

Abb. 17: Die Pegelanzeige des Verstärkers ist das grafische Vorbild für die Anzeige des Energieverbrauchs.

Quelle: Foto: Thomas Hahn



### Aktiv-Stadthaus

Es gibt je ein Energiepaket für die erzeugte Menge an Sonnenstrom und für den Verbrauch des Gebäudes. Der Verbrauch füllt sich stets in Grau. Der Inhalt des Sonnenstrom-Pakets wächst neutral weiß, solange bis maximal 99 % des Verbrauchs durch Sonnenstrom abgedeckt werden. Wird mehr Sonnenstrom erzeugt als das Haus benötigt, färben sich Balken und Texte grün. Der Abstand der beiden Füllungen macht das Verhältnis noch deutlicher.



Abb. 18: Der Sonnenstrom-Balken ist grün, sobald mehr als 100 % des Energieverbrauchs des Gebäudes durch regenerativen Eigenstrom gedeckt wird. Bis dahin bleibt er weiß.

### 3.3.5. Der historische Verlauf

#### Strom und Wärme

Ein historisches Verlaufsdiagramm macht das vergangene Nutzerverhalten nachvollziehbar. Auf der x-Achse sind die Monate bzw. Tage ablesbar. Die y-Achse zeigt den Verbrauch in kWh. Die gerade, graue Linie bildet den Grenzwert des Budgets ab und liegt immer bei 100 %. Die farbige Kurve verläuft entsprechend des realen Verbrauchs kumuliert zum Budget. Bei einer generellen Überschreitung des Guthabens ist sie orange, bei Einhaltung grün. Die durchgezogene Linie kennzeichnet den aktuellen Zeitpunkt. Rechts neben dem Diagramm ist das Gesamtbudget für den gewählten Zeitraum (Jahr/Woche) sichtbar.

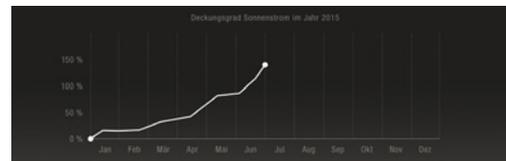


Abb. 19: Die Sonnenstrom-Kurve ist grün, wenn der Nutzer im Budget bleibt. Verbraucht er mehr Energie als im Guthaben vorgesehen, ist die Kurve orange.

### *Aktiv-Stadthaus*

Das Diagramm verdeutlicht den Verlauf des solaren Deckungsgrads am Gebäudeverbrauch. Die x-Achse bildet die Monate von Januar bis Dezember ab. Auf der y-Achse wird der Deckungsanteil in % dargestellt.

Abb. 20: Das Diagramm zeigt den Deckungsgrad an Sonnenstrom für das aktuelle Jahr.



### 3.4 Das Hauptmenü: Energieverbrauch und -erzeugung

Im oberen Kopfbereich der Startseite erhält der Nutzer allgemeine Informationen zu Datum, Uhrzeit, Wetter und optional zur Raumtemperatur (nur Aktiv- und Expertenmodus). In der Liste darunter werden erste Energieverbrauchsdaten und –analysen je einem bezeichnenden Begriff untergeordnet und offen gelegt.

Die folgenden Erläuterungen zu den einzelnen Menüpunkten, werden vervollständigt durch die Nutzerhandbücher, die dem Bericht in Anlage 1 und 2 beigelegt sind.

Die Menüpunkte sind:

- Sonnenstrom
- Feedback
- Ranking
- Strom
- Wärme
- Aktiv-Stadthaus



Abb. 21: Das Hauptmenü als „schwarzes Brett“

### 3.4.1. Sonnenstrom

Sonnenstrom bezeichnet den Überschuss an regenerativ erzeugtem Eigenstrom des Gebäudes. Er wird im Pilotobjekt Aktiv-Stadthaus über die hauseigenen Photovoltaik-Anlagen von Dach und Fassade gewonnen. Ihn so oft wie möglich direkt zu nutzen, ist eines der Ziele des Energiekonzepts für das Gebäude und von Bedeutung für die Entlastung des öffentlichen Stromnetzes sowie des Speichers im Gebäude.

Anders als bei den übrigen Menüpunkten, zeigt das Nutzerinterface an zwei Positionen an, wann oder wie lange er überschüssig vorhanden ist: nicht nur im Menü auf der Startseite, sondern ebenfalls in der stets präsenten Statusleiste. An den Hinweis auf Phasen ohne Sonnenstrom schließt ebenfalls eine Zeitspanne an, wann voraussichtlich wieder Sonnenstrom genutzt werden kann.

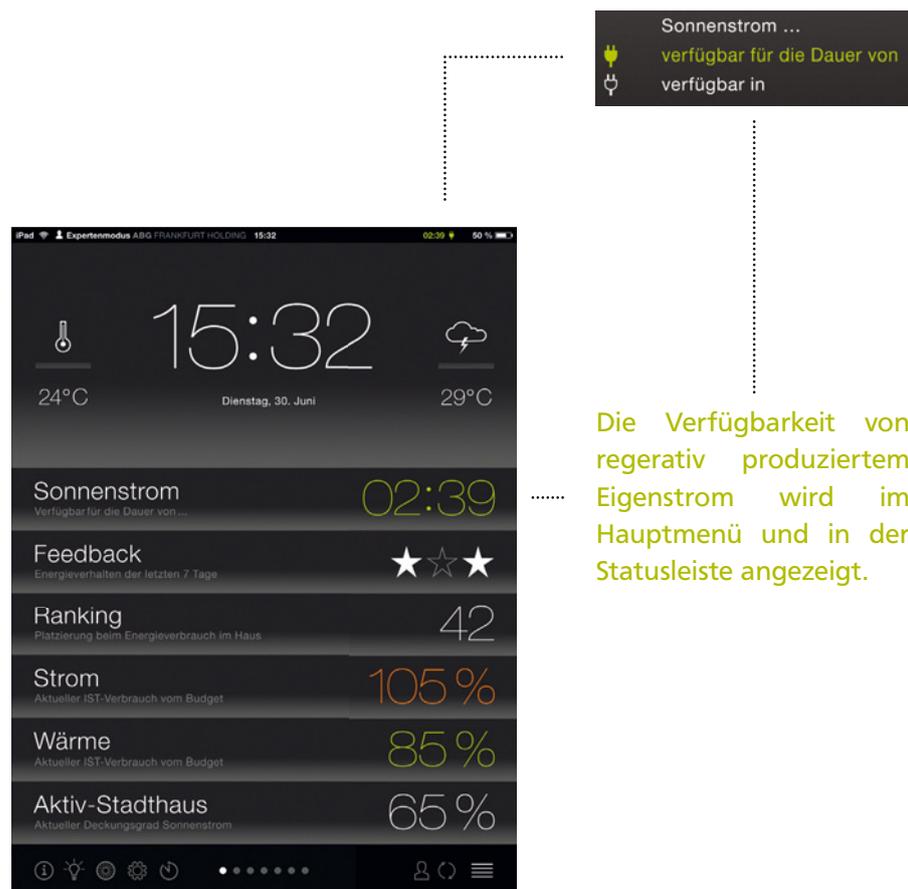


Abb. 22: Stecker als Symbol für die Verfügbarkeit von Eigenstrom

Abb. 23: Die prognostizierte Verfügbarkeit an Sonnenstrom im Hauptmenü

Eine schematische Mengenangabe über Energiepakete unterstützt den Nutzer bei der kurz-, mittel- und langfristigen Wahl und beim Anwendungszeitpunkt eines energieintensiven Geräts.

Der Nutzer erhält damit gewissermaßen eine Orientierungshilfe, wenn er seinen Verbrauch mit diesen Zeiträumen abstimmen möchte.

Die Prognosedaten werden aus dem Energiemanagementsystem bezogen.

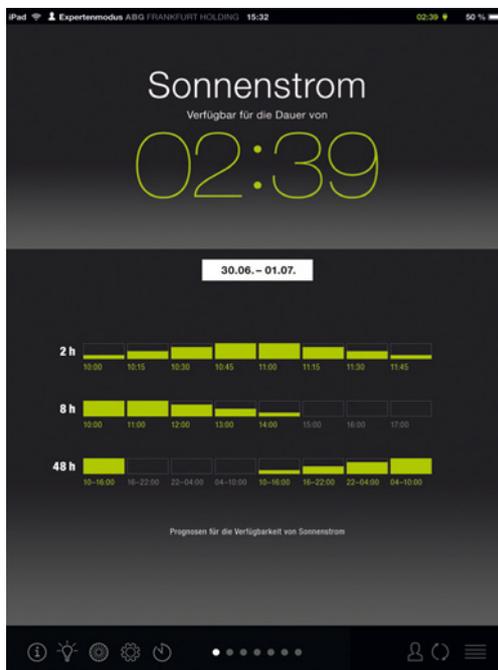


Abb. 24: Aktuelle und prognostizierte Verfügbarkeit von regenerativ produziertem Eigenstrom

### 3.4.2. Feedback

Inwieweit der Nutzer in den vergangenen sieben Tagen seine Energieguthaben ausgeschöpft hat, erfährt er unter Feedback. Jedes Budget wird durch einen Stern repräsentiert. Dieser zeigt an, ob man sein Guthaben an mehr als drei Tagen über- oder unterschritten hat. Die Reihenfolge der drei Sterne bleibt stets gleich. So kann der Nutzer direkt erkennen, ob es sich um Strom, Heizung oder Trinkwarmwasser handelt.

Abb. 25: Feedback im Hauptmenü: Die Reihenfolge der Sterne bleibt immer gleich: Strom, Heizung, Warmwasser.

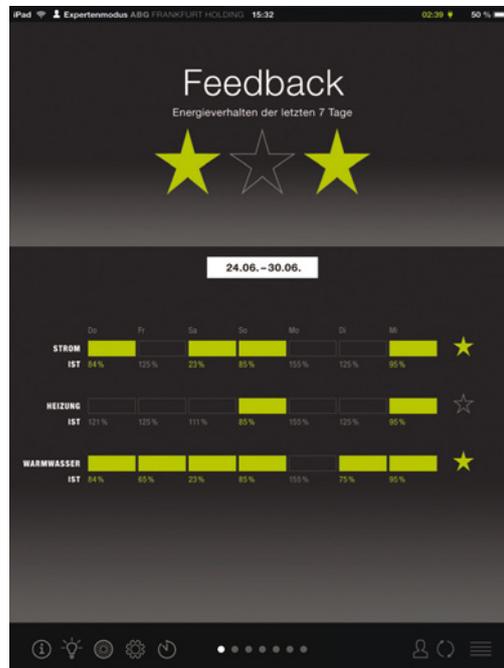


Abb. 26: Gefüllte Pakete zeigen, dass das Budget an dem jeweiligen Tag eingehalten. Mindestens vier gefüllte Pakete werden mit einem Stern belohnt.

Das Prinzip ist angelehnt an geläufige Systeme, die vor allem durch Online-Shopping bekannt sind. Auf diese Weise erhält der Nutzer ein verhältnismäßig neutrales Feedback. Eine zu stark wertende Beurteilung in „gut“ oder „schlecht“ könnte den Nutzer bevormunden und sich somit kontraproduktiv auf sein energiebezogenes Verhalten auswirken.

Es geht vielmehr darum, die Konsequenzen von Gewohnheiten transparent darzulegen und spielerisch Anreize zum Energiesparen zu schaffen. Der Zeitraum von sieben Tagen eignet sich, um kurzfristige Handlungsänderungen unmittelbar nachzuvollziehen und bestenfalls Erfolge zeitnah sichtbar zu machen.

### 3.4.3. Ranking

Das Nutzerinterface wertet aus, in wie weit die Bewohner des Hauses die Energiebudgets ausschöpfen und zeigt die individuelle Position in diesem Ranking an.



Abb. 27: Im Hauptmenü wird die individuelle Platzierung im Haus angezeigt.

Es ist stets ausschließlich diese eigene Platzierung sichtbar; die übrigen Ränge bleiben anonym. Der Nutzer kann ebenfalls die durchschnittliche Position der Hausgemeinschaft ablesen.

Der gesunde Wettbewerb schafft Anreize und die Neugier, nach Lösungen zu suchen. Diesbezüglich wird gerade in Kindern ein besonderes Potential gesehen. Die Suche nach Strategien für eine höhere Platzierung geht vorzugsweise über den Familienkreis hinaus und fördert einen gegenseitigen Austausch zwischen den Hausbewohnern. Das Ranking trägt somit gleichzeitig zur Identifikation mit dem Gebäude bei.

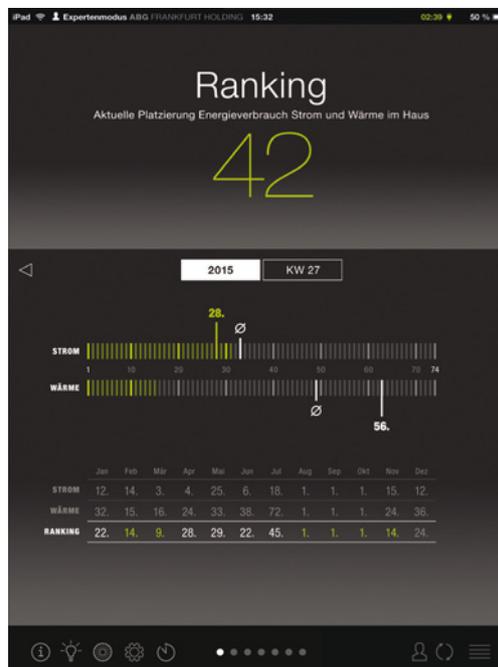


Abb. 28: In der oberen Grafik können die individuelle Platzierung und der Durchschnitt der Bewohner abgelesen werden. Die Tabelle darunter zeigt die persönlichen Platzierungen in den vergangenen Monaten.

### 3.4.4. Strom

Das Forschungsvorhaben ist darauf ausgerichtet, den Energieverbrauch darzulegen und allgemein verständlich zu vermitteln. Im Sinne der Usability, wird dem Nutzer im Menü als erstes angezeigt, wie viel er aktuell von seinem Energiebudget bereits aufgebraucht hat.

Abb. 29: Im Menü steht, wie viel vom persönlichen Jahresbudget bereits aufgebraucht ist.



Abb. 30: Die Grafiken visualisieren verschiedene Informationen zum Verbrauch im Bezug zum Budget.



Die verschiedenen Darstellungsweisen und Levels legen dem Nutzer seinen Stromverbrauch auf spielerische offen. Die abgestuften Detailtiefen gehen auf seinen jeweiligen Bedarf an Informationen ein. Auf der Startseite kann man unmittelbar die essentialste Information – die Lage im Budget - ablesen. Je nach Interesse erhält man Visualisierungen über die aktuelle Position im Budget (Grafik mit Energiepaketen) oder den Verlauf des individuellen Verbrauchs kumuliert zum Budget (Diagramm). Der Nutzer kann verschiedene Zeitspannen wählen (Jahr/Woche) oder seinen Verbrauch zurückverfolgen (Datenarchiv: zwei Jahre ab Einzug).

Im Experten- sowie Aktivmodus kann man bis auf die spezifische Geräteebene zugreifen.

Das Nutzerinterface sensibilisiert für das persönliche Verbrauchsverhalten und fördert so einen bewussteren Umgang mit Elektrizität.

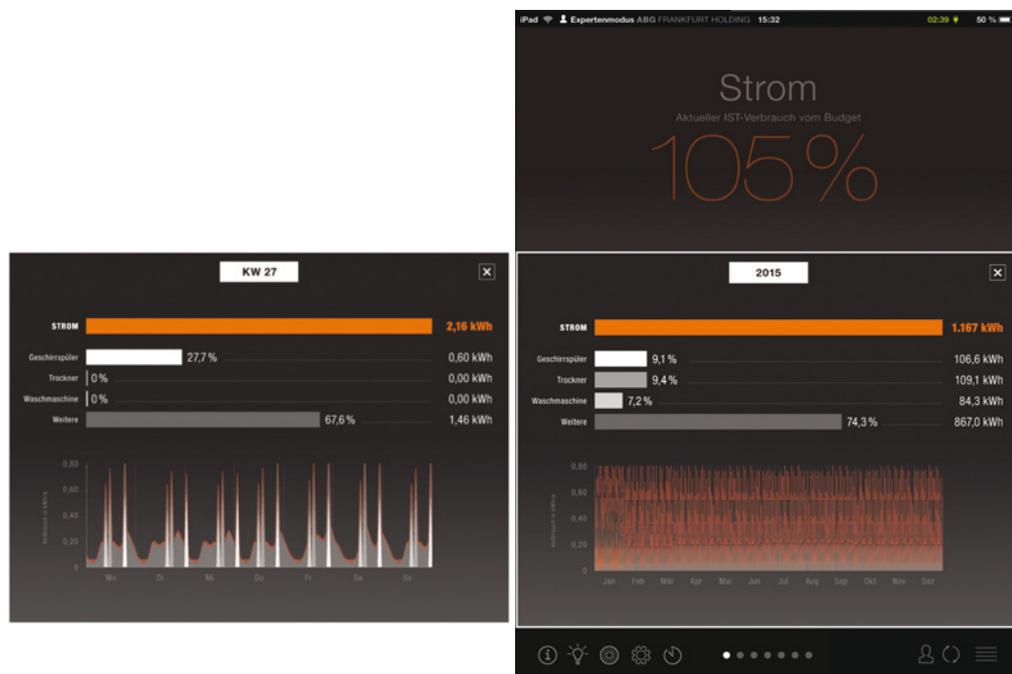


Abb. 31: Über die Taste „Details“ kann man in der Wochenansicht den Energieverbrauch bestimmter Geräte und deren Anteil am gesamten Stromverbrauch für diese Zeitspanne abrufen.

Abb. 32: In der Jahresansicht enthält das Detail-Fenster ebenfalls Informationen zu den Geräten im Jahr.

### 3.4.5. Wärme

Das Nutzerinterface zeigt dem Anwender, wie viel Energie er für Heiz- und Trinkwasserwärme benötigt. Beide Komponenten sind unter dem Begriff „Wärme“ zusammengefasst. Der Bildschirm ist analog zum Strom-Screen gestaltet. Der Nutzer kann dementsprechend seine Daten in der vertrauten, gleichen Weise erfassen.

Abb. 33: Im Menü wird angezeigt, wie viel der Nutzer von seinem Jahresbudget an Wärme (Heizung + Warmwasser) bereits ausgebraucht hat.



Abb. 34: In der Jahresansicht enthält das Detail-Fenster ebenfalls Informationen zu den Geräten im Jahr.

In der Detailebene schlüsselt das Nutzerinterface den Energieverbrauch für Heizung und Trinkwasserwärme in gleicher Weise auf wie im Hauptscreen der Wärme, so dass der Nutzer ihn schnell erfassen kann.

Die zusammengefassten Informationen zur Wärme dienen als genereller Überblick. Die Zerlegung in die Bestandteile sorgt für zusätzliche Transparenz und bietet eine differenzierte Einschätzung des Verbrauchsverhaltens. Das Nutzerinterface unterstützt folglich bei der Wahl der Strategien für Energiesparmaßnahmen.

Der modulare Aufbau zugunsten des Nutzers, impliziert zugleich einen Gewinn für das Monitoring. Das System macht sichtbar, wie lange man auf einem Bildschirm verweilt und ob, wie weit und wie oft die verschiedenen Detailebenen aufgerufen werden.



Abb. 35: Anders als beim Strom, steht die Detailebene, allen Nutzern zur Verfügung. Die Abbildung zeigt die Daten der 27. KW. Es handelt sich um eine Woche im Sommer, in der das Budget für die Heizenergie 0 kWh beträgt.

Abb. 36: Die Dialogbox erscheint im Vordergrund des Screens. Die Hauptinformation bleibt im Hintergrund sichtbar. Das hier abgebildete Beispiel zeigt das Detail-Fenster für das Jahr 2015.

### 3.4.6. Aktiv-Stadthaus

Wie viel Energie benötigt ein Gebäude mit mehreren Wohneinheiten? Wie viel davon kann durch eine regenerative Quelle gedeckt werden? Diese Daten werden nachvollziehbar aufbereitet. Das Nutzerinterface veranschaulicht die Leistung, die das Gebäude zum aktuellen Zeitpunkt aufbringt. Demgegenüber gestellt wird die Leistung der Anlage, die erneuerbare Energie gewinnt. So wird deutlich, wie viel der benötigten Energie durch die hauseigene Produktion getilgt werden kann.

Abb. 37: Auf der Startseite ist der aktuelle Deckungsgrad von regenerativem Eigenstrom am Gebäudeverbrauch abgebildet.

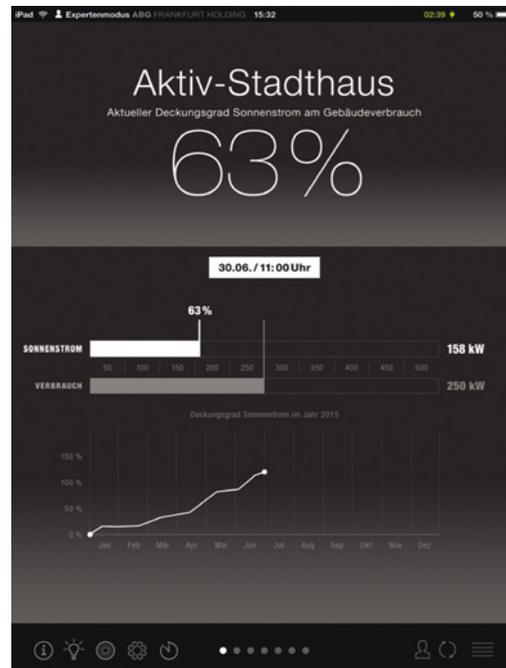
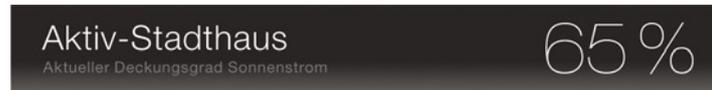


Abb. 38: Die Informationen sollen beitragen zur Identifikation mit dem Haus, in dem man lebt.

Das Nutzerinterface macht die Energieflüsse transparent und sensibilisiert den Bewohner für seinen eigenen Anteil daran. Das fördert die Identifikation mit dem Gebäude und das Bewusstsein, dass jeder einen Teil der Verantwortung trägt. So wird der Anreiz geschaffen für einen überlegteren Umgang mit Energie.

### 3.5 Das Untermenü: zusätzliche Funktionen und Informationen

Die Informationen und Analysen zum Verbrauch werden ergänzt durch weitere Dienste, die unter anderem den Nutzer beim Energiemanagement unterstützen. Sie sind im Bereich der Statusleiste aufgereiht:

- Benutzerhandbuch
- Energiespartipps
- Mobilität
- Profile
- Gerätesteuerung (Aktivmodus)
- Mitteilungen
- Login
- Aktualisieren
- Hauptmenü

Die grauen Navigationspunkte tragen zu einer erleichterten Orientierung zwischen den Bildschirmen der Hauptmenüpunkte bei.

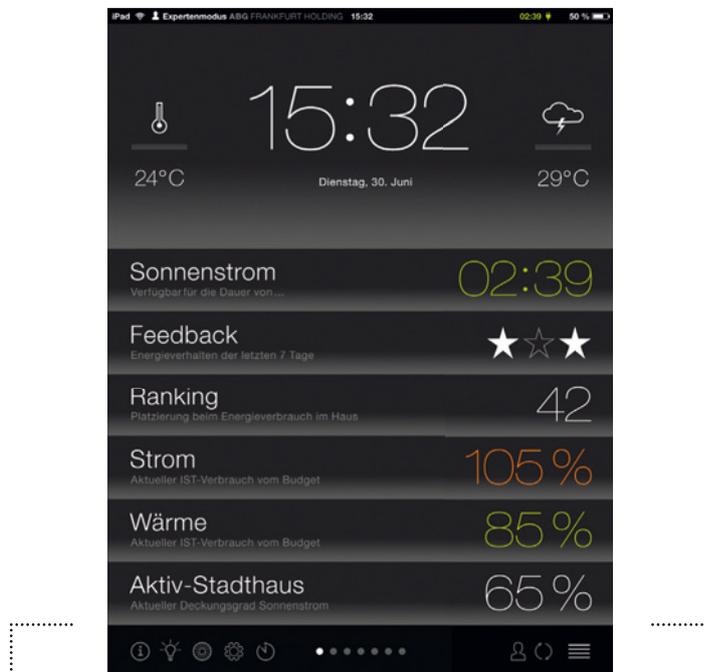


Abb. 39: Das Untermenü / Die Funktionsleiste

Die Bildschirme zu den Untermenüpunkten sind ähnlich aufgebaut wie die des Hauptmenüs. Sie unterscheiden sich lediglich durch einen schmaleren Kopfbereich zugunsten einer größeren Fläche für Informationen. Das beiliegende Benutzerhandbuch dient als Ergänzung zu den folgenden Erläuterungen.

### 3.5.1. Benutzerhandbuch

Das Handbuch unterstützt die Bewohner bei der bestimmungsgerechten Anwendung des Nutzerinterfaces und bietet darüber hinaus noch weitere hilfreiche Informationen zum Thema Energie. Neben dem in die Software integrierten Handbuch, erhalten die Nutzer noch eine Druckversion. Im Gegensatz zu den konventionellen Heften, kann dieses Exemplar aufgefaltet und als stets präsent Poster an der Wand befestigt werden. Im Hinblick auf spätere Reproduzierbarkeit gibt es ergänzend noch eine herkömmliche Version in Form eines DIN A4-Hefts.



Abb. 40: Drei Versionen zum Handbuch des Nutzerinterfaces: digital (l.), Poster (m.), Broschüre (r.)

Das integrierte Handbuch bietet den Nutzern Unterstützung zu den Menüpunkten und Begriffen an. Es ist zusammengesetzt aus zwei Listen. Die untere ist ein Glossar. Wählt der Nutzer einen Begriff aus, erscheint eine kurze Definition direkt unter dem Verzeichnis.

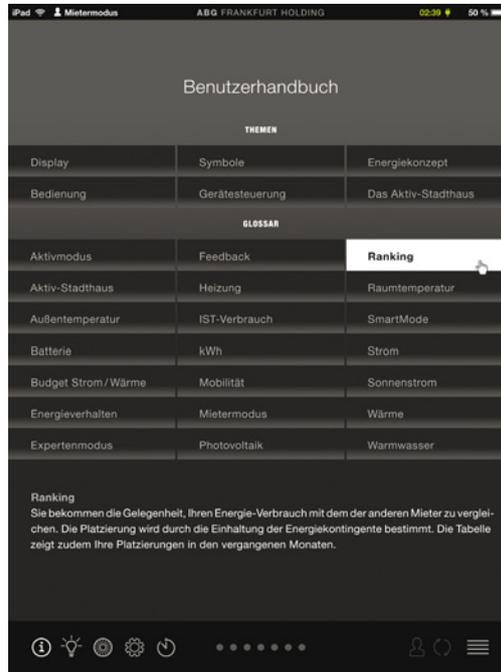


Abb. 41: Die zwei Listen im Benutzerhandbuch

Die oberen Themen leiten den Nutzer zu weiteren Seiten. Dort kann er blättern oder gegebenenfalls Detailinformationen einsehen. Anders als bei den Hauptmenüseiten, öffnen sich diese Dialogfelder über den ganzen Bildschirm. Sie können, wie gewohnt, durch das „x“ in der oberen rechten Ecke geschlossen werden.

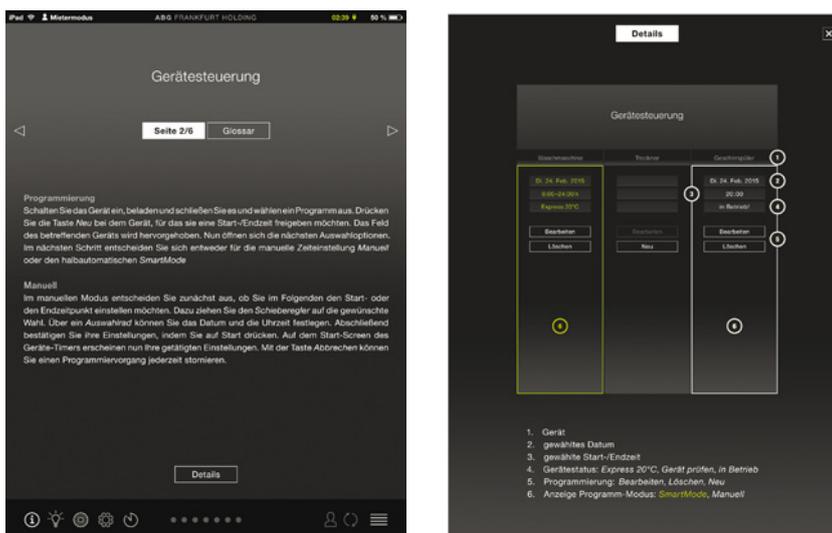


Abb. 42: Bei Wahl eines Themas wird man zu weiteren Screens geleitet (l.) und kann detaillierte Informationen abrufen (r.).

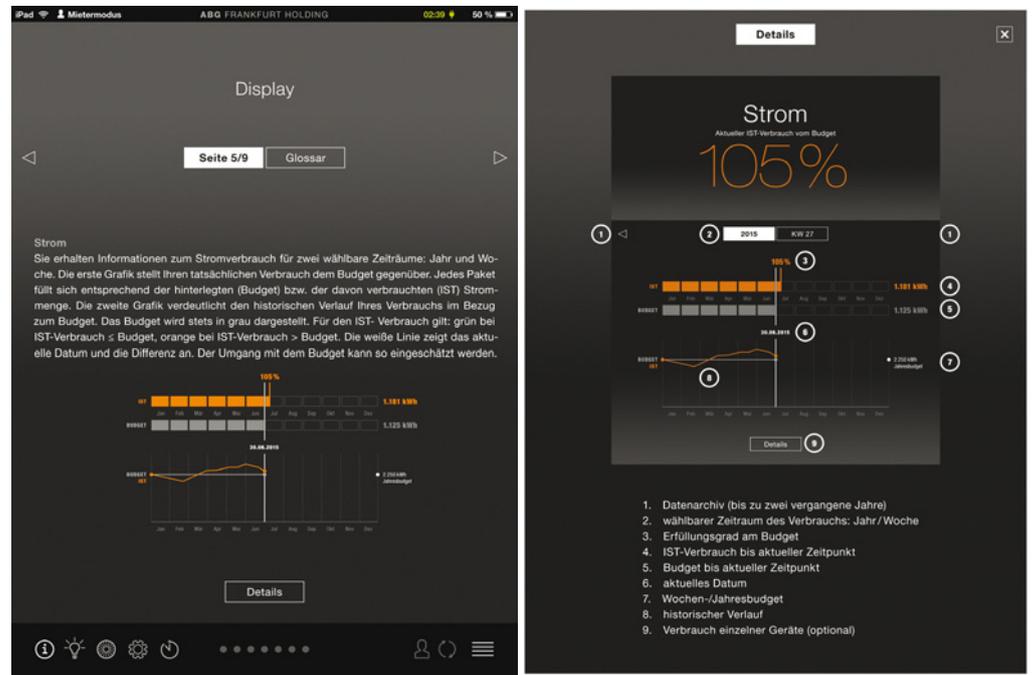


Abb. 43: Unter Display gibt es Dokumentationen und Beschriftungen zu den Seiten des Nutzerinterfaces, z. B. zu Strom.

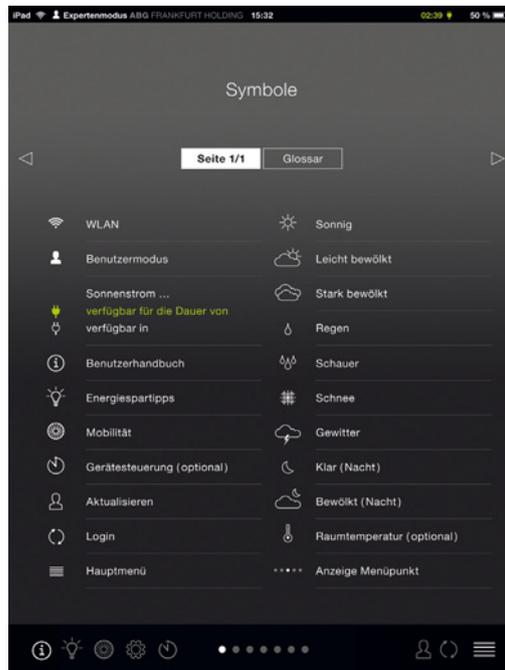


Abb. 44: Die Legende zu den im Programm genutzten Icons befindet sich in der Kategorie Symbole.

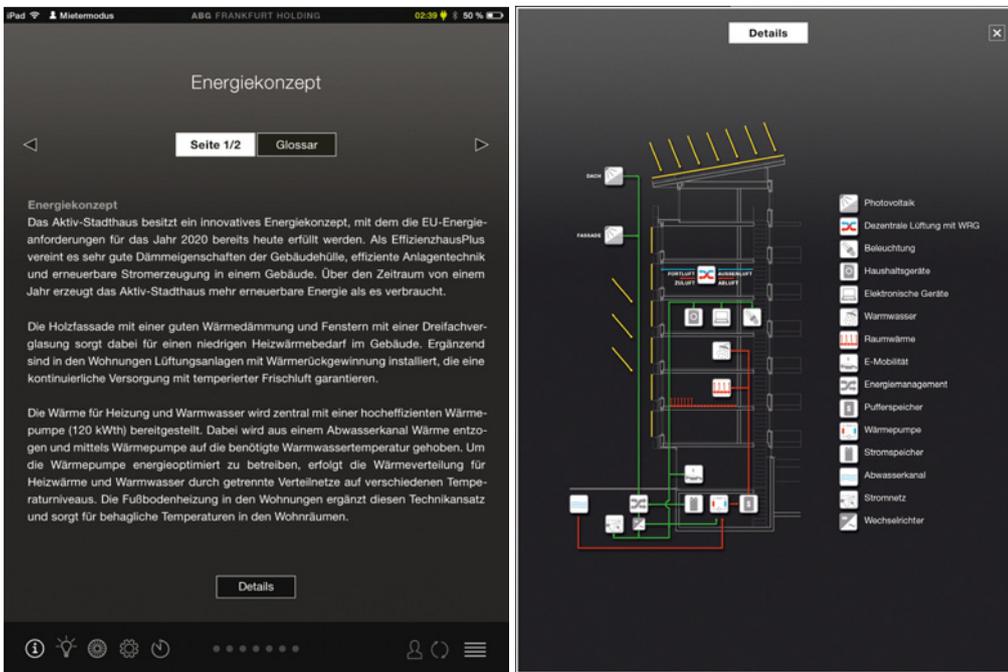


Abb. 45: In Energiekonzept sind die umgesetzten energetischen Maßnahmen des Gebäudes in Bild und Text dargestellt.

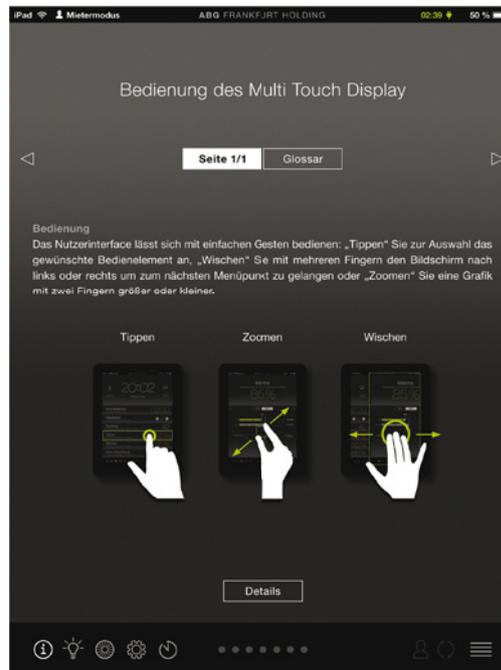


Abb. 46: Unter Bedienung sind Hinweise zum Umgang mit einem Multi Touch Display (Tippen, Zoomen, Wischen) zu finden.

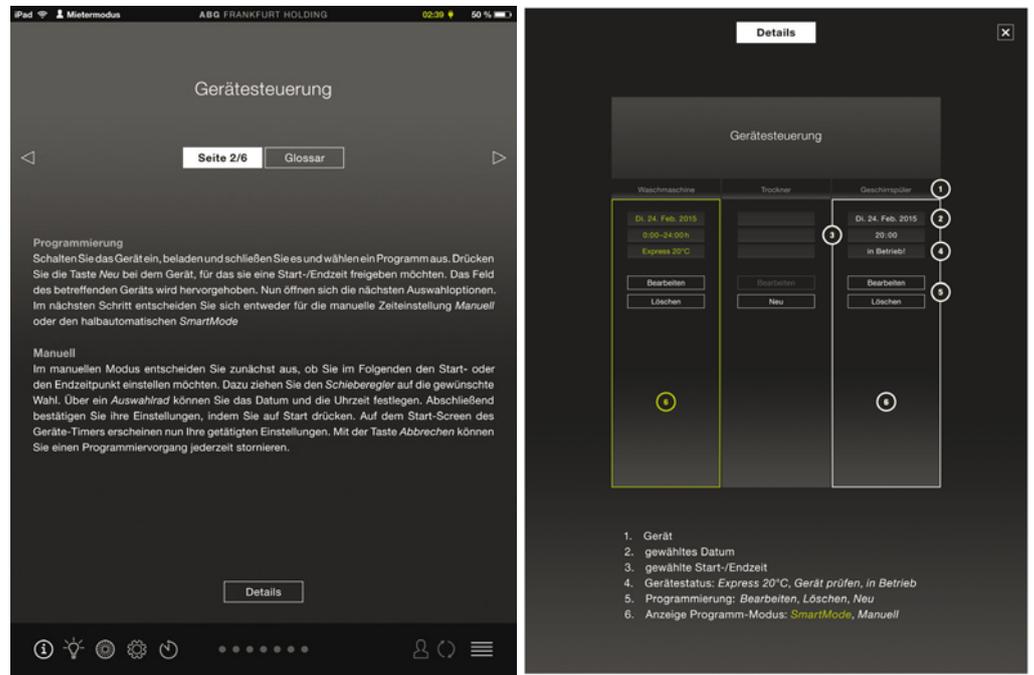


Abb. 47: Die Nutzer des Aktivmodus können über das Display einige ihrer Geräte zeitlich programmieren. Die Bedienungsanleitung bei Gerätesteuerung unterstützt sie dabei.

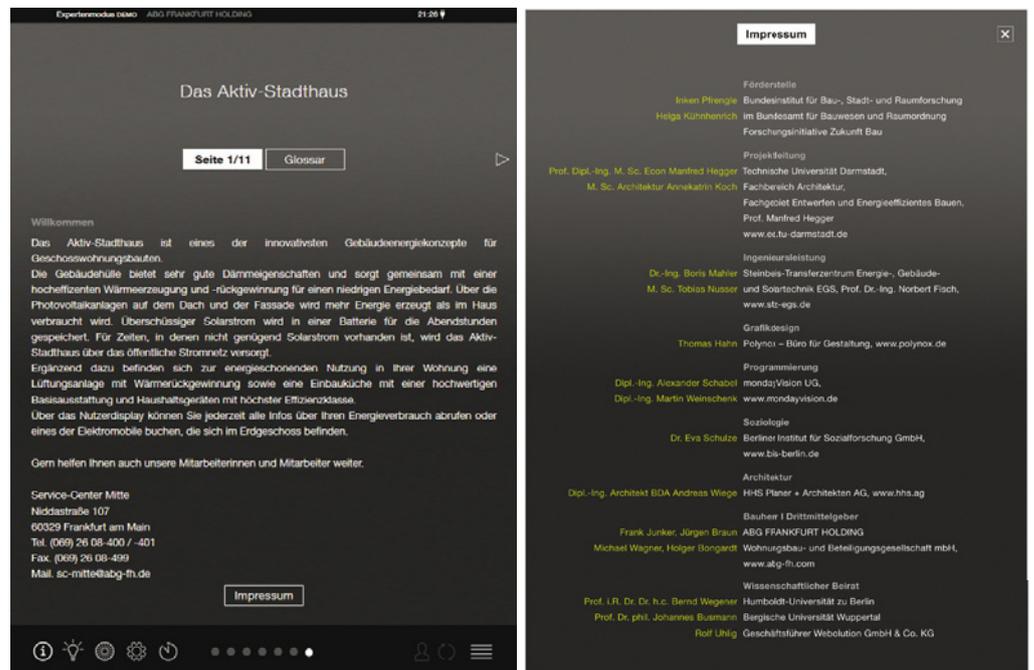


Abb. 48: Das Aktiv-Stadthaus beinhaltet Ansprechpartner und Impressum des Projekts. Des Weiteren können Wohnungsbaugesellschaften dort Broschüren oder Zeitschriften zum Gebäude hinterlegen.

### 3.5.2. Energiespartipps

Die Informationen zum Verbrauch werden ergänzt durch Hinweise zum Einsparen von Energie. Das Nutzerinterface bietet Unterstützung zu den Themen:

- Haushaltsstrom
- Kochen und Backen
- Baden und Duschen
- Beleuchtung
- Wäschetrockner
- Raumtemperatur über 26°C
- Lüftung
- Waschmaschine
- Raumtemperatur unter 19°C
- Kühlen und Gefrieren
- Geschirrspüler

Ähnlich wie beim Glossar im Benutzerhandbuch gibt es eine Liste, unter der die Tipps zur gewünschten Kategorie erscheinen. Eine Erweiterung ist durch den modularen Aufbau einfach umzusetzen.

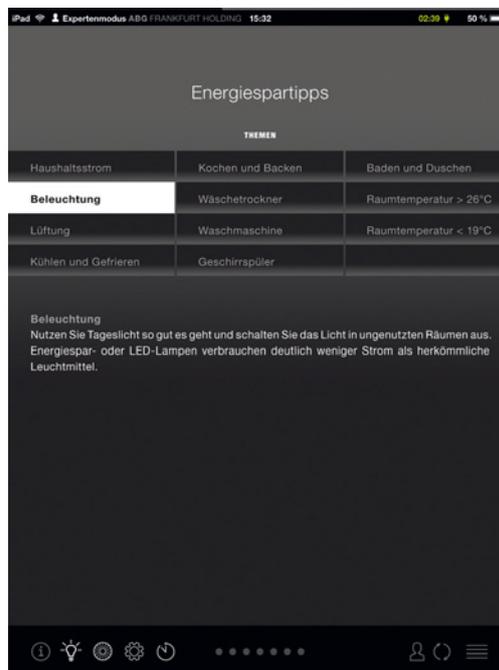


Abb. 49: Die Nutzer können Energiespartipps zu den jeweiligen Kategorien abrufen.

⋮

### 3.5.3. Mobilität

Der Verkehrssektor ist für etwa 20 % der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich<sup>1</sup>. Im Sinne des Klima- und Gesundheitsschutzes besteht Bedarf nach umweltverträglichen Alternativen, die sowohl flexibel als auch zuverlässig sind.

Das Nutzerinterface stellt verschiedene Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung. Im Forschungsvorhaben wurde beispielhaft ein Bildschirm vorbereitet mit Angeboten zum Mieten von (Elektro-)Autos (book-n-drive) oder (Elektro-)Fahrrädern und einem Vorschlag für ressourcenschonendes Reisen (Deutsche Bahn). Die Nutzer werden dann direkt zur entsprechenden Homepage weitergeleitet.

Im ersten Pilotgebäude Aktiv-Stadthaus kann auf den ersten Bildschirm verzichtet werden. Die Mieter werden direkt zur Internetseite von book-n-drive weitergeleitet und zwar unmittelbar zur Station im Erdgeschoss des Gebäudes. Dort stehen acht Carsharing-Fahrzeuge, davon drei e-Mobile, zur Verfügung.

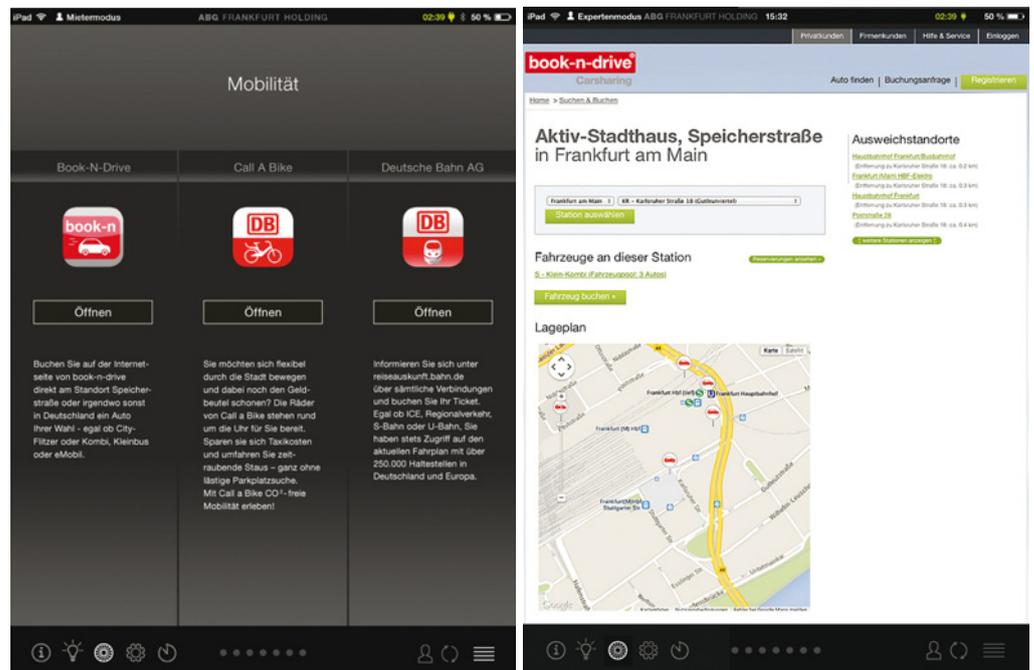


Abb. 50: Der allgemeine Mobilitäts-Screen

Abb. 51: Der Screen für das Aktiv-Stadthaus

<sup>1</sup> <http://www.bmub.bund.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/>, abgerufen am 18.11.2015

### 3.5.4. Profile

Im Laufe der letzten Jahre haben sich auf dem Markt hauptsächlich Modelle zur Gebäudeautomation etabliert. In Zukunft werden sie in vielen Gebäuden vermutlich zum Standardrepertoire gehören. Das Nutzerinterface sieht als Ergänzung daher ebenfalls solch eine Funktion vor.

Die Nutzer können individuelle Pläne für Zeit und Intensität von Beleuchtung, Lüftung und Beheizung für ihre Wohnung erstellen. Zunächst sind drei Profile vorgesehen. Sie bedienen verschiedene gebräuchliche Verbrauchsszenarien: Alltag, Urlaub und Manuell. Der Nutzer kann dort für eine Woche Voreinstellungen zu Uhrzeiten und Stufen der Komponenten treffen. Diese Funktion dient der Erleichterung des täglichen Lebens und damit zur Stärkung der Nutzerakzeptanz. Sie kommt im ersten Pilotgebäude Aktiv-Stadthaus nicht zur Anwendung.

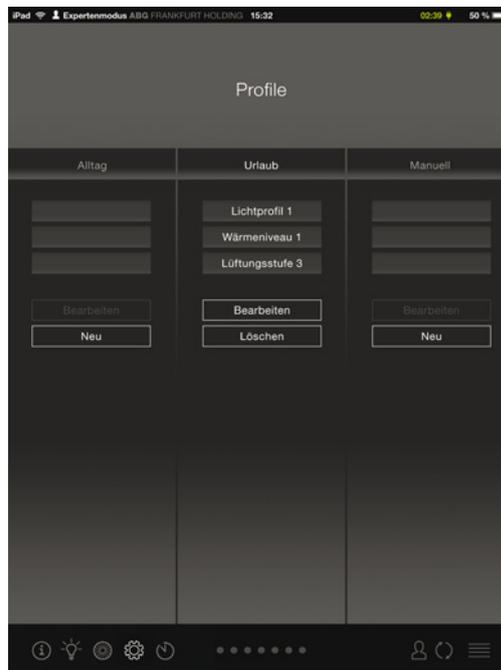


Abb. 52: Die Gebäudeautomation über „Profile“ wird im Projekt ergänzend betrachtet.

### 3.5.5. Gerätesteuerung

Die Wohnungen der Nutzer des Aktivmodus sind mit entsprechender Technik zur zeitlichen Steuerung einiger Geräte ausgestattet. Der Startzeitpunkt des nächsten Vorgangs kann über das Nutzerinterface entweder manuell oder per Automatik eingestellt werden. Hervorzuheben ist die letztgenannte Option: der halbautomatische Smartmode. Innerhalb von vier wählbaren Zeitfenstern startet der nächste Vorgang, sobald ein Überschuss an Eigenstrom vorhanden ist. Liegt der Deckungsanteil des Eigenstroms am Gebäudeverbrauch unter 100%, startet das Gerät zum letztmöglichen Zeitpunkt, um innerhalb der gewünschten Zeit fertig zu sein.

Die Zeitspannen 4, 8, 12 und 24 Stunden gewährleisten eine flexible und gleichzeitig zuverlässige Einbindung in den Alltag. Im späteren Monitoring wird sich herausstellen, ob solche Funktionen den Eigenstromverbrauch fördern. Die ausführliche Bedienungsanleitung zur Gerätesteuerung kann dem beiliegenden Nutzerhandbuch entnommen werden.

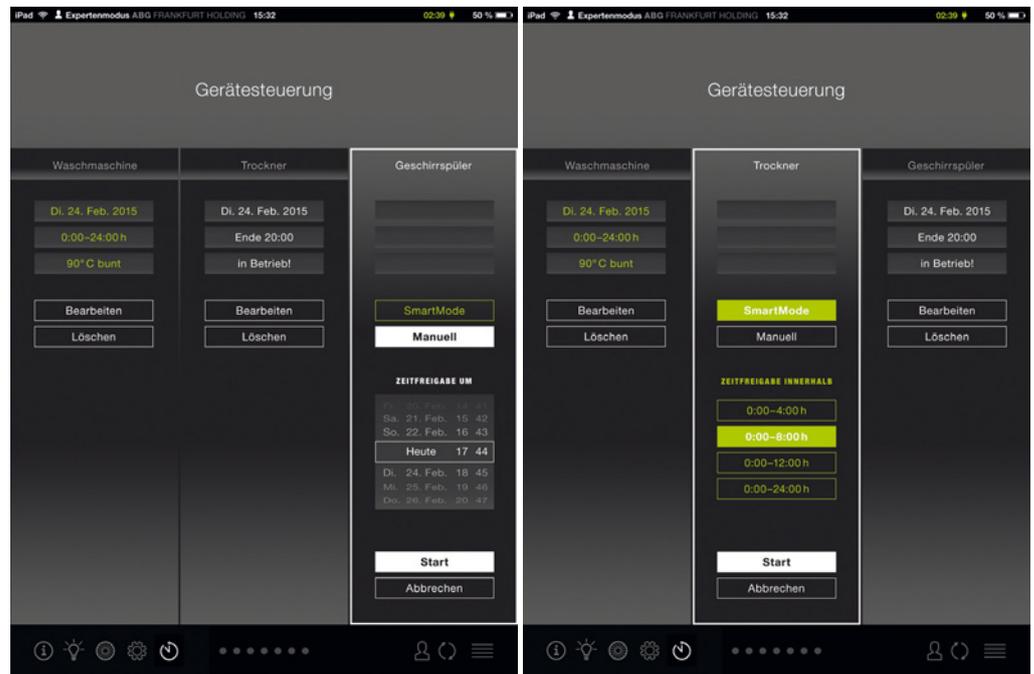


Abb. 53: Manuelle Steuerung

Abb. 54: Halbautomatische Steuerung (Smartmode)

### 3.5.6. Mail

Das Nutzerinterface bietet einen internen Mitteilungsdienst an. Im Falle eines Mietverhältnisses können Bewohner Neuigkeiten oder Benachrichtigungen des Vermieters direkt über das Touchpanel erhalten. Neben quartalsweisen Verbrauchsinformationen könnten Einladungen zu Mieterfesten, Zeitschriften der Wohnungsbaugesellschaft und vieles mehr verschickt werden.

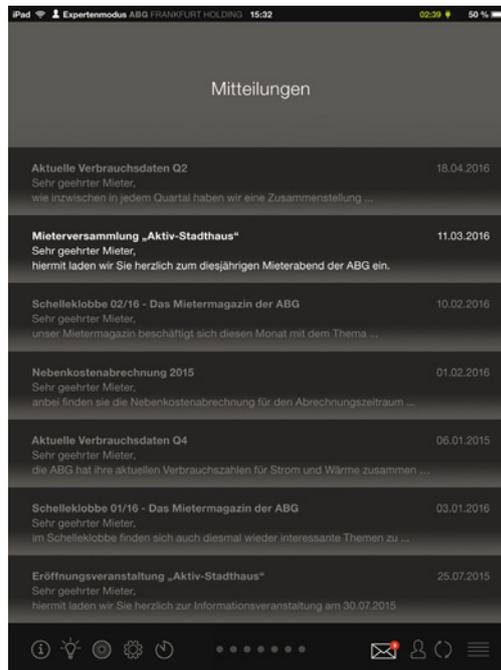


Abb. 55: Ein internes Mailprogramm optimiert die Kommunikation zwischen dem Eigentümer/der Hausverwaltung und dem Nutzer des Systems.

### 3.5.7. Login, Aktualisieren und Hauptmenü

In der Funktionsleiste werden rechts die Optionen Login, Aktualisieren und Hauptmenü dargestellt (in Abbildung von links nach rechts)

#### *Login*

Beim Einzug erhalten die Bewohner Zugangsdaten (Name und Passwort), mit denen sie sich einmalig am Nutzerinterface anmelden können. Zum einen bleiben die individuellen Werte bei einem Mieter- oder Besitzerwechsel anonym. Zum anderen können die Informationen unabhängig vom Touchpanel in der Wohnung von beliebigen Orten oder Geräten abgerufen werden.

#### *Aktualisieren*

Im Falle von technischen Störungen oder Updates kann die Anzeige manuell neu geladen werden.

#### *Hauptmenü*

Das Symbol ist in Anlehnung an die Liste des Hauptmenüs gestaltet und leitet den Nutzer von jedem beliebigen Screen aus zurück zur Startseite.

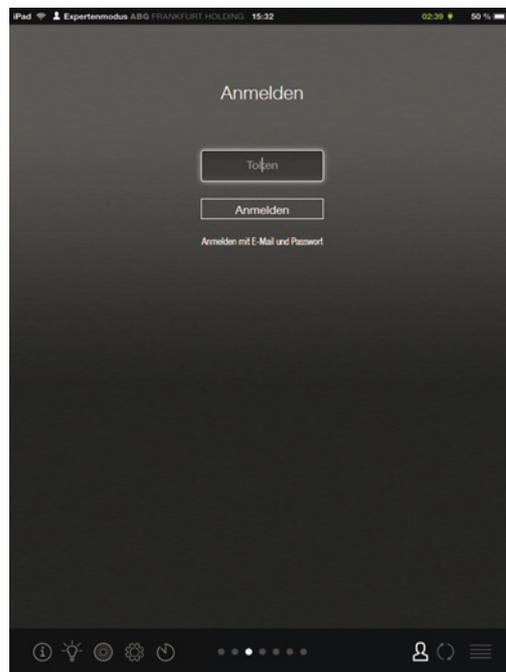


Abb. 56: Die erste Seite des Nutzerinterfaces bei der erstmaligen Anmeldung

## 3.6 Programmierung

### 3.6.1. Systemaufbau

Das System setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Damit werden sowohl Wartungsfähigkeit als auch Wiederverwendbarkeit gewährleistet. Der Webserver ist das Kernstück. Er wird zentral in einem Rechenzentrum in Deutschland untergebracht (gehostet) und stellt die Datenbank zur Verfügung. Die dort gesammelten Informationen werden in einem Webbrowser visualisiert. Das Nutzerinterface ist dadurch nicht auf ein bestimmtes Gerät, Format oder an einen Hersteller festgelegt und kann in eine native App für Smartphones oder Tablets eingebunden werden. Ein Gateway stellt die Schnittstelle zwischen den realen Energie-, Nutzer- und Systemdaten im jeweiligen Gebäude und dem zentralen Server her. Es sammelt die Informationen der Haustechnik, konvertiert diese ins Format des Nutzerinterfaces und schickt sie verschlüsselt an den zentralen Webserver.

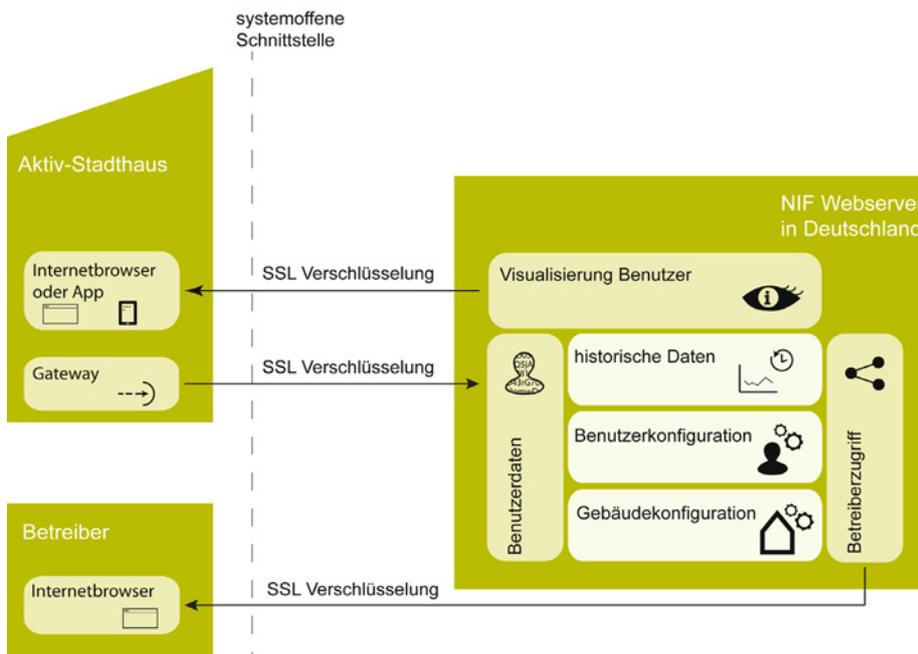


Abb. 57: Das Systemdesign des Nutzerinterfaces

Quelle: TU Darmstadt, FG ee, modifiziert nach: mondayVision

Das Softwarepaket setzt sich aus verschiedenen Teilen zusammen:

*A Verwaltungsoberfläche – Backend*

Dieser Teil dient zur Verwaltung der einzelnen Elemente (Wohnungen, Benutzer, Energiebudgets usw.). Die Software wird in der Programmiersprache PHP entwickelt. Die komponentenorientierte Struktur Zend Framework wird dafür genutzt. Als Datenbank kommt mySQL zum Einsatz.

*B Website – Frontend*

Auf einer interaktiven und für das iPad Air optimierten Website können die Mieter die gewünschten Informationen abrufen. Diese Internetseite wird mit den Programmiersprachen PHP, HTML 5, CSS und Javascript entwickelt. Ordnungsrahmen sind Zend Framework und Bootstrap Framework.

*C App für Apple iPads*

In einer nativen iPad-App, die größtenteils nur aus einem Browserfenster besteht, wird das Frontend beim Mieter dargestellt. Die Anwendung wird in der Programmiersprache Swift entwickelt.

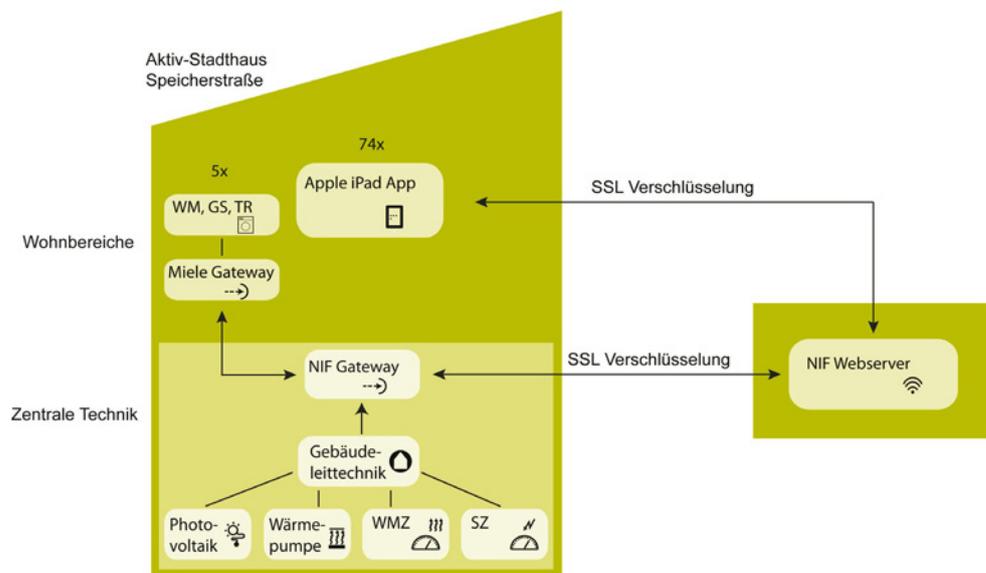


Abb. 58: Das Systemdesign des Nutzerinterfaces für das Aktiv-Stadthaus

Quelle: TU Darmstadt, FG ee, modifiziert nach: mondayVision

Die ABG FRANKFURT HOLDING stattet die 74 Wohneinheiten des Aktiv-Stadthauses mit iPads (Apple iPad Air) aus. In 64 Wohnungen davon sind sie fest an der Wand installiert. Der für die Visualisierung verantwortliche Webbrowser wird in eine spezielle App eingebettet, die die Displayhelligkeit steuern kann. Diese wird abhängig von der Tageszeit und der Bedienung des Geräts geregelt.

Die App ist sehr einfach aufgebaut und besteht lediglich aus dem Webbrowser und der Steuerung der Displaybeleuchtung. Die Visualisierung kann, ohne Einschränkung der Funktionalität, ebenfalls mit dem Standard iPad-Browser betrachtet werden. Auf Geräten anderer Hersteller und auf Desktop-Computern sind leichte Einschränkungen in Layout und Design zu erwarten.

Die Programmierung orientierte sich nach folgendem Zeitplan:

Version 0.6	Konzeptionsphase Meilenstein: Konzeption 90%, Datenbankdesign 100% Abschluss: 02. Februar 2015
Version 0.7	Implementierung von grundlegenden Strukturen in allen Bereichen des Softwarepakets Meilenstein: Nutzerinterface: 10%, NIF-App: 50%, NIF-Verwaltungsbereich 50%. Abschluss: 12. März 2015
Version 0.8	Evaluierbarkeit Nutzerinterface Meilenstein: Nutzerinterface: 90% (Testdaten), Die Evaluierung kann starten. Abschluss: 10. April 2015
Version 0.9	NIF-Softwarepaket in weiten Teilen fertig und nutzbar Meilenstein: Nutzerinterface: 90%, NIF-Verwaltungsbereich 90%, NIF-Gateway 50%, NIF-App 90% Abschluss: 01. Juli 2015
Version 0.9.1	Anbindung an Gebäudetechnik angeschlossen Meilenstein: Nutzerinterface: 90%, NIF-Verwaltungsbereich 90%, NIF-Gateway 90%, NIF-App 90% Abschluss: 17. August 2015
Version 1.0	Projektabschluss Meilenstein: NIF-Softwarepaket: 100%. Alle Echt- daten sind verfügbar. Produktiver Betrieb kann starten. Abschluss: 31. August 2015

### 3.6.2. Gerätekommunikation

Das Gateway, die Schnittstelle zwischen Webserver und Gebäudetechnik, wird im Pilotgebäude ebenfalls für die Kommunikation mit ausgewählten Geräten (Waschmaschine, Geschirrspüler, Trockner) in zehn der Wohnungen eingesetzt. Die Bewohner stellen am Nutzerinterface eine Start- bzw. Endzeit für die Geräte ein. Wenn das Hausgerät über das Touchpanel aktiviert ist, wird in der zentralen Datenbank auf eclid.de ein Starteintrag gesetzt. Von da an prüft der Server, ob die Voraussetzungen für den Start erfüllt sind. Beim Smartmode könnte beispielsweise die Verfügbarkeit von Eigenstrom eine Bedingung sein. Sobald ein Hausgerät gestartet werden muss, wird der lokale Server in der Speicherstraße vom zentralen eclid.de-Server verschlüsselt angetriggert. Der lokale Server kommuniziert nun über Ethernet mit dem Miele Hausgeräte-Gateway, welches dann den Startbefehl über Funk (Zigbee) an das Hausgerät sendet. Parallel dazu verlaufen noch einige Programme zur Nebenkommunikation, wie zum Beispiel Status- und Fehlermeldungen.

### 3.6.3. Sicherheit

Das Nutzerinterface besitzt umfangreiche Sicherheitsmechanismen, um Missbrauch und Datenschutzverletzungen systematisch auszuschließen. Der zentrale Server wird in Deutschland gehostet und unterliegt damit den deutschen Datenschutzbestimmungen. Das Rechenzentrum besitzt eine ISO 27001-Zertifizierung des TÜV Süd. Darüber hinaus wurde es im Rahmen des eco-Datacenter Star Audit vom Verband der Internetwirtschaft e.V. mit der besten Bewertung von 5 Sternen ausgezeichnet.

Sämtliche Kommunikationen nach außen erfolgen verschlüsselt. Das betrifft sowohl den Datenfluss aus den Gebäuden zum zentralen Server als auch den Datenfluss aus dem Rechenzentrum zu den Endbenutzern. Der Zugriff der Endnutzer wird durch Zugriffsschlüssel (Token) bzw. Benutzername und Passwort, abgesichert. An dieser Stelle ist hervorzuheben, dass die Benutzerkonten immer direkt mit einem Nutzungszeitraum verknüpft sind. Es ist demzufolge technisch nicht möglich, auf die Daten außerhalb dieser Zeitspanne zuzugreifen.

### 3.6.4. Technisches Monitoring

Es sind verschiedene Monitoring-Mechanismen in das System integriert, um die Systemstabilität zu gewährleisten und zu verifizieren:

- Datenintegrität
- Gerätestatus
- Nutzungsmonitoring

### Datenintegrität

Jeder Messwert im System enthält zusätzlich zu dem eigentlichen Wert verschiedene Statusindikatoren, die wichtig sind für die Verifizierung der Datenqualität. So wird, neben Status- und Fehlercodes, auch ein Qualitätsindex zur Widerspiegelung der Datengüte berechnet.

### Gerätestatus

Im ersten Pilotgebäude werden Apple iPads als Endgeräte eingesetzt. Dafür wurde ein umfangreiches Monitoring umgesetzt, mit dem sich alle relevanten Zustände der iPads visualisieren lassen.

### Nutzungsmonitoring

Mithilfe eines konventionellen Trackingprogramms (Piwik) wird die individuelle Anwendung des Nutzerinterfaces anonym erfasst. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf das Nutzungsverhalten durch die Endbenutzer ziehen. Es kann beispielsweise nachverfolgt werden, wie häufig Seiten aufgerufen werden oder wie lange der Bewohner auf ihnen verweilt. Damit können Aussagen über die Verständlichkeit und die Wertigkeit der Bildschirme getroffen werden.

PIWIK							
Dashboard	Besucher	<b>Aktionen</b>	Verweise	Ziele			
Seiten	Eingangsseiten	Ausgangsseiten	<b>Seitentitel</b>	Interne Suche	Ausgehende Verweise	Downloads	Ereignisse
ZEITSPANNE: 2015-12-08		ALLE BESUCHE					
Seitentitel							
SEITENNAME	SEITENANSICHTEN	↓ EINMALIGE SEITENANSICHTEN	ABSPRUNGRATE	DURCHSCHNITTSSZEIT PRO SEITE	AUSSTIEGSRATE	DURCHSCHNITTLICHE GENERIERUNGSZEIT	
NIF FRASP Home	103	83	71%	00:01:00	84%	1,48 s	
Home	23	16	100%	00:00:04	69%	-	
Wärme	20	16	50%	00:01:22	19%	6,07 s	
Strom	20	15	33%	00:01:38	33%	6,07 s	
Feedback	16	14	20%	00:02:51	14%	-	
Gebäudebilanz	10	8	100%	00:00:01	13%	-	
Prognose	10	8	0%	00:00:05	25%	-	
Wärmedetails	8	7	0%	00:00:11	43%	-	
Ranking	7	6	0%	00:00:03	0%	-	
Handbuch & Glossar	4	4	0%	00:00:03	25%	-	
Energiespartipps	4	3	0%	00:00:05	0%	-	
Mobilität	2	2	0%	00:00:07	0%	-	
Espar - Beleuchtung	1	1	0%	00:00:09	0%	-	
Espar - Haushaltsstrom	1	1	0%	00:00:16	0%	-	
Espar - Lüftung	1	1	0%	00:00:00	100%	-	
Espar - Raumtemperatur > 26°C	1	1	0%	00:00:18	0%	-	
Espar - Raumtemperatur < 19°C	1	1	0%	00:00:11	0%	-	
Espar - Waschmaschine	1	1	0%	00:00:08	0%	-	
Espar - Wäschetrockner	1	1	0%	00:00:16	0%	-	

Abb. 59: Das Trackingprogramm Piwik legt Informationen zur Anwendung des Nutzerinterfaces offen.

Quelle: <https://piwik.eclid.de/index.php?module=CoreHome&action=index&idSite=1&period=day&date=yesterday#/module=Actions&action=menuGetPageTitles&idSite=1&period=day&date=yesterday>; abgerufen am: 09.12.2015

---

## 3.7 Evaluierung

---

Die Anwenderfreundlichkeit und Qualität des Nutzerinterfaces wurde vom Berliner Institut für Sozialforschung untersucht. Zwei Studien (Fokusgruppe und Usability-Test) wurden bereits im Vorfeld der Eröffnung des Pilotgebäudes durchgeführt. Eine weitere erfolgte knapp vier Monate nach Vermietungsbeginn. Die Bewohner des Pilotgebäudes haben sich in ihrem Mietvertrag dazu bereit erklärt, an einem Monitoring über zwei Jahre teilzunehmen. Es wird ebenfalls vom Berliner Institut für Sozialforschung im Rahmen des „Modellvorhaben Effizienzhaus Plus-Standard“ geleitet.

Die ersten Evaluierungen mithilfe von Testnutzern, die das Mieterklientel abbilden, dienten als Grundlage für eine Überarbeitung hinsichtlich Bedienbarkeit, Verständlichkeit und Übersichtlichkeit. Die tatsächlichen Bewohner des Aktiv-Stadthauses wurden nach ihrem ersten Eindruck befragt. Die Nutzerfreundlichkeit wurde damit ebenfalls untersucht.

### 3.7.1. Fokusgruppe

Die erste Evaluation über eine Fokusgruppe fand etwa zwei Monate nach dem ersten Kick-off des Forschungsteams statt. Bis dahin war ein grundlegendes Layoutkonzept ausgearbeitet. Der Großteil der Screens war entworfen und diente in Form von Screenshots als Grundlage für die Evaluierung.

- 5 Teilnehmer (3 Frauen, 2 Männer)
- Alter: 27 – 72 Jahre (Durchschnittsalter: 48 Jahre)
- 3 Teilnehmer nutzen auch privat ein Tablet

Die Teilnehmer diskutierten Screenshots des Nutzerinterfaces, die nacheinander an einem Monitor eingeblendet wurden. Spontane Eindrücke, Unverständlichkeiten und Fragen dienten dazu, erste Eindrücke zu sammeln und Verständnisprobleme aufzudecken. Das Nutzerinterface konnte so hinsichtlich Übersichtlichkeit und Verständlichkeit eingeschätzt werden. Die Ergebnisse bestimmten maßgeblich die weitere Ausarbeitung. Unklarheiten, wie beispielsweise der Begriff „Wärme“ oder die Bewertung des Verhaltens erforderten eine inhaltliche und grafische Revision. Auf den nächsten Seiten folgt eine Auswahl der evaluierten Screens und die zugehörigen Einschätzungen.

---

- Begriffliche Verständnisprobleme, was Wärme beinhaltet (Warmwasser, Heizung)
- Grundlage der Kalkulation unklar (allgemeiner Durchschnittswert, der Region oder deutschlandweit?)
- Untere Grafik intuitiver als obere



- Zustandekommen der Sterne in den Kategorien nicht verständlich



- Angabe eines Referenzwerts notwendig (Platz xy von 74)
- Nebeneinanderdarstellung von zwei Plätzen (Strom und Wärme) ungünstig
- Spielerischere Darstellung gewünscht



Abb. 60: Wärme,  
Stand 02.02.15

Abb. 61: Verhalten,  
Stand 02.02.15

Abb. 62: Hausvergleich,  
Stand 02.02.15

Die Anmerkungen zur allgemeinen Gestaltung wurden im Anschluss größtenteils umgesetzt, wie ein schlichter Hintergrund ohne Motiv oder die Farbänderungen von kräftigen Rot-, Gelb- und Grüntönen hin zu Orange und Gelbgrün.



Abb. 63: Blauer Hintergrund, Stand 02.02.15



Abb. 64: Grauer Hintergrund, Stand 02.02.15



Abb. 65: Hintergrund mit Wolken, Stand 02.02.15

### 3.7.2. Usability-Test

Der Usability-Test wurde etwa vier Monate nach dem ersten Kick-off-Treffen durchgeführt. Das grafische Konzept wurde teilweise programmiert, um in der folgenden Evaluierung die auch intuitive Bedienbarkeit erproben zu können.

- 24 Teilnehmer (11 Frauen, 13 Männer)
- Alter: 24-72 Jahre (Durchschnittsalter: 39 Jahre)
- 12 Teilnehmer nutzen auch privat ein Tablet

Für diesen Zweck wurde eine Probeversion der interaktiven Website des Nutzerinterfaces erstellt und mit Testdaten präpariert. Das Nutzerinterface konnte in diesem Rahmen erstmalig auf dem Tablet genutzt werden.

Die Teilnehmer wurden mithilfe einer Einstiegsstory an die Untersuchungssituation herangeführt, um sich in die Lage eines Bewohners hinein versetzen zu können: Einstiegsstory<sup>1</sup>:

1 Siehe Anlage 3

*Einstiegsstory:*

„Stellen Sie sich vor, Sie bewohnen seit einigen Monaten eine Wohnung in einem neugebauten Mehrfamilienhaus. Insgesamt hat dieses Haus 74 2- bis 4-Zimmer-Wohnungen. Das Haus ist ein sogenanntes Plusenergie-Gebäude, d.h. es produziert mehr Energie als es verbraucht. Eine am Haus angebrachte Photovoltaikanlage erzeugt erneuerbaren Solarstrom für das Mehrfamilienhaus. Dieser Strom wird in einer Batterie zwischengespeichert und so für die Bewohner während der Nachtzeiten verfügbar gemacht.

Jeder Mieter hat auf Grundlage seiner Warmmiete ein bestimmtes Energieguthaben für Strom (bestimmte kWh-Menge) und Wärme (Heizung und Warmwasser, in Miete inklusive). Ihr Verhalten als Mieter spielt eine große Rolle für den Energieverbrauch des Hauses. Ein Nutzerinterface auf einem Tablet-PC bietet Ihnen die Möglichkeit, Informationen rund um Ihren Energieverbrauch abzurufen. Über das Nutzerinterface sollen Sie als Mieter zum Energiesparen angeregt und zum Verbrauch des eigens vom Haus produzierten Stroms animiert werden.

Ihr Energieverbrauchsverhalten wird anhand von Sternen bewertet. Liegen Sie innerhalb Ihres Guthabens für Strom, Warmwasser und Heizung, bekommen Sie jeweils einen Stern. Zudem wird Ihr Energieverbrauchsverhalten mit dem der anderen Bewohner in einem Ranking verglichen. Der Maßstab für die Platzierung ist, wie gut man mit dem eigenen Energieverbrauch innerhalb des Energieguthabens bleibt.“

Im Anschluss sahen die Testpersonen den Startbildschirm (Menü) und konnten ihren ersten Eindruck schildern und die Verständlichkeit der Begriffe und Symbole bewerten.

Danach erkundeten die Teilnehmer eigenständig das Nutzerinterface (explorative Evaluation). Im Anschluss wurden Aufgaben zu jedem Menüpunkt gestellt („Use Cases“). Damit wurde überprüft, ob relevante Informationen gefunden und richtig verstanden wurden. Feedback und Ranking werden auf der nächsten Seite mit den zugehörigen Fragen, die gestellt wurden, gezeigt.

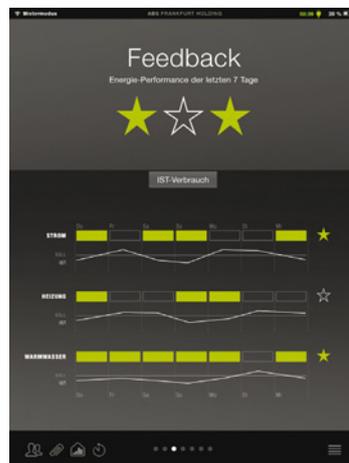


Abb. 66: Feedback,  
Stand 30.03.15

- An wie vielen Tagen der letzten Woche lag Ihr Warmwasserverbrauch unter dem Sollwert?
- Wie interpretieren Sie die Sterne?
- Warum haben Sie in dieser Woche den Stern für „Heizung“ nicht bekommen?

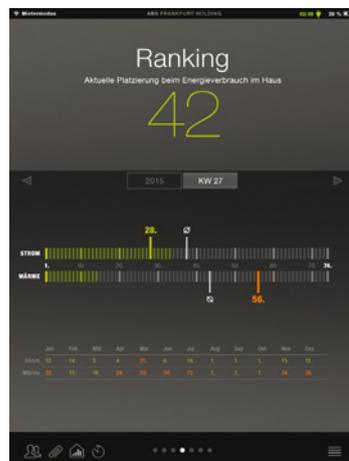


Abb. 67: Ranking,  
Stand 30.03.15

- Schauen Sie sich Ihre aktuelle Platzierung beim Energieverbrauch im Haus an. Wie kommt diese Platzierung zustande?
- Welche Platzierung hatten Sie im Juni des vergangenen Jahres?
- Wie entstehen die Durchschnittssymbole?

Nach den Use Cases äußern sich die Testpersonen in einem Interview zum Nutzerinterface.

Auszug Interview:

- [...]
- Ist die Menüführung intuitiv?
- Bietet das System Unterstützung beim Energiesparen?
- Fühlen sich die Benutzer animiert, zum Energiesparen?
- Sind Ranking und Feedback Ansporn zum Energiesparen?
- Welche Funktionen sind besonders wichtig? Welche weniger?
- Sind die Grafiken verständlich?
- [...]

Zum Schluss füllen die Teilnehmer Fragebögen aus, die eine standardisierte Beurteilung ermöglichen. Gemäß der Likert-Skala drücken sie Ablehnung („Stimme gar nicht zu“) oder Zustimmung („Stimme voll zu“) in 5 Abstufungen aus.

	Stimme gar nicht zu				Stimme voll zu
	1	2	3	4	5
1. Ich kann mir vorstellen, den Energieverbrauch meiner Wohnung/meines Haus mit einem System wie diesem zu überprüfen.	1	1	0	7	15
2. Ich kann mir vorstellen, meinen Umgang mit Energie den Empfehlungen des Systems anzupassen.	0	1	3	12	8
3. Ich möchte die Nutzung meiner Haushaltsgeräte nicht nach den Vorgaben des Systems richten.	10	5	6	2	1
4. Ich kann mir vorstellen, mit diesem System Energie zu sparen.	0	0	2	7	15
5. Ich halte ein Rückmeldesystem zum Energieverbrauch wie dieses für nützlich.	1	0	0	8	15
6. Ich brauche kein System wie dieses, um meinen Energieverbrauch zu überprüfen und sparsam mit Energie umzugehen.	6	10	5	3	0
7. Systeme wie diese schränken mich mehr ein, als dass sie mir nützen.	11	9	2	1	1
8. Ich denke, die Nutzung würde mir Spaß bereiten.	1	2	8	7	6
9. Die Bewertung meines Energiesparverhaltens (mit Sternen) sehe ich als Ansporn zum Energiesparen.	0	7	4	7	6

Abb. 68: Auszug aus dem Ergebnis zum Fragebogen: 3.8.3 Fragen zum Verhalten/ Allgemeines

Quelle: Siehe Anlage 3

Die Evaluation fiel überwiegend positiv aus. Die Gestaltung, Schriftfarbe- und -größe wurden als angenehm und modern empfunden. Die Inhalte wurden weitestgehend richtig verstanden. Generell konnten sich die Testnutzer gut vorstellen, das System in ihren Alltag einzubinden, um Energie zu sparen. Das Monitoring des eigenen Verbrauchs erscheint vordergründig gegenüber dem Vergleich mit anderen Hausbewohnern. Bei einigen Menüpunkten, wie dem „Ranking“ oder dem „Aktiv-Stadthaus“ geht das Forscherteam von einem höheren Interesse bei den zukünftigen realen Mietern als bei den Testnutzern aus. Die ausführliche Auswertung der Evaluation liegt dem Endbericht bei.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siehe Anlage 3

Die folgenden Diagramme zeigen die relativen Häufigkeiten der Antworten „Stimme voll zu“ und „Stimme zu“.

Abb. 69: „Ich kann mir vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.“



Abb. 70: „Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.“



Abb. 71: „Auf dem Startbildschirm sind auf den ersten Blick alle wichtigen Informationen erkennbar.“



Abb. 72: „Die Orientierung im System fällt leicht.“



Abb. 73: „Ich kann mir vorstellen, meinen Umgang mit Energie den Empfehlungen meines Systems anzupassen.“



Abb. 74: „Die Bewertung meines Energieverhaltens (mit Sternen) sehe ich als Ansporn zum Energiesparen.“



Abb. 75: „Das Ranking zum Energieverbrauch im Haus sehe ich als Ansporn zum Energiesparen.“



### 3.8 Die erste Anwendung im Pilotgebäude „Aktiv-Stadthaus“

#### 3.8.1. Das Forschungsvorhaben

Ein Team aus dem Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, dem Steinbeis-Transferzentrums Energie-, Gebäude- und Solartechnik und HHS Planer + Architekten AG entwickelte bis 2013 im Rahmen der Forschungsinitiative ZukunftBAU eine Entwicklungsgrundlage für städtische Mehrfamilienhäuser in Plusenergiebauweise nach EU 2020 und zur Vorbereitung des Demonstrativ-Bauvorhabens in Frankfurt am Main.

Ziel des vorangegangenen Forschungsvorhabens war es, die bisherigen Entwicklungen von Einfamilienhäusern nach Effizienzhaus Plus-Standard erstmalig auf den mehrgeschossigen Wohnungsbau im innerstädtischen Bereich zu erweitern. Das Pilotgebäude wurde in der Speicherstraße Frankfurt am Main durch die ABG FRANKFURT HOLDING errichtet.

Neben Energiekonzeption, Elektromobilität im Hausverbund und Lebenszyklusbetrachtung, gehörte Energiemanagement für den Nutzer zu den Kernthemen des Forschungsprojekts „Aktiv-Stadthaus“. In diesem Rahmen wurde beispielhaft ein Nutzerinterface entwickelt.

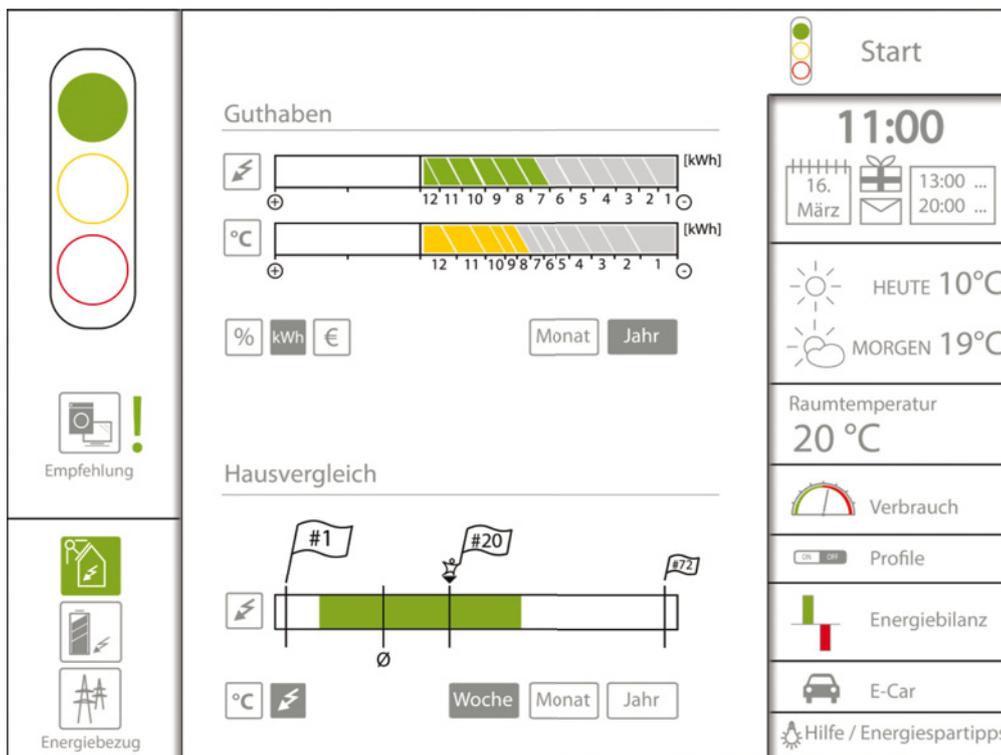


Abb. 76: Die Startseite des Forschungsprojekts „Aktiv-Stadthaus“

Quelle: TU Darmstadt, FG ee: „Aktiv-Stadthaus“. S. 146. 10.08.18.7-11.31. Februar 2013

### 3.8.2. Demonstrativ-Bauvorhaben

Die Umsetzbarkeit der Grundlagen soll am Demonstrativ-Bauvorhaben Aktiv-Stadthaus in Frankfurt am Main erprobt werden. Dabei handelt es sich um ein achtgeschossiges Mehrfamilienhaus, das durch die ABG FRANKFURT HOLDING GmbH in zentraler Lage am Westhafen, nahe dem Hauptbahnhof, errichtet wurde. Auf den sieben Stockwerken über dem gewerblich genutzten Sockelgeschoss werden 74 Wohneinheiten vermietet.

In dem Projekt wird ein detailliertes, zweijähriges, technisches Monitoring durchgeführt. Hierbei werden kontinuierlich insgesamt 661 Messwerte aus den Bereichen Wärme und Strom erfasst. Neben der Inbetriebnahme und Betriebsoptimierung werden im Rahmen des technischen Monitorings vorrangig die Energieverbräuche und -ströme innerhalb des Gebäudes betrachtet und mit Zielwerten abgeglichen. Das reale Betriebsverhalten wird durch die detaillierte Analyse der zentralen und dezentralen Komponenten überprüfbar und bewertbar. Damit können sowohl Schlüsse zur Optimierung des Betriebs als auch zur Einhaltung des angestrebten Effizienzhaus Plus-Standards aus dem technischen Monitoring gewonnen werden.



Abb. 77: Das Aktiv-Stadthaus befindet sich in zentraler Lage in Frankfurt am Main

Quelle: ABG FRANKFURT HOLDING

### 3.8.3. Energiekonzept mit Elektromobilität

Technisch basiert das Aktiv-Stadthaus auf einer wirtschaftlichen Reduzierung des Energiebedarfs und der Bereitstellung von Energie aus lokal verfügbaren Energiequellen. Eine wärme- und luftdichte Gebäudehülle sowie dezentrale mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) in den Wohnungen führen zu einem sehr geringen Heizwärmebedarf. Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine elektrische Wärmepumpe mit 120 kW thermischer Leistung, als Wärmequelle wird der nahegelegene Abwasserkanal genutzt.

Um das Ziel des Effizienzhaus Plus-Wohnhauses zu erreichen, ist zur Energieerzeugung nicht nur das Dach, sondern auch die Südfassade mit Photovoltaikmodulen belegt. Auf dem ca. 1.500 Quadratmeter großen auskragenden Pultdach befinden sich 769 hocheffiziente Module mit einem Wirkungsgrad von 20 Prozent und einer nominalen Leistung von ca. 250 kWp. Auf der Südfassade sind insgesamt 348 PV-Module mit einer Leistung von ca. 120 kWp installiert. Der jährliche Stromertrag aus den PV-Anlagen beträgt etwa 300.000 kWh/a.

Der Strom aus „eigener Produktion“ wird unter anderem in einer Li-FePo-Batterie im Untergeschoss des Hauses gespeichert. Dieser Puffer mit rund 250 kWh Kapazität dient dem Ausgleich von Angebot und Nachfrage an Elektrizität im Gebäude. Damit soll ein hoher Eigenstrom-Nutzungsanteil aus den PV-Anlagen erreicht werden. Alle Wohnungen wurden von der ABG mit besonders sparsamen Haushaltsgeräten ausgestattet.

Acht Stellplätze für Car-Sharing-Autos, davon zunächst drei Elektromobile, im Erdgeschoss des Gebäudes halten Bewohner und Car-Sharing-Kunden mobil, Vorrang hat jedoch die Fahrradmobilität, für die eingangsnah und erdgeschossig neben jedem Hauseingang im Gebäude Stellplätze zur Verfügung stehen.

Die zentrale Wohnlage spart unnötige Pendlerwege aus der Peripherie und wirkt sich positiv auf Umwelt und Wohlbefinden der Bewohner aus.

Die Wohnungen im Aktiv-Stadthaus werden mit einem auskömmlichen Budget für Heizung, Warmwasser und Elektrizität vermietet, das bereits im Mietpreis enthalten ist.<sup>1</sup>



Abb. 78: Car-Sharing als umweltfreundliche Alternative zum eigenen Auto

Quelle: ABG FRANKFURT HOLDING

<sup>1</sup> Quelle: HHS Architekten + Planer AG (2015): Aktiv-Stadthaus. Projekt-Information. Kassel

Kennwerte nach Effizienzhaus-Plus-Bewertung (DIN V 18599)  
Standort Frankfurt am Main:

• Qualität Gebäudehülle HT'	0,30 W/m <sup>2</sup> K
• Endenergiebedarf	27,1 kWh/m <sup>2</sup> a
• Primärenergiebedarf QP	65,1 kWh/m <sup>2</sup> a
• Endenergieüberschuss	+ 7,0 kWh/m <sup>2</sup> a
• Primärenergieüberschuss	23,0 kWh/m <sup>2</sup> a
• Eigennutzungsgrad PV	54 %

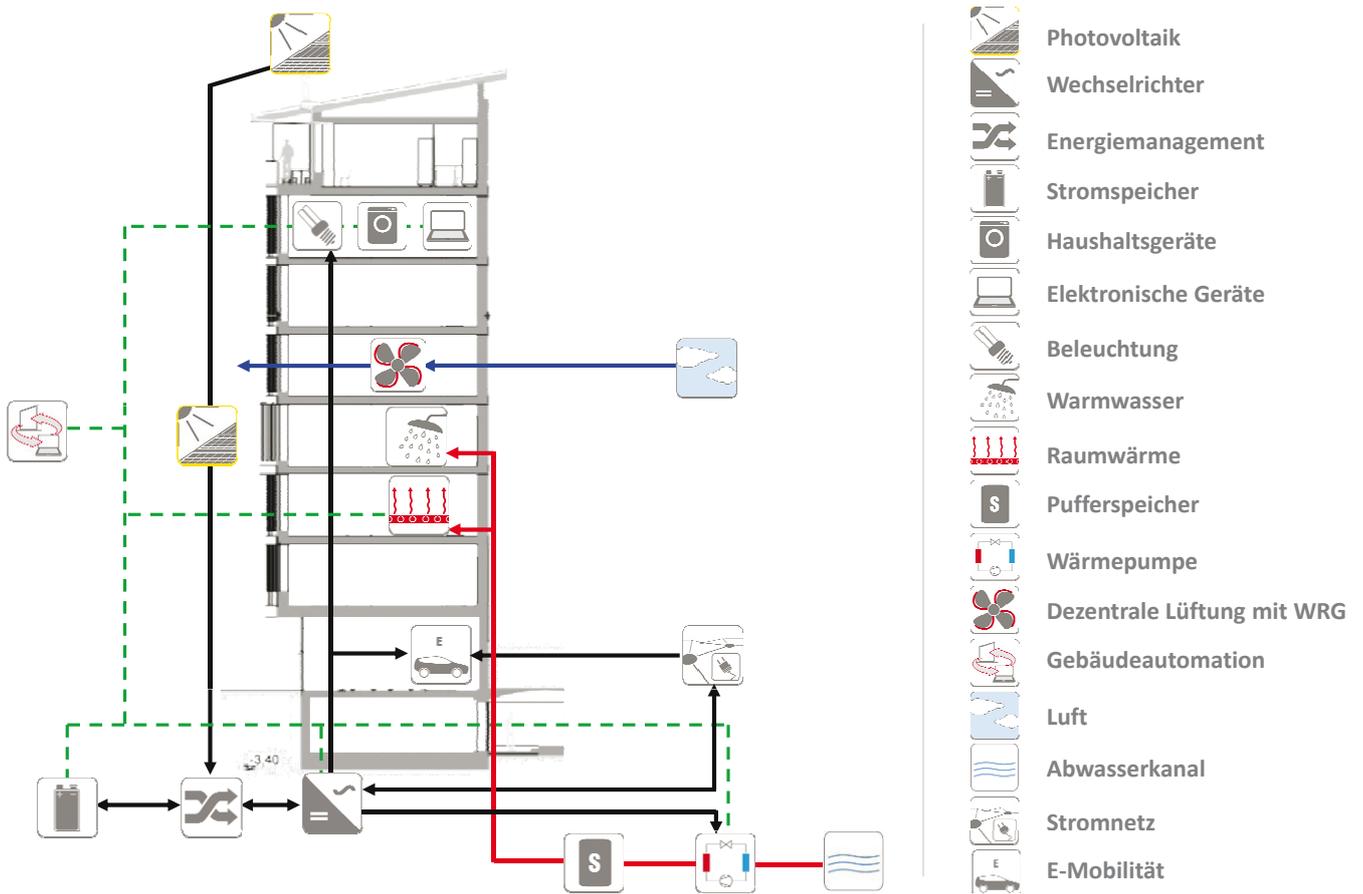


Abb. 79: Das Energiekonzept des Aktiv-Stadthauses

Quelle: Steinbeis-Transferzentrum für Energie- Gebäude- und Solartechnik

---

### 3.9 Schnittstelle Monitoring

---

Das Berliner Institut für Sozialforschung GmbH hat im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit die sozialwissenschaftliche Begleitforschung im Netzwerk „Effizienzhaus Plus-Standard“ übernommen. Hierbei stehen die Bewohner und Bewohnerinnen der Plusenergie-Häuser im Mittelpunkt. Ziel ist es, die Alltagstauglichkeit dieses Gebäudestandards unter realen Bedingungen zu testen.

Das Aktiv-Stadthaus in Frankfurt am Main ist das größte Mehrfamilienhaus, das in diesem Standard bisher in Deutschland errichtet wurde. Die Größe und die Besonderheiten, wie beispielsweise das Strom- und Wärmekontingent und die entwickelte Nutzerinterface, machen dieses Haus zu einem besonders interessanten Objekt der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung.

Alle Mieter/-innen der Mehrfamilienhäuser des Netzwerks „Effizienzhaus Plus-Standard“ werden befragt,

- welche Motive für den Bezug einer Wohnung in einem Effizienzhaus Plus relevant waren.
- welche Erwartungen und Befürchtungen beim Einzug in ein Effizienzhaus Plus bestanden,
- wie das Effizienzhaus Plus aus Nutzerperspektive in Bezug auf das Gebäude insgesamt, die Nutzerfreundlichkeit der Gebäudetechnik und die Wohnzufriedenheit wahrgenommen wird,
- wie das Umweltbewusstsein und Energienutzungsverhalten ausgeprägt ist,
- welche Änderungen von alltäglichen Gewohnheiten sich durch das Wohnen in einem Effizienzhaus Plus möglicherweise ergeben haben.

Im Aktiv-Stadthaus sind die Evaluation der Nutzerfreundlichkeit des Nutzerinterfaces, die Einschätzung der Bewohner/-innen zum Feedback ihres Energieverbrauchs und des Rankings von besonderem Interesse.

Die sozialwissenschaftliche Begleitforschung im Netzwerk „Effizienzhaus Plus-Standard“ ist als summative Evaluation angelegt und wird mit quantitativen und qualitativen Methoden durchgeführt.

---

Die Mieter und Mieterinnen im Pilotgebäude Aktiv-Stadthaus werden per Fragebogen online befragt. Zusätzlich werden bis zu zehn Interviews pro Haus durchgeführt. Diese qualitative Befragung vor Ort dient der Vertiefung von Ergebnissen aus den Fragebögen. Die Fragebögen liegen dem Endbericht bei<sup>1</sup>.

**33. Welche sind die drei wichtigsten Punkte des Hauptmenüs für Sie? (Bitte wählen Sie drei Punkte aus.)**

Sonnenstrom

Feedback

Ranking

Strom

Wärme

Aktiv-Stadthaus



**34. Welche Verbrauchsansicht nutzen Sie am liebsten?**

Jahresansicht

Wochenansicht

Detailansicht (falls Aktiv- oder Expertenmodus)

**35. Wie gut beherrschen Sie die Bedienung des „Nutzerinterface Aktiv-Stadthaus“?**

gut	eher gut	schwer zu sagen	eher schlecht	schlecht
<input type="checkbox"/>				

**36. Wenn Sie angegeben haben, dass Nutzerinterface „eher schlecht“ bzw. „schlecht“ zu beherrschen: Schildern Sie uns bitte kurz die auftretenden Probleme.**

---



---

**37. Wie finden Sie das digitale Nutzerhandbuch für das Nutzerinterface?**

hilfreich	eher hilfreich	schwer zu sagen	eher nicht hilfreich	nicht hilfreich
<input type="checkbox"/>				

**38. Wenn Sie angegeben haben, dass Sie das digitale Nutzerhandbuch „eher nicht hilfreich“ oder „nicht hilfreich“. Schildern Sie uns bitte kurz warum.**

---



---

10

Abb. 80: Auszug aus dem Fragebogen zur Einschätzung der Akzeptanz

Quelle: Siehe Anlage 3

<sup>1</sup> Siehe Anlage 3

Um die Einschätzungen zum Nutzerinterface nach längerer Nutzungsdauer erheben zu können, ist es sinnvoll im Aktiv-Stadthaus zwei weitere Erhebungszeitpunkte zu ergänzen. Sinkt das Interesse am Nutzerinterface? Steigt es? Werden die Informationen des Nutzerinterfaces in den Alltag integriert oder werden sie nach anfänglichem Interesse vollständig ignoriert? Mit dem Monitoring können auch die Einschätzungen zur Haustechnik, zum Raumklima und zum Energiesparverhalten somit im Längsschnitt untersucht werden.

Die Mieter und Mieterinnen des Aktiv-Stadthauses werden dementsprechend insgesamt drei Mal per Fragebogen online befragt. Die erste Befragung findet Ende des Jahres 2015 (KW49) statt, sodass – je nach Einzugstermin - mindestens zwei Monate Wohndauer gewährleistet sind und ausreichend viele Nutzerinterfaces in Betrieb sind. Im selben Zeitraum werden die Interviews durchgeführt (KW51)– zur Vertiefung der Fragebogenergebnisse und zur Exploration weiterer möglicher Themen für die folgenden Befragungen. Der zweite Fragebogen wird im Frühjahr 2016 (März bis Mai) erhoben. Nach sechs weiteren Monaten im Herbst 2016 (September bis November) wird der dritte Fragebogen versendet.

## 3.10 Übertragbarkeit und Markteinführung

### 3.10.1. Übertragbarkeit

Der erste Prototyp des Nutzerinterfaces erfüllt alle Ansprüche im konkreten Pilotgebäude in Frankfurt. Grundsätzlich ist es wiederum darauf ausgelegt, sich leicht auf verschiedene Gebäude anpassen zu lassen. Die Übertragbarkeit der Themen wurde bereits im Team besprochen. Im Wesentlichen können die Inhalte bei einer Adaption auf ein anderes Gebäude nahezu uneingeschränkt übernommen werden. Es sind lediglich geringfügige Abstimmungen der Begrifflichkeiten, wie beispielsweise „Sonnenstrom“ notwendig. Man könnte dann entweder auf die spezifisch genutzte Energiequelle eingehen („Windenergie verfügbar“) oder einen neutralen Terminus wählen („Ökostrom/Erneuerbarer/Grüner Strom verfügbar“).

Aufgrund des modularen Aufbaus und des konsequenten Strukturkonzeptes, sind grafische Anpassungen ohne erheblichen Aufwand umsetzbar. Änderungen wurden zum Teil bereits vorbereitet, wie etwa ein Startbildschirm für die Mobilität.

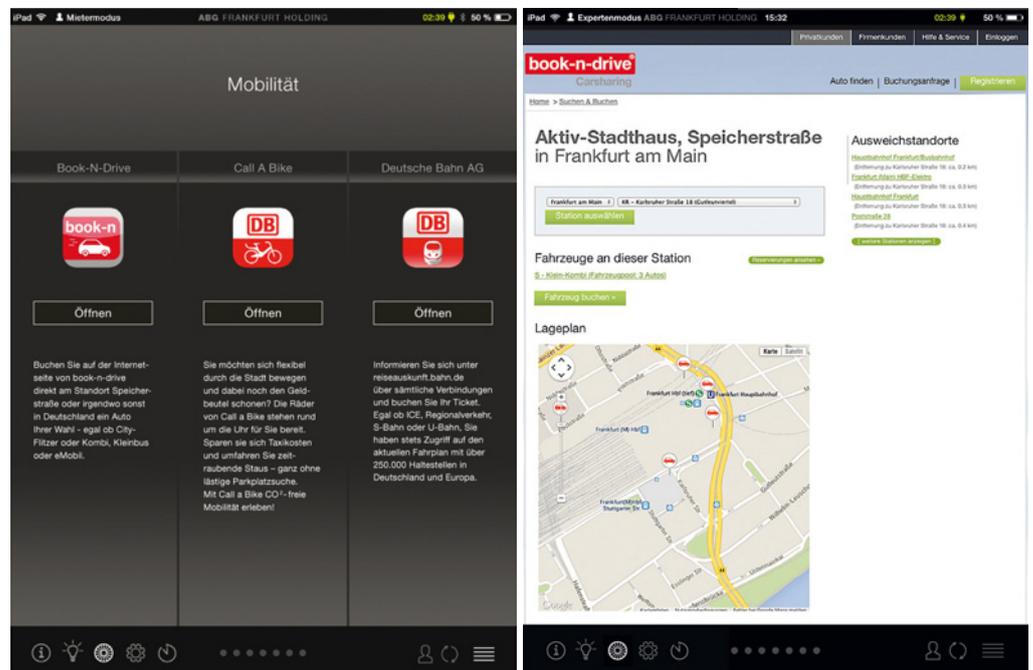


Abb. 81: Der allgemeine Mobilitäts-Screen mit verschiedenen Angeboten

Abb. 82: Im Aktiv-Stadthaus gelangt man direkt zur Webseite von book-n-drive zu den verfügbaren Autos in der Station im Erdgeschoss des Gebäudes.

Einige Visualisierungen werden direkt durch die Programmierung verändert. Die Anzahl der Striche für die Wohneinheiten beim Ranking ändert sich beispielsweise durch die Einstellungen in der Software im Hintergrund.

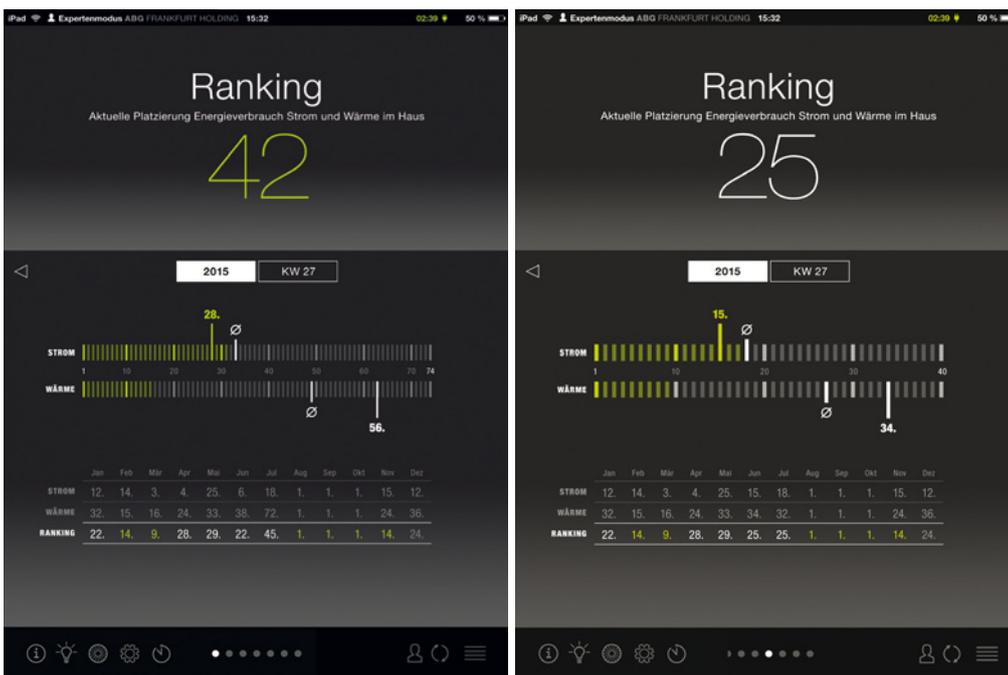


Abb. 83: Das Ranking bei 74 Wohneinheiten

Abb. 84: Das Ranking bei 40 Wohneinheiten

Im Hinblick auf unterschiedliche Eigentümerverhältnisse ist ebenfalls eine Varianz der Funktionen denkbar, wie etwa eine zusätzliche Wahlmöglichkeit der Einheiten in € nach Eingabe des Tarifs. Des Weiteren könnte in zukünftigen Projekten die Verfügbarkeit von regenerativem Eigenstrom mit dem Budget gekoppelt werden. Richtet der Bewohner seinen Stromverbrauch nach der –produktion, so würde der kWh-Betrag teilweise oder gar nicht vom Guthaben abgezogen. Damit könnte ein weiterer Anreiz geschaffen werden, sich nach der Verfügbarkeit zu orientieren. Ein Belohnungssystem wird generell als sehr sinnvoll eingeschätzt.

Hinsichtlich der Programmierung müssen drei Teilkomponenten betrachtet werden, um den Aufwand der Adaption beurteilen zu können:

- Datenerfassung
- Datenverarbeitung und –speicherung
- Datenvisualisierung

### *Datenerfassung*

Die Datenerfassung trägt die Zählerwerte zusammen und schickt sie verschlüsselt an den Server. Bei der Anpassung an andere Gebäude muss evaluiert werden, welche Schnittstellen die Geräte (Wärmezähler, Stromzähler etc.) zur Verfügung stellen. Als Basislösung bietet das Unternehmen mondayVision ein auf einer WAGO SOS aufbauendes System an, das die gebräuchlichen Schnittstellen (M-Bus, Modbus, http-Client, IEC62056 etc.) für die Datenerfassung bereitstellt. Andere Lösungen für die Datenerfassung sind ebenfalls denkbar.

Im konkreten Pilotobjekt stellt eine Gebäudeleittechnik der Firma Neuberger Gebäudeautomation GmbH die Messwerte aller Datenpunkte in einer http-Schnittstelle bereit. Ein im Haus installierter Linux-Server holt diese Daten zeitgenau ab, speichert diese bei Netzausfall und versendet sie an den zentralen Server.

### *Datenverarbeitung und –speicherung*

Diese Komponente nimmt die Rohdaten entgegen, verarbeitet sie und stellt aufbereitete, normierte Datensätze zur Verfügung. Grundsätzlich ist die Architektur der Datenbank darauf ausgelegt, beliebig viele Gebäude im System abbilden zu können. Bei der Adaption auf ein neues Objekt muss geprüft werden, inwieweit die Gebäudearchitektur mit der Datenbankarchitektur kompatibel ist. Das ist in den meisten Fällen gegeben. Die Systemarchitektur definiert das Gebäude hierarchisch an der Spitze. Darunter kann auch ein Gebäudekomplex verstanden werden. Innerhalb eines Hauses können beliebig viele Messstellen abgebildet werden, wovon jede genau einem Messgerät zugeordnet ist. Die Messgeräte können in beliebiger Zahl miteinander verschachtelt sein. Die dort gesammelten Rohdaten werden normiert, skaliert, aufbereitet und schließlich in Datenpunkten gruppiert. Sie lassen sich wiederum in Gebäudeeinheiten (Wohnungen, Büros etc.) organisieren. Zählerwechsel und damit verbundene Sprünge eines Zählerstands können so problemlos verarbeitet werden.

### *Datenvisualisierung*

Die Datenvisualisierung ist die individuellste Komponente und bei einer Adaption am gründlichsten zu betrachten. Sie wird stets als Webseite realisiert, die auch in eine Smartphone oder Tablet App eingebunden werden kann. Im Pilotgebäude werden Apple iPads eingesetzt. Dort zeigt eine App das Nutzerinterface an. Diese Lösung ist eine Entwicklung speziell für die ABG FRANKFURT HOLDING. Bei der Übertragung müssen hier Lizenzfragen mit der ABG FRANKFURT HOLDING geklärt werden. Alternativ kann auch eine Basisvisualisierung des Unternehmens mondayVision eingesetzt werden, die einige Grundinformationen bietet. Grundsätzlich sollte eine auf das Gebäude angepasste Strategie angestrebt werden, um gebäude-spezifische Eigenschaften optimal und für die Endbenutzer verständlich darstellen zu können.

Das Nutzerinterface bietet schließlich ein adäquates Grundgerüst, das einfach umsetzbare Anpassungen an zukünftige Projekte erlaubt.

### 3.10.2. Strategien der Markteinführung und Alleinstellungsmerkmale

Die Einführung eines Produktes in den Markt beeinflusst stark dessen Erfolg und sollte daher gründlich vorbereitet werden. Im Rahmen des vorliegenden Projekts werden Ansätze vorgeschlagen, die weiterführend bearbeitet werden können.

Zunächst sollte ein Bedarf am Nutzerinterface festgestellt werden. Es gibt bereits vereinzelte, kleinere Projekte, die Touchpanels zur Gebäudeautomation nutzen. Die Bewohner eines expliziten Einfamilienhauses gemäß Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität können darüber beispielsweise ihre Fenster steuern. Energieverbrauch und –ertrag werden allerdings dort nicht angezeigt, sondern müssen gesondert über eine Internetseite aufgerufen werden. Die Nutzer hätten diese Informationen direkt auf dem Touchpanel bevorzugt. Darüber hinaus konnte in diesem Projekt ein Bedarf an Feedback und Energiespartipps verzeichnet werden. Das vorliegende Nutzerinterface geht genau auf diese Bedürfnisse ein. Zwei Evaluationen (Fokusgruppe und Usability-Test) konnten bereits ein hohes Maß an Nutzerfreundlichkeit und Akzeptanz nachweisen. Die auf zwei Jahre angelegte Begleitstudie der Bewohner des Aktiv-Stadthauses durch das Berliner Institut für Sozialforschung wird weitere Interessen und Bedürfnisse identifizieren.

Die erstmalige Anwendung im Wohnungsbau mit mehreren Wohneinheiten ist ein weiteres Alleinstellungsmerkmal des Nutzerinterfaces. Der erste Einsatz im europaweit größten Plusenergie-Gebäudes Aktiv-Stadthaus kann sich in dieser Hinsicht ebenfalls begünstigend auf die Markteinführung auswirken. Gerade im Mehrfamilienhausbau liegt ein großes Potential für eindrucksvolle Ergebnisse beim Energiesparen. Der Maßstab induziert zusätzliche, entsprechende Optionen, wie beispielsweise das Ranking. Bislang beschränken sich Projekte lediglich auf die individuellen Informationen und Funktionen. Das Nutzerinterface ist das erste bekannte System, das diesbezüglich nicht in sich geschlossenen bleibt, sondern den Vergleich mit anderen Nutzungseinheiten erlaubt.

An welche Zielgruppe richtet sich das Nutzerinterface? Infolge der geplanten Anwendung in Mehrfamilienhäusern wird grundsätzlich ein breites Klientel berücksichtigt. Die zeitlose Gestaltung und die intuitive Menüführung sprechen sowohl technikbegeisterte als auch nicht technikaffine Personen an. Durch die verschiedenen Ebenen erhält jeder Bewohner den passenden Informationsgehalt, den er benötigt. Für zukünftige Projekte könnten auch zielgruppenspezifischere Ausführungen eingesetzt werden, wie beispielsweise eine eingeschränkte Version als „Kindermodus“ oder Erweiterungs-Updates mit mehr Funktionen. Im Hinblick auf differenzielle Gebäudenutzungen ist es auch vorstellbar, eine altersgerechte Fassung oder eine Version für Studenten in Wohnheimen zu entwickeln.

Welche Meinungsführer werden angesprochen? Das Nutzerinterface ist interessant für Eigentümer und Vermieter Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten. Zum einen kann der Energieverbrauch der Haushalte optimiert werden, zum anderen stellt ein solch modernes Produkt einen zusätzlichen Anreiz für potentielle Mieter oder Käufer dar. Darüber hinaus bietet das Nutzerinterface die Basis für weitere Untersuchungen an der Schnittstelle Mensch und Technik. Es ist daher ebenso interessant für Institutionen, die in diesem Gebiet forschen.

Die Entwicklung des Prototyps im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts stellt bereits eine gute Grundlage für eine Erfolg bringende Markteinführung dar: Die Nutzerfreundlichkeit und Funktionalität konnten bereits evaluiert werden und werden auch zukünftig über die nächsten zwei Jahre eingeschätzt. Die ersten kritischen Punkte bei der Programmierung konnten bereits behoben werden.

Die erstmalige Anwendung im europaweit größten Effizienzhaus Plus sorgte bereits für erste öffentlichkeitswirksame Reklame. Das Aktiv-Stadthaus gilt als eines der innovativsten Geschosswohngebäudes Europas und die ABG FRANKFURT HOLDING (Bauherr) ist die größte Wohnungsbaugesellschaft in Frankfurt. Das Nutzerinterface wird bei Veröffentlichungen oder Präsentationen zum Aktiv-Stadthaus stets mit aufgeführt. In Zukunft wird es auch als einzelnes Projekt in Fachzeitschriften und auf Messen erscheinen.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit begünstigt die Vielfalt an öffentlichkeitswirksamen Bekanntmachungen und ist als weiteres Alleinstellungsmerkmal hervorzuheben.

Testversionen, Einführungsrabatte oder eine spezielle Kundenbetreuung während der Implementierung sorgen für zusätzliche Anreize bei der Vermarktung von Komponenten des Nutzerinterfaces und sollten daher ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Angesichts der bisherigen positiven Resonanz ist ein allgemeines Interesse am Nutzerinterface zu erwarten. Es erweist sich demzufolge als sinnvoll, bereits mit einem ausführlichen Einführungsmanagement zu beginnen.



## 4. Fazit

Ein spielerisches Informationstool via Touchpanel soll Bewohner in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern beim Optimieren ihres Energieverbrauchs unterstützen. Es legt den Energieverbrauch auf Nutzer- und Gebäudeebene offen und kündigt die Verfügbarkeit von regenerativ erzeugtem Eigenstrom an. Im Gegensatz zu marktüblichen Modellen, liegt der Fokus nicht auf der Gebäudeautomation, sondern auf der Nutzerinformation.

Das interdisziplinäre Team beschäftigte sich damit, welche Daten die Nutzer benötigen, um zum Energiesparen motiviert zu werden und welche Informationen verunsichern oder kontraproduktiv sein könnten. Hinzu kam die Frage nach der Art und Weise, wie diese Informationen vermittelt werden. Die Information zu Energieverbrauch und –erzeugung auf Gebäudeebene ist beispielsweise eine wichtige Unterstützung, um den Nutzer diesbezüglich zu sensibilisieren. Eine direkte Gegenüberstellung beider Komponenten könnte entweder einen solaren Überschuss offen legen oder aber ein Defizit. Das könnte die Versorgungssicherheit in Frage stellen und die Nutzer somit beunruhigen. Die Information wurde folglich über den solaren Deckungsgrad visualisiert, der einen Wert von 0% nicht unterschreiten kann.

Eine positive, motivierende Darstellung stand bei der konzeptionellen und grafischen Ausarbeitung von Beginn an im Vordergrund. Dazu gehörte u.a. die Umwandlung des alarmierenden kräftigen Rots in ein warmes Orange. Es kommt so selten wie möglich zur Anwendung und soll den Nutzern lediglich auf eine Überschreitung des Budgets hinweisen. Ansonsten kündigt ein frisches Gelbgrün Energieeffizienz in mehreren Zusammenhängen an.

Die Essenz liegt in der Entscheidungsfreiheit. Der Bewohner kann das übermittelte Wissen nutzen und sein Verhalten danach orientieren, sofern er das selber möchte. Das Nutzerinterface bevormundet nicht durch dauerhafte Alarmierungen, Blinken oder Rotfärbungen, sondern dient vielmehr als subtile Unterstützung.

Das Nutzerinterface wurde in den Evaluierungen (Fokusgruppe, Usability-Test) in erster positiv bewertet. Sowohl Gestaltung als auch Inhalte wurden vorwiegend verstanden und gelobt. Die Möglichkeit, sich anonym mit anderen Hausbewohnern zu vergleichen und die Informationen zum solaren Deckungsanteil stießen in diesem Rahmen zunächst auf weniger Interesse als erwartet. Das Team geht von mehr Aufmerksamkeit bei den tatsächlichen Bewohnern ausgegangen.



## 5. Ausblick

Ein solch umfangreiches, komplexes und optisch ansprechendes Informationstool zum Energiemanagement setzt ein ausgewogenes Zusammenspiel verschiedener Fachdisziplinen voraus. Für zukünftige Projekte ist eine frühzeitige Einbindung in die Planungsphase zu empfehlen, um zumindest die technischen Grundlagen bereitstellen zu können.

Im nächsten Schritt sollten Methoden identifiziert werden, um das Nutzerinterface hinsichtlich einer ausgedehnteren Anwendung zu optimieren. Die Umsetzbarkeit bei Sanierungsprojekten oder dem sozialen Wohnungsbau ist zu prüfen und anzustreben.

Die Evaluierungen des Prototyps (Fokusgruppe, Usability-Test) fielen überwiegend positiv aus und die Teilnehmer können sich vorstellen, das Nutzerinterface in ihren Alltag einzubinden und es zum Energiesparen anzuwenden.

Schlussendlich ist der Erfolg stark abhängig von den individuellen Lebensstilen, die nicht generalisiert werden können. Es kann grundsätzlich von einer steigenden Nachfrage nach solchen Systemen ausgegangen werden. Die Schnittstelle zwischen Mensch und Technologie bekommt einen steigenden Stellenwert in heutigen und zukünftigen Bauprojekten. Das vorliegende Forschungsprojekt bietet eine ausbaufähige Basis für noch folgende Vorhaben, die diese Grenzfläche erforschen. Den Nutzer weiterhin intensiv mit einzubeziehen hilft dabei, noch mehr Bedürfnisse und Potentiale aufzudecken, um darauf eingehen zu können.

Die Zukunft liegt nicht im Energiesparen allein durch Automation, sondern vielmehr durch Wissenstransfer und Information.



## 6. Danksagung

Wir bedanken uns beim Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung für die Unterstützung dieses Projektes (Forschungsinitiative Zukunft Bau) und der ebenfalls fördernden Wohnungsbaugesellschaft ABG FRANKFURT HOLDING für ihre Bereitschaft zur Mitförderung.



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**



Außerdem bedanken wir uns bei den Mitgliedern des Projektbeirats für Ihre konstruktive Mithilfe während des Expertentreffens im April 2015:

Prof. i.R. Dr. Dr. h.c. Bernd Wegener  
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. phil. Johannes Busmann  
Bergische Universität Wuppertal

Rolf Uhlig  
Geschäftsführer Webolution GmbH & Co. KG

Weitere personelle und finanzielle Förderung haben wir von den hier genannten Unternehmen erhalten. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

#### *Projektleitung*

Technische Universität Darmstadt  
 Fachbereich Architektur  
 Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (FG ee)  
 Prof. Manfred Hegger  
[www.ee.tu-darmstadt.de](http://www.ee.tu-darmstadt.de)

Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ Manfred Hegger  
 M.Sc. Architektur Annetra Koch  
 Dipl.-Ing. Architekt AKBW/M.Sc. ClimaDesign Steffen Wurzbacher



TECHNISCHE  
 UNIVERSITÄT  
 DARMSTADT



#### *Ingenieursleistung*

Steinbeis-Transferzentrum Energie-,  
 Gebäude- und Solartechnik EGS  
 Prof. Dr.-Ing. Norbert Fisch  
[www.stz-egs.de](http://www.stz-egs.de)

Dr.-Ing. Boris Mahler  
 M.Sc. Tobias Nusser



#### *Programmierung*

mondayVision UG  
[www.mondayvision.de](http://www.mondayvision.de)

Dipl.-Ing. Alexander Schabel  
 Dipl.-Ing. Martin Weinschenk

monday**Vision**

#### *Grafik*

Polynox- Büro für Gestaltung  
 Lang + Hahn GbR  
[www.polynox.de](http://www.polynox.de)

Dipl.-Des. (FH) Thomas Hahn

**POLYNOX**

#### *Soziologie*

Berliner Institut für Sozialforschung  
 GmbH  
[www.bis-berlin.de](http://www.bis-berlin.de)

Dr. Eva Schulze  
 M.Sc. Anna Zirk  
 B.Sc. Anne Engler  
 M.Sc. Karoline Dietel

Berliner Institut für  
 Sozialforschung GmbH



#### *Architektur*

HHS Planer + Architekten AG  
[www.hhs.ag](http://www.hhs.ag)

Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ  
 Manfred Hegger  
 Dipl.-Ing. Architekt BDA  
 Andreas Wiege  
 Dipl.-Ing. Kai Erlenkämper

HHS

HEGGER · HEGGER · SCHLEIFF  
 ARCHITEKTEN

## 7. Abbildungsverzeichnis

*Sofern es nicht anders angegeben ist handelt es sich um eigene Abbildungen und die Rechte der verwendeten Fotos und Grafiken liegen bei der Technischen Universität Darmstadt, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen.*

---

### 7.1 Abbildungsverzeichnis

---

- Abb. 1: Der Benutzermodus befindet sich oben links in der Statusleiste
  - Abb. 2: Die Startseite des Forschungsprojekts „Aktiv-Stadthaus“  
Quelle: TU Darmstadt, FG ee: „Aktiv-Stadthaus“. S. 146. 10.08.18.7-11.31. Februar 2013
  - Abb. 3: Das Nutzerinterface im Hochformat nach dem Vorbild des „schwarzen Bretts“
  - Abb. 4: Durch die webbasierte Programmierung ist das Nutzerinterface nicht an Formate und Hersteller gebunden.  
Quelle: Polynox - Büro für Gestaltung, © Foto: Apple Inc.
  - Abb. 5: Der Displayaufbau orientiert sich unter anderen an der Wetter-App von Apple.  
Quelle: © Foto: Apple Inc.
  - Abb. 6: Im Hauptmenü sind allgemeine Informationen im Kopfbereich und eine Liste mit den Hauptmenüpunkten im Fußbereich
  - Abb. 7: Der Displayaufbau der Screens zu den Themen des Hauptmenüs.
  - Abb. 8: Der Displayaufbau der Screens zu den Themen des Untermenüs.
  - Abb. 9: Die Statusleiste befindet sich stets oben im Nutzerinterface
  - Abb. 10: Die erste Information zu „Wärme“ erscheint in der Liste im Hauptmenü (l.) und wird bei Auswahl im Kopfbereich des zugehörigen Screens angezeigt (r.).
  - Abb. 11: Die Funktionsleiste ist stets präsent im unteren Bereich des Nutzerinterfaces.
  - Abb. 12: Sonnenstrom: Der Füllstand der Pakete zeigt dem Nutzer, wie viel vom Gebäudeverbrauch voraussichtlich durch Eigenstrom abgedeckt werden kann.
  - Abb. 13: Feedback: Jedes Paket steht für einen Tag. Wurde das Budget eingehalten, ist das Paket gefüllt. Wurde das Budget überschritten, bleibt sie leer.
  - Abb. 14: Ranking: Jede Wohneinheit (WE) des Hauses ist durch ein Paket dargestellt. Die Menge an gefüllten Paketen entspricht der Anzahl der WE, die das Budget einhalten.
  - Abb. 15: Die Größe der Energiepakete orientiert sich an der bedarfsgerechten Energiemenge für den Zeitraum.
-

- Abb. 16: Einhaltung und Überschreitung des Budgets am Beispiel von Strom
- Abb. 17: Die Pegelanzeige des Verstärkers ist das grafische Vorbild für die Anzeige des Energieverbrauchs.  
Quelle: Foto: Thomas Hahn
- Abb. 18: Der Sonnenstrom-Balken ist grün, sobald mehr als 100 % des Energieverbrauchs des Gebäudes durch regenerativen Eigenstrom gedeckt wird. Bis dahin bleibt er weiß.
- Abb. 19: Die Sonnenstrom-Kurve ist grün, wenn der Nutzer im Budget bleibt. Verbraucht er mehr Energie als im Guthaben vorgesehen, ist die Kurve orange.
- Abb. 20: Das Diagramm zeigt den Deckungsgrad an Sonnenstrom für das aktuelle Jahr.
- Abb. 21: Das Hauptmenü als „schwarzes Brett“
- Abb. 22: Stecker als Symbol für die Verfügbarkeit von Eigenstrom
- Abb. 23: Die prognostizierte Verfügbarkeit an Sonnenstrom im Hauptmenü
- Abb. 24: Aktuelle und prognostizierte Verfügbarkeit von regenerativ produziertem Eigenstrom
- Abb. 25: Feedback im Hauptmenü: Die Reihenfolge der Sterne bleibt immer gleich: Strom, Heizung, Warmwasser.
- Abb. 26: Gefüllte Pakete zeigen, dass das Budget an dem jeweiligen Tag eingehalten. Mindestens vier gefüllte Pakete werden mit einem Stern belohnt.
- Abb. 27: Im Hauptmenü wird die individuelle Platzierung im Haus angezeigt.
- Abb. 28: In der oberen Grafik können die individuelle Platzierung und der Durchschnitt der Bewohner abgelesen werden. Die Tabelle darunter zeigt die persönlichen Platzierungen in den vergangenen Monaten.
- Abb. 29: Im Menü steht, wie viel vom persönlichen Jahresbudget bereits aufgebraucht ist.
- Abb. 30: Die Grafiken visualisieren verschiedene Informationen zum Verbrauch im Bezug zum Budget.
- Abb. 31: Über die Taste „Details“ kann man in der Wochenansicht den Energieverbrauch bestimmter Geräte und deren Anteil am gesamten Stromverbrauch für diese Zeitspanne abrufen.
- Abb. 32: In der Jahresansicht enthält das Detail-Fenster ebenfalls Informationen zu den Geräten im Jahr.
- Abb. 33: Im Menü wird angezeigt, wie viel der Nutzer von seinem Jahresbudget an Wärme (Heizung + Warmwasser) bereits ausgebraucht hat.

- Abb. 34: In der Jahresansicht enthält das Detail- Fenster ebenfalls Informationen zu den Geräten im Jahr.
- Abb. 35: Anders als beim Strom, steht die Detailebene, allen Nutzern zur Verfügung. Die Abbildung zeigt die Daten der 27. KW. Es handelt sich um eine Woche im Sommer, in der das Budget für die Heizenergie 0 kWh beträgt.
- Abb. 36: Die Dialogbox erscheint im Vordergrund des Screens. Die Hauptinformation bleibt im Hintergrund sichtbar. Das hier abgebildete Beispiel zeigt das Detail-Fenster für das Jahr 2015.
- Abb. 37: Auf der Startseite ist der aktuelle Deckungsgrad von regenerativem Eigenstrom am Gebäudeverbrauch abgebildet.
- Abb. 38: Die Informationen sollen beitragen zur Identifikation mit dem Haus, in dem man lebt.
- Abb. 39: Das Untermenü / Die Funktionsleiste
- Abb. 40: Drei Versionen zum Handbuch des Nutzerinterfaces: digital (l.), Poster (m.), Broschüre (r.)
- Abb. 41: Die zwei Listen im Benutzerhandbuch
- Abb. 42: Bei Wahl eines Themas wird man zu weiteren Screens geleitet (l.) und kann detaillierte Informationen abrufen (r.).
- Abb. 43: Unter Display gibt es Dokumentationen und Beschriftungen zu den Seiten des Nutzerinterfaces, z. B. zu Strom.
- Abb. 44: Die Legende zu den im Programm genutzten Icons befindet sich in der Kategorie Symbole.
- Abb. 45: In Energiekonzept sind die umgesetzten energetischen Maßnahmen des Gebäudes in Bild und Text dargestellt.
- Abb. 46: Unter Bedienung sind Hinweise zum Umgang mit einem Multi Touch Display (Tippen, Zoomen, Wischen) zu finden.
- Abb. 47: Die Nutzer des Aktivmodus können über das Display einige ihrer Geräte zeitlich programmieren. Die Bedienungsanleitung bei Gerätesteuerung unterstützt sie dabei.
- Abb. 48: Das Aktiv-Stadthaus beinhaltet Ansprechpartner und Impressum des Projekts. Des Weiteren können Wohnungsbaugesellschaften dort Broschüren oder Zeitschriften zum Gebäude hinterlegen.
- Abb. 49: Die Nutzer können Energiespartipps zu den jeweiligen Kategorien abrufen.
- Abb. 50: Der allgemeine Mobilitäts-Screen

- Abb. 51: Der Screen für das Aktiv-Stadthaus
- Abb. 52: Die Gebäudeautomation über „Profile“ wird im Projekt ergänzend betrachtet.
- Abb. 53: Manuelle Steuerung
- Abb. 54: Halbautomatische Steuerung (Smartmode)
- Abb. 55: Ein internes Mailprogramm optimiert die Kommunikation zwischen dem Eigentümer/der Hausverwaltung und dem Nutzer des Systems.
- Abb. 56: Die erste Seite des Nutzerinterfaces bei der erstmaligen Anmeldung
- Abb. 57: Das Systemdesign des Nutzerinterfaces  
Quelle: TU Darmstadt, FG ee, modifiziert nach: mondayVision
- Abb. 58: Das Systemdesign des Nutzerinterfaces für das Aktiv-Stadthaus  
Quelle: TU Darmstadt, FG ee, modifiziert nach: mondayVision
- Abb. 59: Das Trackingprogramm Piwik legt Informationen zur Anwendung des Nutzerinterfaces offen.  
Quelle: <https://piwik.ecl.d.de/index.php?module=CoreHome&action=index&idSite=1&period=day&date=yesterday#/module=Actions&action=menuGetPageTitle&idSite=1&period=day&date=yesterday>; abgerufen am: 09.12.2015
- Abb. 60: Wärme, Stand 02.02.15
- Abb. 61: Verhalten, Stand 02.02.15
- Abb. 62: Hausvergleich, Stand 02.02.15
- Abb. 63: Blauer Hintergrund, Stand 02.02.15
- Abb. 64: Grauer Hintergrund, Stand 02.02.15
- Abb. 65: Hintergrund mit Wolken, Stand 02.02.15
- Abb. 66: Feedback,  
Stand 30.03.15
- Abb. 67: Ranking,  
Stand 30.03.15
- Abb. 68: Auszug aus dem Ergebnis zum Fragebogen: 3.8.3 Fragen zum Verhalten/  
Allgemeines  
Quelle: Siehe Anlage 3
- Abb. 69: „Ich kann mir vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.“
- Abb. 70: „Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.“

- Abb. 71: „Auf dem Startbildschirm sind auf den ersten Blick alle wichtigen Informationen erkennbar.“
- Abb. 72: „Die Orientierung im System fällt leicht.“
- Abb. 73: „Ich kann mir vorstellen, meinen Umgang mit Energie den Empfehlungen meines Systems anzupassen.“
- Abb. 74: „Die Bewertung meines Energieverhaltens (mit Sternen) sehe ich als Ansporn zum Energiesparen.“
- Abb. 75: „Das Ranking zum Energieverbrauch im Haus sehe ich als Ansporn zum Energiesparen.“
- Abb. 76: Die Startseite des Forschungsprojekts „Aktiv-Stadthaus“  
Quelle: TU Darmstadt, FG ee: „Aktiv-Stadthaus“. S. 146. 10.08.18.7-11.31. Februar 2013
- Abb. 77: Das Aktiv-Stadthaus befindet sich in zentraler Lage in Frankfurt am Main  
Quelle: ABG FRANKFURT HOLDING
- Abb. 78: Car-Sharing als umweltfreundliche Alternative zum eigenen Auto  
Quelle: ABG FRANKFURT HOLDING
- Abb. 79:: Das Energiekonzept des Aktiv-Stadthauses                   Quelle: Steinbeis-Transferzentrum für Energie- Gebäude- und Solartechnik
- Abb. 80: Auszug aus dem Fragenbogen zur Einschätzung der Akzeptanz  
Quelle: Siehe Anlage 3
- Abb. 81: Der allgemeine Mobilitäts-Screen mit verschiedenen Angeboten
- Abb. 82: Im Aktiv-Stadthaus gelangt man direkt zur Webseite von book-n-drive zu den verfügbaren Autos in der Station im Erdgeschoss des Gebäudes.
- Abb. 83: Das Ranking bei 74 Wohneinheiten
- Abb. 84: Das Ranking bei 40 Wohneinheiten



## 8. Literaturverzeichnis

<https://developer.apple.com/library/ios/documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/>,  
abgerufen am: 03.12.2015

<https://piwik.ecl.d.de/index.php?module=CoreHome&action=index&idSite=1&period=day&date=yesterday#/module=Actions&action=menuGetPageTitles&idSite=1&period=day&date=yesterday>;  
abgerufen am: 09.12.2015

[http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Aktionsprogramm\\_Klimaschutz/aktionsprogramm\\_klimaschutz\\_2020\\_broschuere\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Aktionsprogramm_Klimaschutz/aktionsprogramm_klimaschutz_2020_broschuere_bf.pdf),  
abgerufen am: 11.12.2015

<http://www.bmub.bund.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/>,  
abgerufen am: 18.11.2015

HHS Architekten + Planer AG (2015): Aktiv-Stadthaus. Projekt-Information. Kassel

TU Darmstadt, FG ee: Aktiv-Stadthaus. Förderkennzeichen: 10.08.18.7-11.31. Februar 2013



---

# Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser

---

Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers  
in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

---

## Anlage 1 Benutzerhandbuch (Faltposter)

*TU Darmstadt, FB Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger*

*Polynox - Büro für Gestaltung*

Bearbeitung: Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger  
M.Sc. Annekatriin Koch  
Dipl.-Des. (FH) Thomas Hahn

Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-14.25

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.  
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**

---

## **Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser - Anlage 1**

### **Zuwendungsempfänger**

*TU Darmstadt, FB Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen*

### **Bearbeitung**

*Autoren*

*Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger*

*M.Sc. Annekatriin Koch*

*Dip.-Des. (FH) Thomas Hahn*

### **Kontakt**

*TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Manfred Hegger*

*El-Lissitzky-Straße 1*

*D-64287 Darmstadt*

*tel +49 [0]6151 16-22950*

*fax +49 [0]6151 16-22951*

*fg@ee.tu-darmstadt.de*

*koch@ee.tu-darmstadt.de*

*www.architektur.tu-darmstadt.de/ee*

### **Aktenzeichen**

*SWD-10.08.18.7-14.25*

### **Vorhabensbezeichnung**

*Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern*

### **Laufzeit des Vorhabens**

*06.10.2014 bis 15.02.2016*



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**

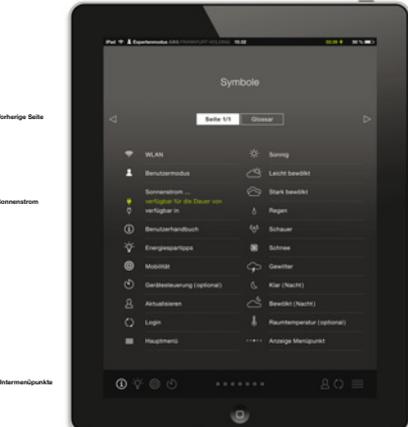
**ABG** FRANKFURT  
HOLDING  
Wir machen Räume wahr.



## NUTZERINTERFACE SYMBOLE



**Symbol Sonnenstrom**  
 Sie sehen die Verfügbarkeit jederzeit über das Sonnen-Symbol in der oberen Leiste. Das Symbol ist grün und gelb. Der Countdown erscheint ebenfalls in der Leiste. Vergleichen Sie mit einem Akku: Ist der Akku leer, wenn kein Sonnenstrom vorhanden ist. Symbol und Progress sind dann leer.



**Verhehle Seite** (left), **Nächste Seite** (right), **Sonnenstrom** (top left), **Wetter-Symbole** (top right), **Untermenüpunkte** (bottom left), **Startseite** (bottom right).

Selbst-Navigationsanzeige

## NUTZERINTERFACE HAUPTMENU

**Das Hauptmenü - Die Startseite**  
 Auf der Startseite erhalten Sie Angaben zu Datum, Uhrzeit und Wetter in den ausgewählten Menüpunkten des Inhaltsbereichs können Sie erste Verbrauchs- und Analysefunktionen ablesen.



**Wetteranzeige** mit wachsenden: Außentemperatur (optional) und links: Raumtemperatur (optional)

**Anwählbare Menüpunkte** mit Verbrauchs- und Analysefunktionen

**Startseite**

**Informationsbereich Kopfzeile**

**Informationsbereich Inhaltsbereich**

**Funktionsleiste**

## NUTZERINTERFACE UNTERMENÜ

**Benutzerhandbuch**  
 Das Handbuch bietet Ihnen Hilfe zu den Menüpunkten und Register an. Wenn Sie ein Wort des Glossars aus, so erscheint unter der Leiste eine kurze Definition. Die oberen Themen helfen Sie zu weiteren Seiten. Sie können finden Sie Beschreibungen zu den Inhalten und Darstellung der Menüpunkte. Symbole enthält ein Verzeichnis mit den Beschreibungen. Ein Gedächtnisstütze veranschaulicht die energetische Prinzip des Hauses und befindet sich bei Energieeffizienz mit dem Benutzerhandbuch. Ein Gedächtnisstütze veranschaulicht die energetische Prinzip des Hauses und befindet sich bei Energieeffizienz mit dem Benutzerhandbuch. Ein Gedächtnisstütze veranschaulicht die energetische Prinzip des Hauses und befindet sich bei Energieeffizienz mit dem Benutzerhandbuch.

**Energieeffizienz**  
 Die Energieeffizienz erhalten Sie Ratschläge, wie Sie Ihren Verbrauch senken können. Die entsprechenden Vorschläge zu den Kategorien erscheinen unterhalb der Leiste.

**Mobilität**  
 Sie werden zur Homepage von book-it-ride eingeladen und werden direkt zu den Suchergebnissen von mobiverb Autzen in der Station in Ihrem Haus. Dort stehen Ihnen acht Car-Sharing-Fahrzeuge, davon drei e-Mobils zur Verfügung.

**Bedienung**  
 Die Wohnungen der Mieter des Adalmodus sind mit der entsprechenden Technik zur Gebäudesteuerung ausgestattet. Dort lassen sich Waschmaschine, Trockner und Geschirrspülmaschine steuern programmieren.



## MENÜ SONNENSTROM

Sowohl im Hauptmenü als auch in der stets präsenten oberen Leiste erhalten Sie Auskunft über die Verfügbarkeit von Sonnenstrom aus dem Photovoltaik-Anlagen von Dach und Fassade. Sie können Ihren Verbrauch daran orientieren.



**Ebene 1 - Im Hauptmenü**

Ist Sonnenstrom vorhanden, erscheinen der Schritzbalken Sonnenstrom und die voraussichtliche Verfügbarkeitszeit (blau) in Grün. Die Zahlenwerte sind im Unterbereich mit verfügbar für die Dauer von... erreicht. Es empfiehlt sich, energieintensive Geräte in dieser Zeit zu nutzen. Ist kein Sonnenstrom vorhanden, wird der Text in Weiß dargestellt und im Unterbereich erscheint verfügbar... Die Zahlenwerte (blau) bezieht sich auf die voraussichtliche Dauer bis Sonnenstrom bereitgestellt werden kann.

## MENÜ FEEDBACK

Hier können Sie sich über Ihre Energiebudget informieren und so Ihr eigenes Energieverhalten einschätzen.



**Ebene 1 - Im Hauptmenü**

Die Sterne zeigen Ihnen, ob Sie Ihre Energiebudgets in den letzten sieben Tagen eingehalten haben. Die erste Stern steht für Strom, der zweite für Heizung und der dritte für Warmwasser. Ein neuer Stern steht für eine Überschreitung des Outdauern an mindestens vier Tagen. Wird das jeweilige Energiebudget an mindestens vier Tagen eingehalten, werden Sie mit einem grünen Stern belohnt.

## MENÜ RANKING

Über das Ranking können Sie sich auf spielerische Weise anonym mit den Bewohnern der anderen 74 Wohnungen messen. Abwärtler sind Daten von bis zu zwei zurückliegenden Jahren. Das Wertungssystem ist in der Füllhöhe des Energiebudgets.



**Ebene 1 - Im Hauptmenü**

In Hauptmenü erscheint die Platzierung aufgrund der Gesamtbilanz aus den Outdauern für Strom und Wärme. Die Budgets werden zu gleichen Teilen gewichtet.

## MENÜ STROM

Hier können Sie Ihre individuellen Verbrauchszahlen von Strom ablesen und so Ihren Bedarf einschätzen.



**Ebene 1 - Im Hauptmenü**

Die erste Information ist die anteilige Verbrauch von Ihrem Budget. Halten Sie das Budget ein ist die Zahl grün, bei Überschreitung orange. Grundgröße sind die Verbrauchswerte von Jahressbeginn oder vom Zeitpunkt des Einzugs bis zum aktuellen Zeitpunkt.

## MENÜ WÄRME

Wärme steht für den Verbrauch an Energie für Heizung und die Warmwasserbereitstellung. Sie können Ihre individuellen Verbrauchszahlen ablesen und so Ihren Bedarf einschätzen.



**Ebene 1 - Im Hauptmenü**

Hier wird der anteilige Verbrauch vom Budget angezeigt. Halten Sie das Budget ein, ist die Zahl grün, bei Überschreitung orange. Grundgröße sind die Verbrauchswerte von Jahressbeginn oder vom Zeitpunkt des Einzugs bis zum aktuellen Zeitpunkt.

## MENÜ AKTIV-STADTHAUS

Sie leben in einem Effizienzhaus Plus, in dem in der Regel mehr Energie produziert als verbraucht wird. Für den aktuellen Zeitpunkt und für das aktuelle Jahr wird Ihnen der Deckungsgrad des Ausgewogenen Sonnenstroms am Gebäudeverbrauch angezeigt.



**Ebene 1 - Im Hauptmenü**

Auf der Startseite können Sie ablesen, wie viel Prozent des Verbrauchs des Gebäudes durch Sonnenstrom gedeckt wird.



**Ebene 2 - Der Bildschirm**

Die Hauptinformation aus der Menüleiste ist dem dazugehörigen Symbol anschauen im oberen Bereich des Bildschirms. Im Feld darunter wird dargestellt, wie viel vom Verbrauch des Hauses voraussichtlich durch Sonnenstrom gedeckt werden kann. Es gibt ein Progressfeld 2h, 3h und 4h. Für eine kurzzeitige Aussage wird die Verfügbarkeit von Sonnenstrom innerhalb der nächsten zwei Stunden im Rhythmus von 15 Minuten aufgeschlüsselt. Angezeigt wird die Dauer eines bestimmten Arbeitstages, wie die darauf folgende Zahl eine stundenweise Angabe. Die 48-Stunden-Vorhersage ermöglicht längerfristige Planungen für den Eigenstromverbrauch. Zwei Tage werden hier in fünf Paketen zu je sechs Stunden gegliedert. Der Folgebalken zeigt den Deckungsgrad an Sonnenstrom in Abkürzungen von 0%, 25%, 50%, 75% oder 100% an.



**Ebene 2 - Der Bildschirm**

Die drei Sterne befinden sich nun im Kopfbereich. Das Feld 'JETZT' bildet die Wertungsbasis für die Vergleiche der Sterne. Jeder Kategorie werden jeweils sieben Punkte entsprechend der sieben Tage zugeordnet. Wird das Energiebudget an einem Tag eingehalten, wird das Punkt für den entsprechenden Tag an dem das Budget überschritten wird, bleiben ungenutzte Punkte. Am Ende der Reihe erscheint der gefüllte oder neue Stern. Unter jedem Punkt gibt es eine Prozentangabe, wie viel Sie am jeweiligen Tag vom Budget aufgebraucht haben.



**Ebene 2 - Der Bildschirm**

Die allgemeine Platzierung bildet die aktuelle Hauptinformation im Kopf präsent. Die Zahl ist grün, wenn Ihr Energieverbrauch innerhalb des Budgets liegt. Die Überschreitung des Outdauern ist die weiß. Im Inhaltsbereich werden Ihre Platzierungen für die einzelnen Outdauern dargestellt. Die 74 Tätigkeitskategorien für die 74 Wohnungen. Die Anzahl grüner Balken zeigt, wie viele Haushalte Ihr Outdauern enthalten. Ihre eigene Platzierung wird hervorgehoben, sodass Sie unmittelbar sehen, ob Sie im „grünen Bereich“ liegen. Ein Symbol bildet den Durchschnitt aller Wohnungen ab. In der Tabelle darunter kann man die Platzierungen der letzten Monate oder Tage ablesen. Sie können innerhalb der Anzeige zwischen einer Wochen- und Jahresübersicht wählen.



**Ebene 2 - Der Bildschirm**

Die Hauptinformation der Startseite wird im Kopfbereich angezeigt. Im Inhaltsbereich können Sie zunächst den Zeitraum Jahr oder Woche für die Anzeige wählen. Über die Pfeile können Sie Ihre Daten von bis zu zwei vergangenen Jahren abrufen. Darunter erscheinen zwei Balken. Sie zeigen Ihnen die Abweichung Ihres Verbrauchs vom Budget und Ihr Verbrauchswert innerhalb der gewählten Zeitperiode. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie bei 'Farbe und Grafik'.



**Ebene 2 - Der Bildschirm**

Die Hauptinformation der Startseite wird im Kopfbereich angezeigt. Im Inhaltsbereich können Sie zunächst den Zeitraum Jahr oder Woche für die Anzeige wählen. Über die Pfeile können Sie Ihre Daten von bis zu zwei vergangenen Jahren abrufen. Darunter erscheinen zwei Balken. Sie zeigen Ihnen die Abweichung Ihres Verbrauchs vom Budget und Ihr Verbrauchswert innerhalb der gewählten Zeitperiode. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie bei 'Farbe und Grafik'.



**Ebene 2 - Der Bildschirm**

Die Hauptinformation aus der Menüleiste ist dem Kopfbereich präsent. Im oberen rechten Feld des Inhaltsbereichs können Sie den Zeitpunkt der Messung ablesen. Die erste Grafik zeigt Ihnen, wie viel vom aktuellen Energieverbrauch des Gebäudes durch Sonnenstrom gedeckt werden kann. Die Komponente gibt es an Energieprodukt. Das obere Feld ist entsprechend der zur aktuellen Stunde gelieferten Menge Sonnenstrom in Kilowatt (kW). Der Inhalt des darunter liegenden grauen Balken stellt den aktuellen Verbrauch des Hauses in kW. Der entstehende Balken für Sonnenstrom ist rot und zeigt, solange die Deckung bis 99% erreicht wird. Überlagert die aktuelle solare Produktion den Verbrauch, fallen sich diese Füllung und die Zahlen grün. Das Diagramm darunter veranschaulicht den Verlauf des solaren Deckungsgrads für das aktuelle Jahr.

## NUTZERINTERFACE FARBE UND GRAFIK

**Die Farbgebung**  
 Die Farbgebung bildet Ihnen eine erste Information zum folgenden Inhalt. Begriffe oder Darstellungen in Orange und Rot signalisieren, dass das Budget überschritten wurde. Die grüne Farbe steht für Energieeffizienz und ist in mehreren Zusammenhängen auf „Sonnenstrom“ und die bauphysikalische auf Zeiträume hin, in denen Hausgenerierter Strom aus der Photovoltaik-Anlage vorhanden ist. Grün Outdauern und Texte bei „Strom“ oder „Wärme“ zeigen unmittelbar, dass Sie Ihr Budget einhalten.

**Die Energiepakete bei Strom und Wärme**  
 In der ersten Grafik gibt es ein Ausmaß (Jahre) Woche jeweils zwölf Monate oder sieben Tagespakete für den IST-Verbrauch und für das Budget. Die Grafik entspricht der bauphysikalischen Energieerzeugung für den jeweiligen Tag oder Monat. Der Stromverbrauch bildet während des Jahres überlagert gleich, dementsprechend sind die Energiepakete bei „Strom“ gleich groß. Bei „Wärme“ sind die Monatspakete im Sommer kleiner, weil in dieser Zeit wenig bis gar nicht geheizt werden muss.

**Das Budget wird eingehalten**  
 Benötigen Sie weniger Energie als die Menge, die für Ihre Wohnungsverbraucher berechnet wurde, sind einige Balken und Darstellungen auf dieser Seite grün angelegt. Die grüne Füllung der Energiepakete des IST-Verbrauchs überschreitet nicht die weiß-Darstellung.

**Das Budget wird überschritten**  
 Benötigen Sie mehr Energie als die Menge, die für Ihre Wohnungsverbraucher berechnet wurde, sind einige Balken und Darstellungen auf dieser Seite orange angelegt. Die orangefarbene Füllung der Energiepakete des IST-Verbrauchs überschreitet die weiß-Darstellung. Sie bekommen so unmittelbar die Gasgefahr. Ihren Verbrauch zu senken und können zusätzliche Kosten beim Strom vermeiden.

**Der historische Verlauf**  
 Die Pakete zeigen Ihnen, ob Sie Ihre Energiebudgets in den letzten sieben Tagen eingehalten haben. Die grüne Linie ist der Grenzwert des Budgets für den jeweiligen Zeitraum. Die orangefarbene Linie zeigt den tatsächlichen Verbrauch. Die weiß-Darstellung zeigt den Grenzwert des Budgets für den jeweiligen Zeitraum. Die Grafik zeigt Ihnen die Abweichung Ihres Budgets vom Budget und Ihr Verbrauchswert innerhalb der von Ihnen bestimmten Zeitperiode. Schließen Sie Ihren Verbrauch an, so sehen Sie dessen Erfolg anhand des Schablonen.



**Ebene 3 - Details Jahresansicht**



**Ebene 3 - Details Jahresansicht**



**Ebene 3 - Details Jahresansicht**



**Ebene 3 - Details Jahresansicht**

---

# Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser

---

Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers  
in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

---

## Anlage 2 Benutzerhandbuch (Broschüre)

*TU Darmstadt, FB Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger*

*Polynox - Büro für Gestaltung*

Bearbeitung: Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger  
M.Sc. Annekatriin Koch  
Dipl.-Des. (FH) Thomas Hahn

Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-14.25

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.  
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**

---

## **Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser - Anlage 2**

### **Zuwendungsempfänger**

*TU Darmstadt, FB Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen*

### **Bearbeitung**

*Autoren*

*Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger*

*M.Sc. Annekatriin Koch*

*Dipl.-Des. (FH) Thomas Hahn*

### **Kontakt**

*TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Manfred Hegger*

*El-Lissitzky-Straße 1*

*D-64287 Darmstadt*

*tel +49 [0]6151 16-22950*

*fax +49 [0]6151 16-22951*

*fg@ee.tu-darmstadt.de*

*koch@ee.tu-darmstadt.de*

*www.architektur.tu-darmstadt.de/ee*

### **Aktenzeichen**

*SWD-10.08.18.7-14.25*

### **Vorhabensbezeichnung**

*Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern*

### **Laufzeit des Vorhabens**

*06.10.2014 bis 15.02.2016*

# NUTZERINTERFACE AKTIV-STADTHAUS **BENUTZERHANDBUCH**



# NUTZERINTERFACE ALLGEMEIN

## Einleitung

Sie leben in einem Effizienzhaus Plus Mehrfamilienhaus. Das Gebäude erzeugt mehr Energie als es verbraucht. Ihre Kosten für Heizung und Warmwasser sind bis zum 31.12.2020 in der Kaltmiete enthalten. Zusätzlich bekommen Sie ein Energieguthaben, das auf die Größe Ihrer Wohnung abgestimmt ist. Ihre Wohnung ist mit einem Tablet ausgestattet, über das Sie ablesen können, wie sich Ihr Energieverbrauch entwickelt, wie er sich zu Ihrem Energiebudget verhält oder wann Sonnenstrom verfügbar ist. Darüber hinaus gibt es noch viele weitere Informationen zu Ihrem Zuhause.

Auf den nächsten Seiten erhalten Sie Beschreibungen zu den Bildschirmen. Nach einer kurzen Einführung folgt eine übersichtliche Gliederung in drei Ebenen. In *Ebene 1* wird die Anzeige des jeweiligen Menüpunkts der Startseite erklärt. *Ebene 2* bezieht sich auf die Hauptansicht des jeweils ausgewählten Bildschirms. Bei einigen Seiten können weiterführende Informationen abgerufen werden. Die Erläuterung finden Sie im Abschnitt *Ebene 3*.



Multi Touch – Tippen, Zoomen und Wischen

## Bedienung – Multi Touch

Das Nutzerinterface lässt sich einfach bedienen: *Tippen* Sie zur Auswahl das gewünschte Bedienelement an, *Wischen* Sie mit mehreren Fingern den Bildschirm nach links oder rechts, um zum nächsten Menüpunkt zu gelangen oder *Zoomen* Sie eine Grafik mit zwei Fingern größer oder kleiner.

## Aufbau des Displays

Der Bildschirm ist in drei Teile gegliedert. Der größte in der Mitte stellt den Informationsbereich dar. Oben und unten befinden sich die Status- und die Funktionsleiste.

## Statusleiste

Die stets präsente Statusleiste beinhaltet allgemeine Informationen zur WLAN-Verbindung und zum Akkuladestand des Tablets. Hinzu kommt die Anzeige Ihres Modus (Mieter, Experte oder Aktiv). Jedes System bietet verschiedene Funktionstiefen. Der grüne/weiße Netzstecker gibt Auskunft über die Verfügbarkeit von Sonnenstrom aus der hauseigenen Photovoltaik-Anlage.

## Informationsbereich

### Kopfbereich

Im Kopfbereich befindet sich stets die Hauptinformation, die Sie bereits in der Menüleiste ablesen konnten.

### Inhaltsbereich

Im Inhaltsbereich wird die Information aus dem Hauptmenü bzw. aus dem Kopf durch Grafiken und Diagramme detailliert veranschaulicht.

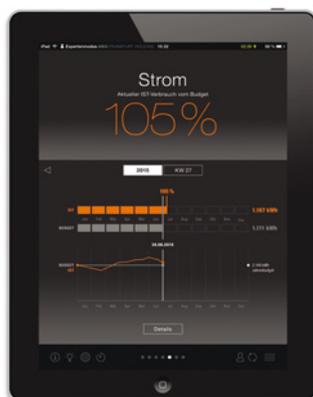
## Untermenü

Das Untermenü ist auf jedem Bildschirm verfügbar. Über die Symbole in dieser Leiste gelangen Sie zu weiteren Informationen und Funktionen. Sie finden dort unter anderem ein Handbuch, können über die Internetseite von book-n-drive Autos mieten oder erhalten Tipps zum Energiesparen. Die grauen Punkte dienen der Navigation zwischen den jeweiligen Bildschirmen. Alternativ zum Drücken der Menüthemen, können Sie so auch durch *Wischen* der Bildschirme die verschiedenen Seiten erreichen. Der entsprechende Punkt zur angezeigten Seite erscheint in Weiß. Eine Liste zur Erklärung der Zeichen finden Sie unter *Symbole*.

Ebene 1 – Hauptmenü



Ebene 2 – Bsp. „Strom“



Ebene 3 – Bsp. „Strom- Details“

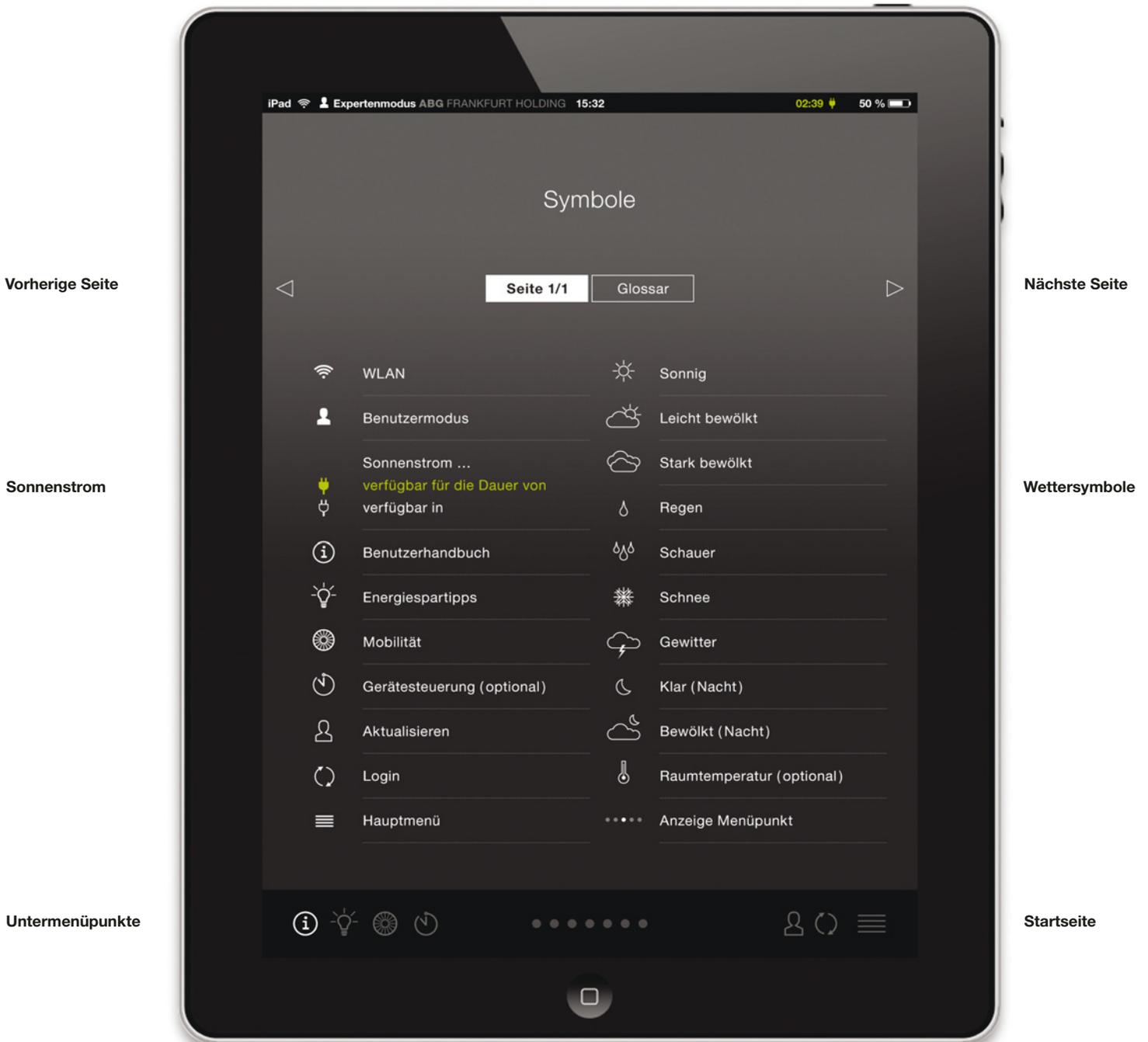


# NUTZERINTERFACE SYMBOLE



## Symbol Sonnenstrom

Sie sehen die Verfügbarkeit jederzeit über das Stecker-Symbol in der oberen Leiste. Steht Sonnenstrom bereit, ist dieser grün und gefüllt. Der Countdown erscheint ebenfalls in Grün. Vergleichbar mit einem Akku ist der Stecker leer, wenn kein Sonnenstrom vorhanden ist. Symbol und Prognose sind dann weiß.



Vorherige Seite

Nächste Seite

Sonnenstrom

Wettersymbole

Untermenüpunkte

Startseite

Seiten-Navigationsanzeige

# NUTZERINTERFACE HAUPTMENÜ

## Das Hauptmenü – Die Startseite

Auf der Startseite erhalten Sie Angaben, zu Datum, Uhrzeit und Wetter. In den anwählbaren Menüpunkten des *Inhaltsbereichs* können Sie erste Verbrauchs- und Analysedaten ablesen.

**Wetteranzeige**  
mit rechts:  
*Außentemperatur*  
und links:  
*Raumtemperatur*  
(optional)

**Anwählbare  
Menüpunkte**  
mit Verbrauchs-  
und Analysedaten



Statusleiste

Informationsbereich  
Kopfzeile

Informationsbereich  
Inhaltsbereich

Funktionsleiste



Weiterführende Informationen zu allen Menüpunkten finden Sie auf den nächsten Seiten.



# MENÜ SONNENSTROM

Sowohl im Hauptmenü als auch in der stets präsenten oberen Leiste erhalten Sie Auskunft über die Verfügbarkeit von Sonnenstrom aus den Photovoltaik-Anlagen von Dach und Fassade. Sie können Ihren Verbrauch daran orientieren.



Ebene 1 – Im Hauptmenü

Ist Sonnenstrom vorhanden, erscheinen der Schriftzug *Sonnenstrom* und die voraussichtliche Verfügbarkeit (hh:mm) in Grün. Die Zeitspanne wird im Untertitel mit *verfügbar für die Dauer von...* erklärt. Es empfiehlt sich, energieintensive Geräte in dieser Zeit zu nutzen. Ist kein Sonnenstrom vorhanden, wird der Text in Weiß dargestellt und im Untertitel erscheint *verfügbar in...*. Die Zeitangabe (hh:mm) bezieht sich auf die voraussichtliche Dauer bis Sonnenstrom bereitgestellt werden kann.



Ebene 2 – Der Bildschirm

Die Hauptinformation aus der Menüliste und dem dazugehörigen Symbol erscheinen im oberen Bereich des Bildschirms. Im Feld darunter wird dargestellt, wie viel vom Verbrauch des Hauses voraussichtlich durch Sonnenstrom gedeckt werden kann. Es gibt drei Prognosezeiträume: 2h, 8h und 48h. Für eine kurzzeitige Aussage wird die Verfügbarkeit von Sonnenstrom innerhalb der nächsten zwei Stunden im Rhythmus von 15 Minuten aufgeschlüsselt. Abgestimmt auf die Dauer eines 8-stündigen Arbeitstages, wird die darauf folgende Zeitspanne stundenweise gezeigt. Die 48-Stunden-Vorhersage ermöglicht längerfristige Planungen für den Eigenstromverbrauch. Zwei Tage werden hier in acht Pakete zu je sechs Stunden gegliedert. Der Füllgrad der Pakete gibt den Deckungsgrad an Sonnenstrom in Abstufungen von 0%, 25%, 50%, 75% oder 100% an.

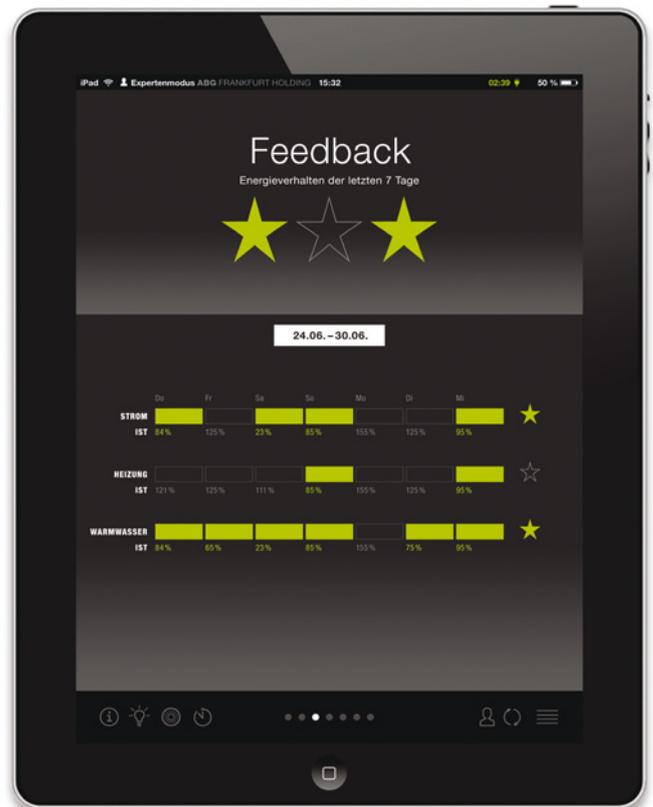
# MENÜ FEEDBACK

Hier können Sie sich über Ihr Energiebudget informieren und so Ihr eigenes Energieverhalten einschätzen.



Ebene 1 – Im Hauptmenü

Die Sterne zeigen Ihnen, ob Sie Ihre Energiebudgets in den letzten sieben Tagen eingehalten haben. Der erste Stern steht für Strom, der zweite für Heizung und der dritte für Warmwasser. Ein leerer Stern steht für eine Überschreitung des Guthabens an mindestens vier Tagen. Wird das jeweilige Energiebudget an mindestens vier Tagen eingehalten, werden Sie mit einem grünen Stern belohnt.



Ebene 2 – Der Bildschirm

Die drei Sterne befinden sich nun im Kopfbereich. Das Feld „IST“ bildet die Wertungsgrundlage für die Vergabe der Sterne. Jeder Kategorie werden jeweils sieben Pakete entsprechend der sieben Tage zugeordnet. Wird das Energieguthaben an einem Tag eingehalten, wird das Paket grün dargestellt. Tage, an denen das Budget überschritten wird, bleiben ungefüllte weiße Rahmen. Am Ende der Reihe erscheint der gefüllte oder leere Stern. Unter jedem Paket gibt es eine Prozentangabe, wie viel Sie am jeweiligen Tag vom Budget aufgebraucht haben.

# MENÜ RANKING

Über das Ranking können Sie sich auf spielerische Weise anonym mit den Bewohnern der anderen 73 Wohnungen messen. Abrufbar sind Daten von bis zu zwei zurückliegenden Jahren. Das Wertungskriterium ist der Erfüllungsgrad des Energiebudgets.



Ebene 1 – Im Hauptmenü

Im Hauptmenü erscheint die Platzierung aufgrund der Gesamtbilanz aus den Guthaben für Strom und Wärme. Die Budgets werden zu gleichen Teilen gewichtet.

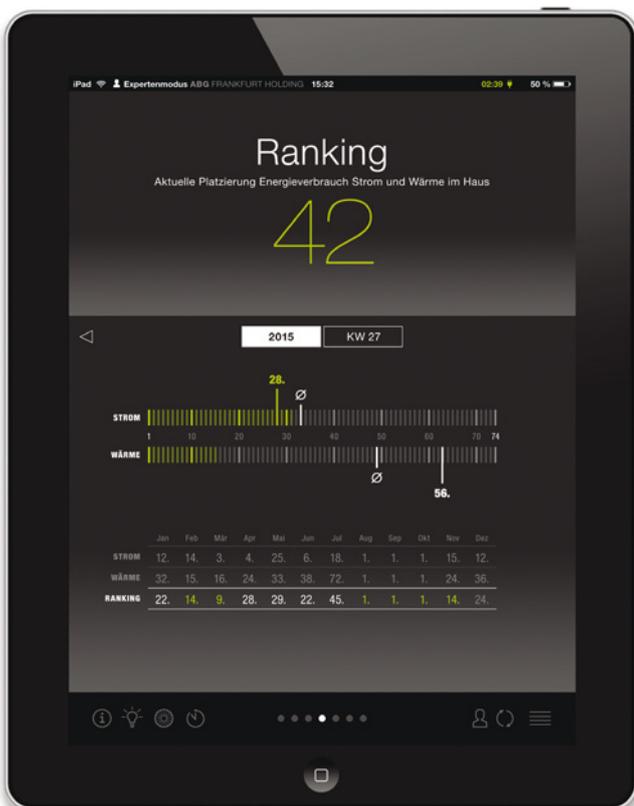
# MENÜ STROM

Hier können Sie Ihre individuellen Verbrauchszahlen vom Strom ablesen und so Ihren Bedarf einschätzen.



Ebene 1 – Im Hauptmenü

Die erste relevante Information ist der anteilige Verbrauch von Ihrem Budget. Halten Sie das Budget ein ist die Zahl grün, bei Überschreitung orange. Grundlage sind die Verbrauchswerte vom Jahresbeginn oder vom Zeitpunkt des Einzugs bis zum aktuellen Zeitpunkt.



Ebene 2 – Der Bildschirm

Die allgemeine Platzierung bleibt als aktuelle Hauptinformation im Kopf präsent. Die Zahl ist grün, wenn Ihr Energieverbrauch innerhalb des Budgets liegt. Bei Überschreitung des Guthabens ist sie weiß. Im Inhaltsbereich werden Ihre Platzierungen für die einzelnen Guthaben dargestellt. Die 74 Teilstriche stehen für die 74 Wohnungen. Die Anzahl grüner Streifen zeigt, wie viele Haushalte ihr Guthaben einhalten. Ihre eigene Platzierung wird hervorgehoben, sodass Sie unmittelbar sehen, ob Sie im „grünen Bereich“ liegen. Ø-Symbole bilden den Durchschnitt aller Wohnungen ab. In der Tabelle darunter kann man die Platzierungen der letzten Monate oder Tage ablesen. Sie können innerhalb der Anzeige zwischen einer Wochen- und Jahresdarstellung wählen.



Ebene 2 – Der Bildschirm

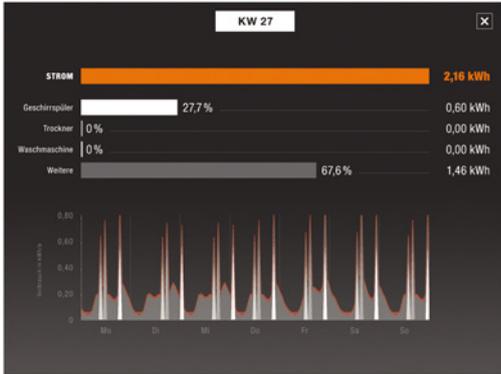
Die Hauptinformation der Startseite wird im Kopfbereich angezeigt. Im Inhaltsbereich können Sie zunächst den Zeitraum Jahr oder Woche für die Anzeige wählen. Über die Pfeile können Sie Ihre Daten von bis zu zwei vergangenen Jahren abrufen. Darunter erscheinen zwei Grafiken. Sie zeigen die Abweichung Ihres Verbrauchs vom Budget und Ihr Verbrauchsverhalten innerhalb der gewählten Zeitspanne. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie bei „Farbe und Grafik“.

Ebene 3 – Fortsetzung Seite 8

# MENÜ STROM

FORTSETZUNG

Hier finden Sie weiterführende Verbrauchszahlen zum Strom, die Ihnen helfen Ihren Bedarf einschätzen.



**Ebene 3 – Details**  
Wochenansicht

# MENÜ WÄRME

Wärme steht für den Verbrauch an Energie für Heizung und die Warmwasserbereitstellung. Sie können Ihre individuellen Verbrauchszahlen ablesen und so Ihren Bedarf einschätzen.



**Ebene 1 – Im Hauptmenü**

Hier wird der anteilige Verbrauch vom Budget angezeigt. Halten Sie das Budget ein, ist die Zahl grün, bei Überschreitung orange. Grundlage sind die Verbrauchswerte vom Jahresbeginn oder vom Zeitpunkt des Einzugs bis zum aktuellen Zeitpunkt.



**Ebene 3 – Details**  
Jahresansicht



**Ebene 2 – Der Bildschirm**

Haben Sie den Experten- oder Aktivmodus, gelangen Sie über die Detail-Taste im unteren Bereich zu einer Aufschlüsselung Ihrer Verbrauchswerte von einzelnen Geräten für den gewählten Betrachtungszeitraum. Der obere grüne/orange-ne Balken stellt den absoluten Stromverbrauch dar. Mit etwas Abstand und in Graustufen folgen darunter die messbaren Bestandteile, aus denen sich Ihr Konsum an elektrischer Energie zusammensetzt. Direkt im Anschluss an die Balken steht deren Anteil am Gesamtstrom in Prozent. Daneben werden die Verbräuche zusätzlich in Kilowattstunden (kWh) angegeben. Im unteren Bereich des Fensters gibt es eine Verlaufsgrafik, in der alle Bestandteile als graue gestapelte Flächen und der Gesamtstrom als farbige oben abschließende Kurve dargestellt sind. Über das „X“ oben rechts können Sie diese Ansicht wieder verlassen.

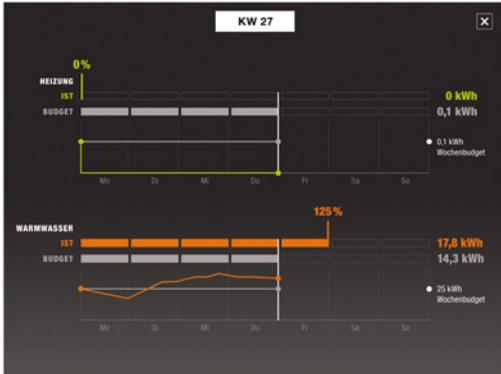
Die Hauptinformation der Startseite wird im Kopfbereich angezeigt. Im Inhaltsbereich können Sie zunächst den Zeitraum Jahr oder Woche für die Anzeige wählen. Über die Pfeile können Sie Ihre Daten von bis zu zwei vergangenen Jahren abrufen. Darunter erscheinen zwei Grafiken. Sie zeigen Ihnen die Abweichung Ihres Verbrauchs vom Budget und Ihr Verbrauchsverhalten innerhalb der gewählten Zeitspanne. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie bei „Farbe und Grafik“.

**Ebene 3 – Fortsetzung Seite 9**

# MENÜ WÄRME

FORTSETZUNG

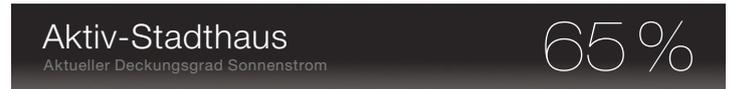
Hier finden Sie weiterführende Verbrauchszahlen für Heizung und Warmwasserbereitstellung, die Ihnen helfen Ihren Bedarf einschätzen.



Ebene 3 – Details  
Wochenansicht

# MENÜ AKTIV-STADTHAUS

Sie leben in einem Effizienzhaus Plus, in dem in der Regel mehr Energie produziert als verbraucht wird. Für den aktuellen Zeitpunkt und für das aktuelle Jahr wird Ihnen der Deckungsgrad des hauseigenen produzierten Sonnenstroms am Gebäudeverbrauch angezeigt.



Ebene 1 – Im Hauptmenü

Auf der Startseite können Sie ablesen, wie viel Prozent des Verbrauchs des Gebäudes durch Sonnenstrom gedeckt wird.



Ebene 3 – Details  
Jahresansicht



Ebene 2 – Der Bildschirm

Über die Detail-Taste gelangen Sie zu einer Aufschlüsselung Ihrer Verbrauchswerte für Heizung und Wassererwärmung. Sie sehen für jeden Bestandteil die bekannten Darstellungen als Balken- und Verlaufsgrafik.

Die Hauptinformation aus der Menüliste bleibt im Kopfbereich präsent. Im oberen weißen Feld des Inhaltsbereichs können Sie den Zeitpunkt der Messung ablesen. Die erste Grafik zeigt Ihnen, wie viel vom aktuellen Energieverbrauch des Gebäudes durch Sonnenstrom gedeckt werden kann. Je Komponente gibt es ein Energiepaket. Das obere füllt sich entsprechend der zur aktuellen Stunde geleisteten Menge Sonnenstrom in Kilowatt (kW). Der Inhalt des darunter liegenden grauen wächst gemäß dem aktuellen Verbrauch des Hauses in kW. Der entstehende Balken für Sonnenstrom ist neutral weiß, solange eine Deckung bis 99% erreicht wird. Übersteigt die aktuelle solare Produktion den Verbrauch, färben sich diese Füllungen und die Zahlen grün. Das Diagramm darunter veranschaulicht den Verlauf des solaren Deckungsgrads für das aktuelle Jahr.

# NUTZERINTERFACE FARBE UND GRAFIK

Energiepakete im Jahr – „Strom“



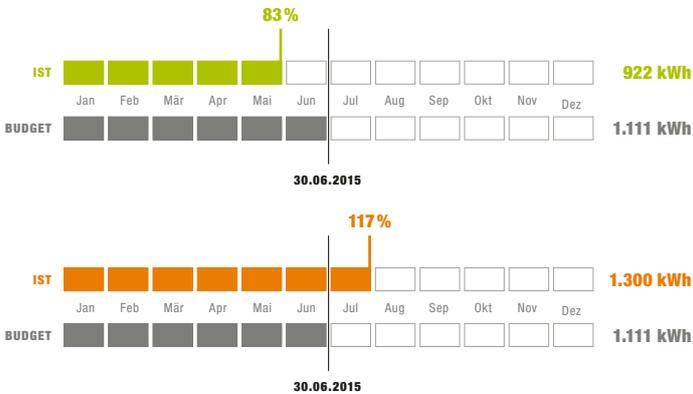
Energiepakete im Jahr – „Wärme“



Energiepakete in der Woche – „Strom“ und „Wärme“



Einhaltung/Überschreitung des Budgets – Beispiel „Strom“



## Die Farbkodierung

Die Farbkodierung bietet Ihnen eine erste Information zum folgenden Inhalt. Begriffe oder Darstellungen in Orange sind ein Signal dafür, dass das Budget überschritten wurde. Die grüne Farbe steht für Energieeffizienz und tritt in mehreren Zusammenhängen auf. Bei „Sonnenstrom“ weist sie beispielsweise auf Zeiträume hin, in denen hauseigener Strom aus der Photovoltaik-Anlage vorhanden ist. Grüne Grafiken und Texte bei „Strom“ oder „Wärme“ zeigen unmittelbar, dass Sie Ihr Budget einhalten.

## Die Energiepakete bei Strom und Wärme

In der ersten Grafik gibt es je nach Auswahl (Jahr/ Woche) jeweils zwölf Monats- oder sieben Tagespakete für den IST-Verbrauch und für das Budget. Ihre Größe entspricht der bedarfsgerechten Energiemenge für den jeweiligen Tag oder Monat. Der Stromverbrauch bleibt während des Jahres überwiegend gleich. Dementsprechend sind die Energiepakete bei „Strom“ gleich groß. Bei „Wärme“ sind die Monatspakete im Sommer schmaler, weil in dieser Zeit wenig bis gar nicht geheizt werden muss.

Die Pakete neben *IST* füllen sich gemäß Ihrem realen Energieverbrauch. Die Füllung der Energiepakete bei *BUDGET* wächst nach rechts entsprechend dem hinterlegten Guthaben in Grau. Ihr Verhalten hat darauf keinen Einfluss. Die weiße, durchgezogene Datumslinie befindet sich stets am Ende der Budget-Füllung und zeigt Ihnen unmittelbar die Abweichung von *IST* zu *BUDGET*.

## Das Budget wird eingehalten

Benötigen Sie weniger Energie als die Menge, die für Ihre Wohnungsgröße berechnet wurde, sind einige der Texte und Darstellungen auf dieser Seite grün eingefärbt. Die grüne Füllung der Energiepakete des IST-Verbrauchs überschreitet nicht die weiße Datumslinie.

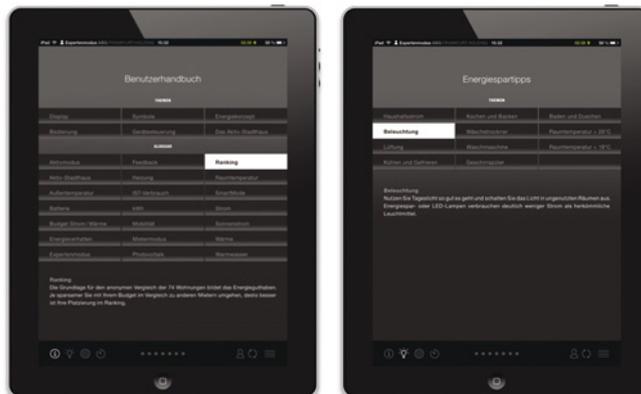
## Das Budget wird überschritten

Benötigen Sie mehr Energie als die Menge, die für Ihre Wohnungsgröße berechnet wurde, sind einige der Texte und Darstellungen auf dieser Seite orange eingefärbt. Die orangene Füllung der Energiepakete des IST-Verbrauchs überschreitet die weiße Datumslinie. Sie bekommen so unmittelbar die Gelegenheit, Ihren Verbrauch zu senken und können zusätzliche Kosten beim Strom vermeiden.

## Der historische Verlauf

Auf den Seiten zu „Strom“ und „Wärme“ gibt es im unteren Bereich ein Verlaufdiagramm. Die gerade, graue Linie ist der Grenzwert des Budgets für den gewählten Zeitraum (Jahr/Woche) und liegt immer bei 100%. Die farbige (grün/orange) Kurve verläuft entsprechend Ihres realen Verbrauchs. Die weiße, durchgezogene Linie gibt das aktuelle Datum an. Rechts neben der Grafik erscheint das Gesamtbudget für den gewählten Zeitraum. Die Grafik zeigt Ihnen die Abweichung Ihres Bedarfs vom Budget und Ihr Verbrauchsverhalten innerhalb der von Ihnen bestimmten Zeitspanne. Schränken Sie Ihren Verbrauch ein, so sehen Sie diesen Erfolg anhand des Schaubilds.

# NUTZERINTERFACE TEAM



## Förderstelle

Forschungsinitiative Zukunft Bau

Inken Pfrengle  
Helga Kühnhenrich

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung  
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

## Projektleitung

Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ Manfred Hegger,  
M. Sc. Architektur Annekatriin Koch,  
Dipl.-Ing. Architekt AKBW/M.Sc. ClimaDesign Steffen Wurzbacher

Technische Universität Darmstadt,  
Fachbereich Architektur,  
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (FG ee),  
Prof. Manfred Hegger  
[www.ee.tu-darmstadt.de](http://www.ee.tu-darmstadt.de)

## Ingenieursleistung

Dr.-Ing. Boris Mahler, M. Sc. Tobias Nusser

Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik,  
Prof. Dr.-Ing. Norbert Fisch  
[www.stz-egs.de](http://www.stz-egs.de)

## Programmierung

Dipl.- Ing. Alexander Schabel, Dipl.- Ing. Martin Weinschenk

mondayVision UG  
[www.mondayvision.de](http://www.mondayvision.de)

## Gestaltung

Thomas Hahn

Polynox – Büro für Gestaltung  
[www.polynox.de](http://www.polynox.de)

## Soziologie

Dr. Eva Schulze, M. Sc. Anna Zirk, B. Sc. Anne Engler

Berliner Institut für Sozialforschung GmbH  
[www.bis-berlin.de](http://www.bis-berlin.de)

## Architektur

Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ Manfred Hegger,  
Dipl.-Ing. Architekt BDA Andreas Wiege, Dipl.-Ing. Kai Erlenkämper

HHS Planer + Architekten AG  
[www.hhs.ag](http://www.hhs.ag)

## Bauherr/Drittmittelgeber

Frank Junker, Jürgen Braun, Jürgen Wagner

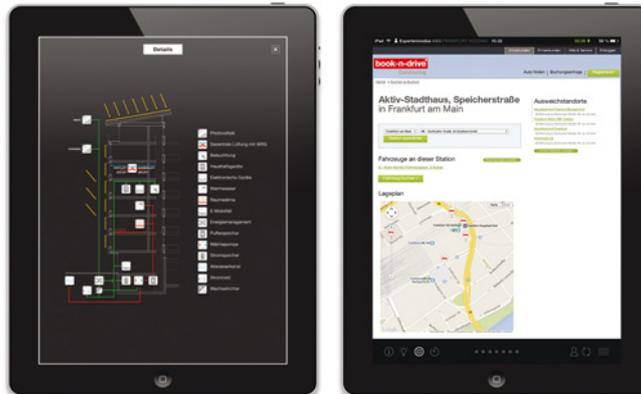
ABG FRANKFURT HOLDING  
Wohnungsbau- und Beteiligungsgesellschaft mbH  
[www.abg-fh.com](http://www.abg-fh.com)

## Wissenschaftlicher Beirat

Prof. i.R. Dr. Dr. h.c. Bernd Wegener  
Prof. Dr. phil. Johannes Busmann  
Rolf Uhlig

Humboldt-Universität zu Berlin  
Bergische, Universität Wuppertal  
Geschäftsführer Webolution GmbH & Co. KG

# NUTZERINTERFACE ENERGIEKONZEPT & MOBILITÄT



## Konzept

Technisch basiert das Aktiv-Stadthaus auf einer wirtschaftlichen Reduzierung des Energiebedarfs und der Bereitstellung von Energie aus lokal verfügbaren Energiequellen. Eine wärme- und luftdichte Gebäudehülle sowie dezentrale mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) in den Wohnungen führen zu einem sehr geringen Heizwärmebedarf. Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine elektrische Wärmepumpe mit 120 kW thermischer Leistung, als Wärmequelle wird der nahegelegene Abwasserkanal genutzt. Um das Ziel des Effizienzhaus Plus Wohnhauses zu erreichen, ist zur Energieerzeugung nicht nur das Dach, sondern auch die Südfassade mit Photovoltaikmodulen belegt. Auf dem ca. 1.500 Quadratmeter großen auskragenden Pultdach befinden sich 769 hoch-effiziente Module mit einem Wirkungsgrad von 20 Prozent und einer nominalen Leistung von ca. 250 kWp. Auf der Südfassade sind insgesamt 348 PV-Module mit einer Leistung von ca. 120 kWp installiert. Der jährliche Stromertrag aus den PV-Anlagen beträgt etwa 300.000 kWh/a.

Der Strom aus „eigener Produktion“ wird in einer Li-FePo-Batterie im Untergeschoss des Hauses gespeichert. Dieser Puffer mit rund 250 kWh Kapazität dient dem Ausgleich von Angebot und Nachfrage an Elektrizität im Gebäude. Damit soll ein hoher Eigenstrom-Nutzungsanteil aus den PV-Anlagen erreicht werden. Alle Wohnungen wurden von der ABG mit besonders sparsamen Haushaltsgeräten ausgestattet.

## Wirtschaftlichkeit

Obwohl das Gebäude ein Pilotprojekt ist, war eine wirtschaftliche Bauweise sicherzustellen. Die Wohnungen werden einschließlich auskömmlicher Budgets für die Heizung, Warmwasser und Elektrizität vermietet. Über Tablet-Bildschirme und Apps sind die Mieter jederzeit über ihre Verbräuche im Verhältnis zu den Budgets informiert.

## Zukunftsorientierung

Gemäß europäischer Gebäuderichtlinie sollen ab 2020 Neubauten nur noch als Niedrigstenergiegebäude errichtet werden (Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2010/31/EU). Das Gebäude ist daher nicht nur für die Forschung von Interesse, sondern auch für die ABG FRANKFURT HOLDING der Versuch die Anforderungen der nahen Zukunft zu erproben und auf eine wirtschaftliche Umsetzung zuzuführen.

So entstand in den letzten zwei Jahren in zentraler Lage Frankfurts das aktuell erste und größte innerstädtische Mehrfamilien-Wohnhaus im Effizienzhaus Plus Standard der Bundesregierung. In diesem, durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) geförderten Forschungsprojekt wurden die bisherigen Erkenntnisse im Maßstab von Einfamilienhäusern erstmals auf einen großmaßstäblichen Geschosswohnungsbau übertragen und auf ihre Umsetzbarkeit geprüft.

## Abbildungen

Energiekonzept: HHS Architekten + Planer AG und Steinbeis-Transferzentrum  
iPad-Screenmontagen: Polynox – Büro für Gestaltung, ©Foto: Apple Inc.

## Nachhaltige Mobilität

Doch das umfassende Konzept zum nachhaltigen Wohnen endet nicht an der Hauseingangstür. Acht Stellplätze für Car-Sharing-Autos, davon zunächst drei e-Mobile, im Erdgeschoss des Gebäudes halten Bewohner und Car-Sharing-Kunden mobil, Vorrang hat jedoch die Fahrradmobilität, für die eingangsnah und erdgeschossig neben jedem Hauseingang im Gebäude Stellplätze zur Verfügung stehen. Die zentrale Wohnlage spart unnötige Pendlerwege aus der Peripherie und wirkt sich positiv auf Umwelt und Wohlbefinden der Bewohner aus.



**book-n-drive®**

## CARSHARING-STATION

book-n-drive mobilitätssysteme GmbH  
Standort Speicherstraße

**KENNWERTE NACH EFFIZIENZHAUS PLUS  
BEWERTUNG (MONATSBILANZ GEMÄSS DIN V 18599),  
STANDORT FRANKFURT AM MAIN**

**QUALITÄT GEBÄUDEHÜLLE  $H_{t'}$**

0,30 W/m<sup>2</sup>K

**ENDENERGIEBEDARF**

27,1 kWh/m<sup>2</sup>a

**PRIMÄRENERGIEBEDARF  $Q_p$**

65,1 kWh/m<sup>2</sup>a

**ENDENERGIEÜBERSCHUSS**

+ 7,0 kWh/m<sup>2</sup>a

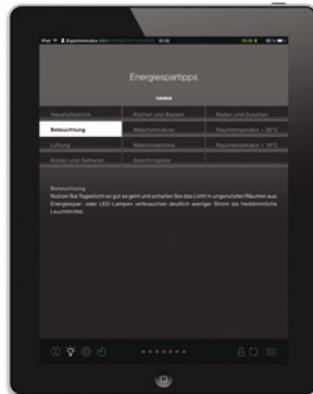
**PRIMÄRENERGIEÜBERSCHUSS**

23,0 kWh/m<sup>2</sup>a

**EIGENNUTZUNGSGRAD PV**

54 %

# NUTZERINTERFACE ENERGIESPARTIPPS



## Haushaltsstrom

Ungenutzte Geräte und Ladekabel sollten komplett ausgeschaltet werden und nicht im Standby-Modus laufen, da sie sonst weiter Strom verbrauchen. Eine schaltbare Steckerleiste erleichtert es, Geräte, die nach dem Ausschalten noch Strom verbrauchen (TV, Computer, Geschirrspüler...) vom Netz zu trennen. Klein-geräte, wie Taschenrechner, kann man auch mit Solarzellen kaufen.

## Beleuchtung

Nutzen Sie Tageslicht so gut es geht und schalten Sie das Licht in ungenutzten Räumen aus. Energiespar- oder LED-Lampen verbrauchen deutlich weniger Strom als herkömmliche Leuchtmittel.

## Lüftung

Im Sommer genügt Fensterlüftung, sodass die Lüftungsanlage abgestellt werden kann. Bitte stellen Sie nichts vor den Zu-/Abluftauslass und stellen Sie beim Lüften die Heizung herunter. Es spart Energie, die Nachtluft zur Vorkühlung des Raums zu nutzen. Statt die Fenster zu kippen, besser 2- bis 3-mal täglich 5 bis 15 Minuten stoßlüften oder 4 bis 6 Minuten querlüften. Kipplüftung riskiert hohe Wärmeverluste oder auch Schimmel und sollte daher möglichst vermieden werden. Eine Maximallüftung sollte nur kurzzeitig beim Kochen oder nach dem Duschen erfolgen.

## Kühlen und Gefrieren

Geräte können entsprechend der Personenzahl gekauft werden, da ungenutzter Platz Energie verschwendet: Für 2 Personen ist ein Fassungsvermögen von 120 bis 160 Litern ideal, für jede weitere rechnet man mit zusätzlichen 60 Litern. Beim Gefrierschrank beträgt die optimale Kapazität 50 bis 100 Liter pro Person. Die Idealtemperatur für den Kühlschrank liegt bei +7°C und für das Gefrierfach bei -18°C. Es ist sinnvoll, die Türdichtungen regelmäßig zu prüfen und es spart Energie, den Kühlschrank bei längerer Abwesenheit entweder auf die kleinste Stufe zu stellen oder (nach Abtauen) ganz auszuschalten. Das Gefrierfach funktioniert effizienter, wenn dicke Eisschichten stets aus dem Gefrierfach entfernt werden. Lebensmittel sollte man stets erst abkühlen lassen, bevor sie in den Kühlschrank oder das Gefrierfach gestellt werden.

## Kochen und Backen

Wasserkocher erhitzen schneller und effizienter als die Herdplatte. Bei längeren Garzeiten ist es ratsam, einen Schnellkochtopf zu verwenden. Es spart Energie, Kartoffeln und Gemüse zu dämpfen statt zu kochen.

Beim Backen kann meistens auf Vorheizen verzichtet werden. Umluft ist energiesparender als Ober-/Unterhitze und die Ofentür sollte während des Backens nicht ständig geöffnet werden. Der Ofen kann 15 Minuten vor Beendigung ausgeschaltet und die Nachwärme genutzt werden.

## Wäschetrockner

Beim Waschen gut geschleuderte Wäsche spart nicht nur Energie, sondern auch Zeit. Es ist sinnvoll, das Programm wäscheabhängig zu wählen. Bei voller Beladung trocknet das Gerät am effizientesten. Der Luftfilter sollte nach jeder Anwendung gereinigt werden. Bei Sonne kann die Wäsche im Freien getrocknet werden.

## Waschmaschine

Waschen ohne Vorwäsche spart Energie und Wasser. Bei voller Beladung wäscht das Gerät am effizientesten. Sparprogramme senken den Verbrauch.

## Geschirrspülmaschine

Das Vorspülen per Hand ist nicht notwendig. Handspülen verbraucht mehr Wasser und 30% mehr Energie. Bei voller Beladung spült das Gerät am effizientesten. Energiesparprogramme sollten stets bevorzugt werden.

## Baden und Duschen

Duschen verbraucht weniger Energie und Wasser als Baden. Es spart Wasser und Energie, den Hahn beim Einseifen abzustellen.

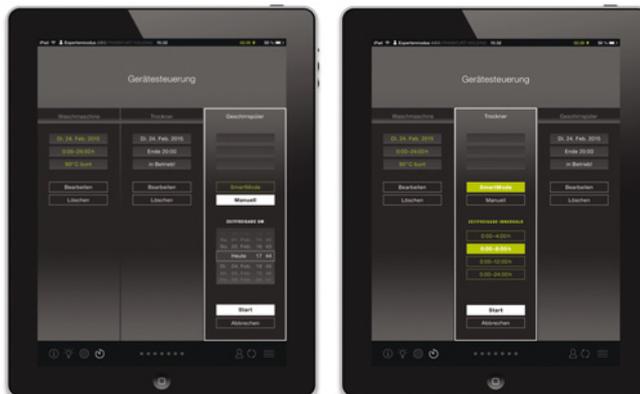
## Raumtemperatur > 26°C

Regeln Sie die Heizung herunter und lüften Sie. Zwei- bis dreimal täglich 5 bis 15 Minuten stoßlüften oder 4 bis 6 Minuten querlüften ist besser als die Fenster zu kippen. Sie könnten die Fenster oder den Sonnenschutz schließen. Nutzen Sie die Nachtluft zur Vorkühlung des Raums.

## Raumtemperatur < 19°C

Schließen Sie die Fenster und stellen Sie bei Bedarf die Heizung an. Bitte stellen Sie nichts vor den Zu-/Abluftauslass.

# NUTZERINTERFACE GERÄTESTEUERUNG



## Gerätesteuerung im Überblick

Die Mieter im Aktivmodus können Waschmaschine, Trockner und Geschirrspüler über das Nutzerinterface bedienen. Sie haben die Möglichkeit, den Startzeitpunkt manuell einzustellen oder den halbautomatischen SmartMode zu wählen.

**Am Nutzerinterface kann ausschließlich der Zeitpunkt für den nächsten Vorgang programmiert werden. Mehrere Programmierungen für ein Gerät sind nicht möglich. Der Vorgang kann nur beginnen, wenn vorab direkt am Gerät ein Programm und eine (beliebige) Startzeit eingestellt werden.**

## Anzeigen

In den oberen Feldern werden die Apparate angezeigt, für die eine Zeitfreigabe verfügbar ist. In den folgenden Feldern erscheinen Ihre getätigten Einstellungen zu Startzeit, Programm und Status. Hinsichtlich der Statusanzeige gibt es drei Optionen: Bis zum Start wird das am Gerät ausgewählte Programm angezeigt (Bsp. *Express 20°C*). Läuft der Vorgang, erscheint der Hinweis *in Betrieb*. Solange der Vorgang am Gerät nicht vollständig beendet wurde (keine Einstellung, Tür offen), erscheint der Hinweis *Gerät prüfen* und der Vorgang startet nicht.

## Programmierung

Das Gerät wird eingeschaltet, beladen und geschlossen. Ein Programm und eine beliebige Startzeit werden gewählt. Am Nutzerinterface drücken Sie die Taste *Neu* bei dem Gerät, für das sie eine Startzeit freigeben möchten. Das Feld des betreffenden Geräts wird hervorgehoben. Nun öffnen sich die nächsten Auswahloptionen. Im nächsten Schritt entscheiden Sie sich entweder für die manuelle Zeiteinstellung *Manuell* (weiß) oder den halbautomatischen *SmartMode* (grün). Die direkt am Gerät eingestellte Zeit wird durch die am Nutzerinterface gewählte Zeit überschrieben.

## Manuell

Im manuellen Modus können Sie über ein Auswahlrads das Datum und die Uhrzeit für den Start festlegen. Sie bestätigen Ihre Einstellungen, indem Sie auf *Start* drücken. Auf dem Haupt-Bildschirm der Gerätesteuerung erscheinen nun Ihre getätigten Einstellungen in weißer Schrift. Sie können den Vorgang jederzeit abbrechen (*Abbrechen*).

## SmartMode

Im SmartMode starten die Geräte automatisch innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums, sobald der Strombedarf des Aktiv-Stadthauses vollständig durch Sonnenstrom gedeckt werden kann. Liegt der Deckungsanteil unter 100%, startet das Gerät zum letztmöglichen Zeitpunkt, um innerhalb des gewünschten Zeitfensters fertig zu werden. Sie haben die Wahl zwischen 4 Zeitfenstern, innerhalb welcher der nächste Vorgang starten soll: 4, 8, 12 oder 24 Stunden. Abschließend bestätigen Sie Ihre Einstellungen, indem Sie auf *Start* drücken. Auf dem Haupt-Bildschirm der Gerätesteuerung erscheinen Ihre getätigten Einstellungen in grüner Schrift. Sie können den Vorgang jederzeit abbrechen (*Abbrechen*).

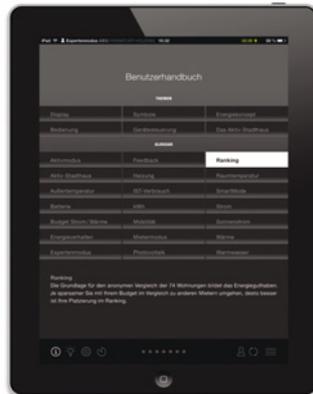
## Programmierung mit der Gerätesteuerung

### SmartMode

### Manuell



# NUTZERINTERFACE GLOSSAR



## Aktiv-Stadthaus

Sie leben in einem Effizienzhaus Plus Mehrfamilienhaus. Die PV-Anlagen auf Dach und Fassade dieses Gebäudes produzieren mehr Energie als das Haus verbraucht. Überschuss an Sonnenstrom wird in einer Batterie gespeichert.

## Aktivmodus

Im Aktivmodus werden die Verbrauchsdaten detailliert dargestellt und einzelne Geräte (Waschmaschine, Geschirrspüler, Wäschetrockner) können über das Nutzerdisplay zeitlich gesteuert werden.

## Außentemperatur

Auf der Startseite des Displays sehen Sie oben rechts die Außentemperatur, die direkt von der Wetterstation auf dem Dach bezogen wird.

## Batterie

Der Überschuss an produziertem Sonnenstrom wird in einer Batterie gespeichert. Das entlastet das Stromnetz und ermöglicht die Stromnutzung auch in Zeiten ohne Sonnenschein.

## Budget

Für jede Wohnung wird ein bedarfsgerechtes Energieguthaben berechnet, das zum Erhalt des Effizienzhaus Plus Standards beiträgt. Mehrverbräuche an „Wärme“ werden bis zum 31.12.2020 vom Wohnungsunternehmen übernommen. Die Verbräuche, die über die Stromfreimenge hinausgehen, werden in Rechnung gestellt.

## Energieverhalten

Energieverhalten meint Ihren Umgang mit dem Budget für Strom, Heizung und Warmwasser. Wird das jeweilige Guthaben an mehr als drei der letzten 7 Tage eingehalten, wird man mit einem gefüllten Stern belohnt.

## Expertenmodus

Im Expertenmodus werden Verbrauchsdaten detailliert dargestellt und man kann den Energieverbrauch einzelner Geräte (Waschmaschine, Geschirrspüler, Wäschetrockner) abrufen.

## Feedback

Das Feedback bietet eine Rückmeldung zu Ihrem Verbrauch. Das Einhalten der Budgets für Strom, Heizung und Warmwasser wird mit maximal drei gefüllten Sternen belohnt.

## Heizung

Der Begriff Heizung umfasst den Energieverbrauch für die Beheizung der Wohnung.

## IST-Verbrauch

Der IST-Verbrauch zeigt Ihren realen Verbrauch an Strom und Wärme in kWh und den damit genutzten Anteil des Budgets in % bis zum aktuellen Zeitpunkt.

## kWh

Eine Kilowattstunde ist die Einheit für eine Energiemenge.

## Mietermodus

Im Mietermodus werden aktuelle und historische Verbrauchsdaten angezeigt und analysiert. Es gibt zudem eine zeitliche Empfehlung für die Nutzung des erneuerbaren Stroms, den das Aktiv-Stadthaus selbst produziert.

## Mobilität

Im Erdgeschoss des Aktiv-Stadthauses befindet sich eine Station von book-n-drive, bei der Sie über das Nutzerinterface Autos mieten können.

## Photovoltaik (PV)

Dach und Fassade des Gebäudes sind mit PV-Modulen ausgestattet, um die Energie des Sonnenlichtes in elektrische Energie (Strom) umzuwandeln.

## Ranking

Die Grundlage für den anonymen Vergleich der 74 Wohnungen bildet das Energieguthaben. Je sparsamer Sie mit Ihrem Budget im Vergleich zu anderen Mietern umgehen, desto besser ist Ihre Platzierung im Ranking.

## Raumtemperatur

Im Experten- und Aktivmodus wird Ihnen links auf der Startseite die Temperatur eines Hauptraums angezeigt.

## SmartMode

SmartMode ist eine Option der Gerätesteuerung. Die Geräte starten dabei automatisch innerhalb eines wählbaren Zeitfensters, sobald der Strombedarf des Aktiv-Stadthauses vollständig durch Sonnenstrom gedeckt werden kann. Liegt der Deckungsanteil unter 100%, startet das Gerät zum letztmöglichen Zeitpunkt, sodass der Vorgang innerhalb der gewünschten Zeit erfolgt.

## Sonnenstrom

Sonnenstrom ist der Strom, der über die gebäudeeigenen PV-Anlagen auf dem Dach und an der Fassade aus dem Sonnenlicht gewonnen wird.

## Strom

Strom umfasst den Verbrauch und die Erzeugung elektrischer Energie. Das Aktiv-Stadthaus gewinnt Strom über PV-Module an Dach und Fassade. Überschüsse, die nicht verbraucht werden, werden in einer Batterie gespeichert oder ins öffentliche Netz eingespeist.

## Wärme

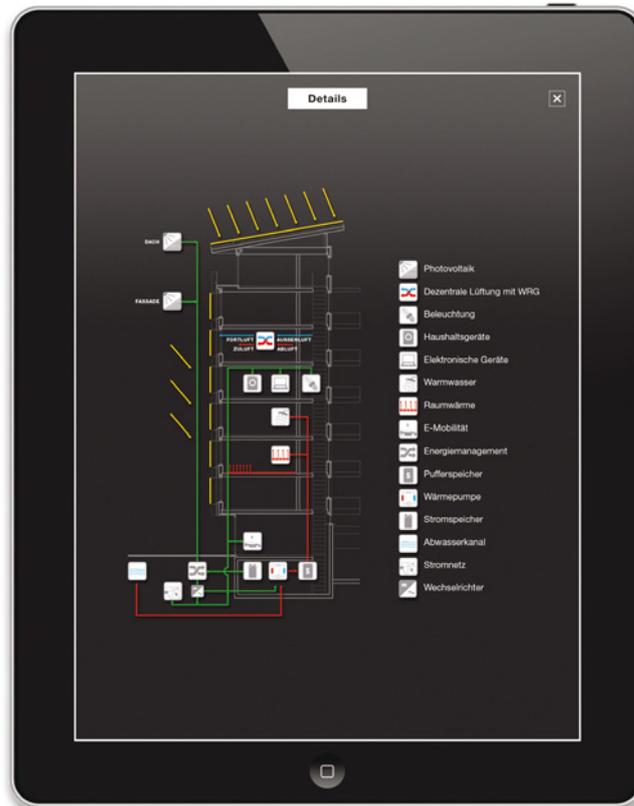
Wärme umfasst den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser. Die Wärmequelle des Hauses ist die Abwasserwärme aus dem Kanal der Gutleutstraße, die über eine Wärmepumpe nutzbar gemacht wird sowie Solarstrom, mit dem die Wärmepumpe betrieben wird.

## Warmwasser

umfasst den Energieverbrauch für die Erwärmung des Wassers.

**Achtung: Es ist nicht die Kaltwassermenge!** Die Kosten für den Verbrauch der Wassermenge sind nicht im Budget enthalten und werden über die umlagefähigen Betriebskosten vom Mieter bezahlt.

# NUTZERINTERFACE AKTIV-STADTHAUS BENUTZERHANDBUCH



## KONTAKT FÜR MIETER DES AKTIV-STADTHAUSES

### ABG SERVICE-CENTER MITTE

Niddastraße 107, 60329 Frankfurt am Main  
Telefon (069) 2608-400/-401  
Telefax (069) 2608-499  
sc-mitte@abg-fh.de  
www.abg-fh.de

## FORSCHUNGSPROJEKT

Nutzerinterface für Mehrfamilien-Aktivhäuser

## FÖRDERSTELLE

Forschungsinitiative Zukunft Bau  
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

## PROJEKTLEITUNG

Technische Universität Darmstadt,  
Fachbereich Architektur  
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (FG ee),  
Prof. Manfred Hegger

## INGENIEURSRLEISTUNG

Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik

## GESTALTUNG

Polynox – Büro für Gestaltung

## PROGRAMMIERUNG

mondayVision UG

## SOZIOLOGIE

Berliner Institut für Sozialforschung GmbH

## ARCHITEKTUR

HHS Planer + Architekten AG

## BAUHERR/DRITTMITTELGEBER

ABG FRANKFURT HOLDING





---

# Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser

---

Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers  
in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

---

## Anlage 3 Evaluierung und Monitoring

*Berliner Institut für Sozialforschung GmbH*

*TU Darmstadt, FB Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Dipl.-Ing. M.Sc.Econ. Manfred Hegger*

Bearbeitung: Dr. Eva Schulze                      B.Sc. Anne Engler  
                  M.Sc. Anna Zirk                      M.Sc. Annekatriin Koch  
                  M.Sc. Karoline Dietel

Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-14.25

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.  
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**

---

## **Nutzerinterface für Plusenergie-Mehrfamilienhäuser - Anlage 3**

### **Zuwendungsempfänger**

*TU Darmstadt, FB Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen*

### **Bearbeitung**

*Autoren*

*M.Sc. Annekatriin Koch*

*Dr. Eva Schulze*

*M.Sc. Anna Zirk*

*M.Sc. Karoline Dietel*

*B.Sc. Anne Engler*

### **Kontakt**

*TU Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Manfred Hegger*

*El-Lissitzky-Straße 1  
D-64287 Darmstadt*

*tel +49 [0]6151 16-22950  
fax +49 [0]6151 16-22951*

*fg@ee.tu-darmstadt.de  
koch@ee.tu-darmstadt.de  
www.architektur.tu-darmstadt.de/ee*

### **Aktenzeichen**

*SWD-10.08.18.7-14.25*

### **Vorhabensbezeichnung**

*Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers in Plusenergie-Mehrfamilienhäusern*

### **Laufzeit des Vorhabens**

*06.10.2014 bis 15.02.2016*



---

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Evaluation des Nutzerinterfaces

<b>1.1 Feldbericht .....</b>	<b>006</b>
<b>1.2 Fokusgruppe .....</b>	<b>007</b>
1.2.1. Samplebeschreibung.....	007
1.2.2. Ergebnisse.....	007
<b>1.3 Usability-Test .....</b>	<b>009</b>
1.3.1. Samplebeschreibung.....	009
1.3.2. Ablauf.....	009
1.3.3. Einstiegstory .....	010
1.3.4. Einstieg in die Evaluation und Diskussion der einzelnen Symbole und Funktionen auf dem Startscreen .....	011
1.3.5. Explorative Evaluation .....	011
1.3.6. Use Cases .....	012
1.3.7. Interview .....	013
1.3.8. Fragebögen .....	014
<b>1.4 Ergebnisse.....</b>	<b>018</b>
1.4.1. Erster Eindruck .....	018
1.4.2. Ergebnisse zur Gestaltung.....	018
1.4.3. Verhalten und Allgemeines .....	023
1.4.4. Usability .....	024
1.4.5. Anhang.....	025
1.4.6. Einverständniserklärung.....	026

## 2. Sozialwissenschaftliches Monitoring des Nutzerinterfaces

<b>2.1 Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>028</b>
2.1.1. Untersuchungsdesign .....	028
2.1.2. Erhebungsinstrumente .....	029
2.1.3. Durchführung .....	033
<b>2.2 Fragebögen für Bewohner und Bewohnerinnen des Aktiv-Stadthauses</b>	<b>034</b>

---

### 3. Abbildungsverzeichnis

---

# 1. Evaluation des Nutzerinterfaces

---

## 1.1 Feldbericht

---

Zur Bewertung der Nutzerfreundlichkeit und Bedienbarkeit fand nach Entwicklung eines ersten Prototyps im Februar 2015 eine Fokusgruppe und im April 2015 ein Usability-Test statt. Ziel dieser sozialwissenschaftliche Studie war es, durch teilnehmende Personen, die das Nutzer- bzw. Mieterklientel abbilden, Hinweise zur Überarbeitung bezüglich der Bedienbarkeit, Übersichtlichkeit und Verständlichkeit des Nutzerinterfaces (NIF) zu bekommen.

Die Fokusgruppe wurde am 05. Februar 2015 am Berliner Institut für Sozialforschung mit fünf Teilnehmenden circa eineinhalb Stunden durchgeführt. Die Teilnehmer sahen über einen Monitor Screenshots des entwickelten Prototyps und waren dazu aufgefordert, ihre ersten Eindrücke spontan zu äußern, Unverständlichkeiten zu erläutern, Fragen zu stellen und positive sowie negative Meinungen zum NIF darzulegen. Der Reihe nach wurden alle Menüpunkte/Seiten des NIF vorgeführt. Der Usability-Test fand im Zeitraum vom 14. April bis 24. April 2015 in Berlin statt. Mithilfe eines Tablet-PC, auf dem das NIF zu sehen war, wurde der Test durchgeführt. Hierbei hatten die Probanden die Möglichkeit, das NIF selbstständig zu bedienen und sich durch alle Menüpunkte/Seiten zu bewegen.

---

## 1.2 Fokusgruppe

---

### 1.2.1. Samplebeschreibung

- 5 Teilnehmer
- Alter: 27- 72 Jahre (Durchschnittsalter: 48 Jahre)
- Alle Teilnehmer haben das Abitur
- Drei Teilnehmer nutzen auch privat ein Tablet-PC

### 1.2.2. Ergebnisse

Die von den teilnehmenden Personen dargelegten Eindrücke und aufgetauchten Fragen werden im Folgenden zu den einzelnen Seiten stichpunktartig dargestellt:

*Startseite:*

- Begriffliche Verständnisprobleme: Bedeutung von Strom, Wärme, Wasser unklar
- Begriffsumbenennungen empfohlen (Heizung anstatt Wärme, Warmwasser anstatt Wasser)
- Hausvergleich ohne Referenzwert wenig intuitiv (besser: Platz 35 von 74)
- Benennung und Hervorhebung der Empfehlungen

*Fragen:*

- Wenn man auf Icon im Startmenü tippt (z.B. Wärme) kommt man dann zum Unterpunkt „Wärme“?
- Worauf bezieht sich der Wärme-, Wasser, Stromverbrauch? (Monat, Jahr?)

*Gestaltung Hintergrund:*

- Ruhiger Hintergrund gewünscht, d.h. keine Wolkendarstellung o.Ä.
- blauer Hintergrund wäre schlecht – rote Schriftfarbe schlecht lesbar
- Grauer Hintergrund als am besten empfunden

*Schriftfarbe:*

- Frage: Wann ändern sich Farben der Prozentwerte? Ab welchem Prozent wird es rot bzw. grün?
- Raumtemperatur sollte integriert werden
- Darstellung der Luftfeuchtigkeit erwünscht
- Frage, wo Temperatur gemessen wird und ob Temperaturmessung in verschiedenen Räumen möglich ist

*Seite: Wärme*

- Definition und Darstellung, was Wärme beinhaltet (Warmwasser, Heizung)
  - Jahresdarstellung
  - Grundlage der Kalkulation unklar (allgemeiner Durchschnittswert? der Region? deutschlandweit?)
  - Untere (zweite) Graphik ist intuitiver
  - eine Graphik ausreichend
-

#### Wochendarstellung

- Zu genau/detailliert
- Monatsdarstellung eher gewünscht als Wochendarstellung

#### Seite: Gebäudebilanz

- Interessiert eigentlich eher wenig
- Interessanter wäre Vergleich (Graphik), wie mein eigenes Verhalten im Verhältnis zum Gesamtverhalten ist - für Konkurrenz-/Energiesparverhalten wichtig
- Ansonsten ist Gebäudebilanz eher für den Expertenmodus geeignet

#### Frage:

Wie kommt man zur Gebäudebilanz? Im Startmenü ist kein Reiter!

#### Seite: Hausvergleich

- Angabe eines Referenzwertes notwendig (Platz xy von 74)
- Nebeneinanderdarstellung von zwei Plätzen (Strom und Wärme) ungünstig
- Spielerischere Darstellung gewünscht
- Frage nach Gewichtung der Platzvergabe, Gewichtung von Störgrößen (z.B. längere Abwesenheit durch Urlaub, Anzahl der Schlafzimmer, Wohnungsgröße)
- Seite: Verhalten
- Zustandekommen der Sterne in den einzelnen Kategorien ist sehr unverständlich

#### Seite: Empfehlungen

- Benennung der Empfehlung größere Darstellung
- Informationen auf Startseite wäre bereits ausreichend
- Anzeige (Restzeit) ohne Sekunden
- Empfehlungen für einen Tag und eine Woche ausreichend (keine 2 oder 8 Stunden Darstellung nötig)

#### Menüleiste:

- Zu viele Icons
- Carsharing Icon: zu kleine Darstellung, Inhalt unklar (Verfügbarkeit, Ladestand)
- Hilfe-Button fehlt

#### Fragen:

Was bedeutet:

- Lampe: Helligkeit? Energiespartipps?
  - i: Information? Hilfe-Button?
  - Home: Wohin kommt man da?
  - Brief: Emails? Hausinterne Nachrichten? Infos über Verbrauch vom Vermieter?
  - ....: Was bedeutet die Punkte in der Mitte?
-

---

## 1.3 Usability-Test

---

### 1.3.1. Samplebeschreibung

- 24 Teilnehmer (11 Frauen und 13 Männer)
- Alter: 24-72 Jahre (Durchschnittsalter: 39 Jahre)
- Schulabschluss: 20 Personen haben das Abitur, zwei Personen den Realschulabschluss
- 20 Personen sind erwerbstätig
- 18 Teilnehmer wohnen in einem Haushalt mit ihrem Partner, drei davon mit Kindern, fünf in einer Wohngemeinschaft, einer alleine
- Die Hälfte der teilnehmenden Personen nutzt auch privat ein Tablet-PC

### 1.3.2. Ablauf

*Begrüßung*

*Erläuterung des Vorgehens*

*Unterzeichnung der Einverständniserklärung*

*Ausfüllen der demografischen Daten*

*Usability-Test*

- Teilnehmer lesen Einstiegstory, im Anschluss fragen, ob Sie noch Fragen haben
- Teilnehmer bekommen den Startbildschirm gezeigt
- Schilderung des ersten Eindrucks, was gefällt, was nicht
- Was verbirgt sich hinter den Begriffen/Symbolen?
- Explorative Evaluation: Teilnehmer können sich durchs System klicken
- Durchführung der Use cases

*Fragebögen*

*Interview*

- Offen gebliebene Punkte werden thematisiert/geklärt, die während des Usability-Tests nicht angesprochen wurden

*Verabschiedung*

---

### 1.3.3. Einstiegstory

*Zu Beginn wurden die Teilnehmer mit einer Einstiegsstory an die Untersuchungssituation herangeführt. So konnten Sie sich einfach in die Situation eines Bewohners hinein versetzen und aus dieser Perspektive das System bewerten.*

Stellen Sie sich vor, Sie bewohnen seit einigen Monaten eine Wohnung in einem neugebauten Mehrfamilienhaus. Insgesamt hat dieses Haus 74 2- bis 4-Zimmer-Wohnungen. Das Haus ist ein s.g. Plusenergie-Gebäude, d.h. es produziert mehr Energie als es verbraucht. Eine am Haus angebrachte Photovoltaikanlage erzeugt erneuerbaren Solarstrom für das Mehrfamilienhaus. Dieser Strom wird in einer Batterie zwischengespeichert und so für die Bewohner während der Nachtzeiten verfügbar gemacht.

Jeder Mieter hat auf Grundlage seiner Warmmiete ein bestimmtes Energieguthaben für Strom (bestimmte kWh-Menge) und Wärme (Heizung und Warmwasser, in Miete inklusive). Ihr Verhalten als Mieter spielt eine große Rolle für den Energieverbrauch des Hauses. Ein Nutzerinterface auf einem Tablet-PC bietet Ihnen die Möglichkeit, Informationen rund um Ihren Energieverbrauch abzurufen. Über das Nutzerinterface sollen Sie als Mieter zum Energiesparen angeregt und zum Verbrauch des eigens vom Haus produzierten Stroms animiert werden.

Ihr Energieverbrauchsverhalten wird anhand von Sternen bewertet. Liegen Sie innerhalb Ihres Guthabens für Strom, Warmwasser und Heizung, bekommen Sie jeweils einen Stern. Zudem wird Ihr Energieverbrauchsverhalten mit dem der anderen Bewohner in einem Ranking verglichen. Der Maßstab für die Platzierung ist, wie gut man mit dem eigenen Energieverbrauch innerhalb des Energieguthabens bleibt.

Insgesamt werden folgende Informationen dargestellt:

- Uhrzeit und Wetter
- Für welche Zeitdauer eigens von der Photovoltaikanlage produzierter und gespeicherter Sonnenstrom verfügbar ist
- Eine Prognose für die Verfügbarkeit von eigens produzierten Sonnenstrom für die nächsten 48h
- Feedback zum Energieverbrauch der letzten Woche
- Ihr Energieverbrauch im Vergleich zu anderen Mieten (Ranking)
- Ihr Stromverbrauch im letzten Jahr/in der letzten Woche
- Ihr Wärmeverbrauch im letzten Jahr/in der letzten Woche

Zudem haben Sie die Möglichkeit, über das Nutzerinterface (Elektro)autos des u.a. im Erdgeschoss ansässigen Carsharingbetreibers "Book 'n' drive" anzumieten.

Weiterhin können Sie mithilfe von Profilen, Lichteinstellungen oder Wärmeeinstellungen beispielsweise für den Alltag oder den Urlaub vornehmen.

Natürlich bietet das Nutzerinterface auch ein Nutzerhandbuch, welches die einzelnen Funktionen genau erklärt.

Sie haben auch die Möglichkeit, über das Nutzerinterface Geräte, wie Waschmaschine, Trockner und Geschirrspüler anzusteuern. Sie können beispielsweise festlegen, zu welcher Uhrzeit die Waschmaschine starten soll. Das ermöglicht Ihnen, die Nutzung Ihrer energieverbrauchenden Haushaltsgeräte nach verfügbarem Sonnenstrom zu planen.

Unser Ziel besteht darin, das für die Bewohner entwickelte Nutzerinterface zu bewerten und so zu verbessern, dass es noch verständlicher und leichter zu bedienen wird. Aus diesem Grund möchten wir Ihnen das System vorstellen und Sie um Ihre Meinung fragen. Sie werden ein paar kleine Aufgaben mit dem Nutzerinterface bearbeiten und im Anschluss werden Sie das Nutzerinterface bewerten. D.h. unser Ziel besteht darin, das Nutzerinterface zu bewerten und nicht Sie. Sie können dabei nichts falsch machen. Im Gegenteil, jeder Ihre Eindrücke und Ihre Meinung sind für uns von Wichtigkeit!

#### **1.3.4. Einstieg in die Evaluation und Diskussion der einzelnen Symbole und Funktionen auf dem Startscreen**

Hierbei ging es darum, den ersten Eindruck der Teilnehmer zu erfassen.

*Was gefällt? Warum? Was gefällt nicht? Warum? Wie übersichtlich/verständlich finden Sie die Startseite?*

Im Anschluss sollte überprüft werden, ob die einzelnen Symbole auf dem Startscreen verständlich sind. Zudem sollten die Teilnehmer schildern, was Sie hinter den einzelnen Menüpunkten und den Symbolen am unteren Bildrand erwarten würden. Dieses Vorgehen lässt Rückschlüsse darüber zu, ob die Symbole/Bezeichnungen aussagekräftig sind.

*Was verbirgt sich hinter den einzelnen Funktionen? Können Sie sich vorstellen, wofür Funktion XY gut ist?*

Zusätzlich: Erfassung der präferierten Symbole:

- *Obere Leiste: leerer roter Stecker/gefüllter grüner Stecker als Zeichen für Empfehlung „Strom sparen/Sonnenstrom verfügbar“*
- *Untere Leiste: Büroklammer bzw. „i“ als Zeichen für das Glossar/Handbuch*
- *Stoppuhr als Symbol für den „Geräte-Timer“*

#### **1.3.5. Explorative Evaluation**

Die explorative Evaluation diente zum „Warmwerden“ der Teilnehmer mit dem System. Hierbei konnten Sie das Nutzerinterface zunächst in Ruhe betrachten, sich durch das System klicken und ihren Eindruck schildern.

### 1.3.6. Use Cases

Zu jedem Menüpunkt wurden ein bis zwei kurze Aufgaben gestellt, die erfassen sollten, ob die jeweiligen Informationen leicht zugänglich und verständlich sind. Währenddessen wurden die Teilnehmer gebeten, ihr Vorgehen und ihre Eindrücke laut zu kommentieren. Gerieten die Teilnehmer ins Stocken oder hatten offensichtlich Probleme beim Finden oder Interpretieren der Informationen, konnte direkt nachgefragt werden, z.B. Welche Informationen haben Sie hier erwartet? Was sagt Ihnen dieser Balken? Wie hätten Sie sich die Darstellung vorgestellt? Welche Informationen fehlen Ihnen? Was gefällt Ihnen an der Darstellung? Zwischen den einzelnen Aufgaben wurde auf den Startscreen gewechselt.

#### 1. *Sonnenstrom*

- Ist es im Moment günstig, eine Waschmaschine anzustellen und wenn ja/nein, warum?
- Wann sollte laut Prognose Energie gespart werden und auf das Anschalten der Geräte verzichtet werden?/Wann ist es in den nächsten 48 h günstig, seine Geräte anzuschalten? Wissen die Nutzer worauf sich die Prognose (2h/8h/48h) bezieht? (Wetterprognose)

#### 2. *Feedback*

- An wie vielen Tagen der letzten Woche lag Ihr Warmwasserverbrauch unter dem Sollwert? Wie interpretieren Sie die Sterne?
- Warum haben Sie in dieser Woche den Stern für „Heizung“ nicht bekommen?

#### 3. *Ranking*

- Schauen Sie sich Ihre aktuelle Platzierung beim Energieverbrauch im Haus an.
- Wie kommt diese Platzierung zustande? Welche Platzierung hatten Sie im Juni des vergangenen Jahres?
- Wie verstehen Sie die Durchschnittssymbole?

#### 4. *Strom*

- Wie kommt die Prozentzahl zustande? Sind Sie momentan innerhalb ihres Energiebudgets für Strom? In welchen Monaten des letzten halben Jahres lagen Sie innerhalb Ihres Stromenergiebudgets?
- Unter Details: Wieviel Prozent Ihres Energiebudgets für Strom verbraucht Ihr Geschirrspüler/Trockner/Waschmaschine?

#### 5. *Wärme*

- Aus welchen Komponenten setzt sich der Energieverbrauch für Wärme zusammen? (Heizung und Warmwasser)

- Warum haben die Balken im Jahresverlauf eine unterschiedliche Länge? (längere Balken Oktober bis April, kürze Balken von Mai bis September)
- Liegen Sie momentan innerhalb Ihres Energiebudgets für Wärme? Wie sieht Ihr Wärmeenergieverbrauch im Jahresverlauf aus – in welchen Monaten lagen Sie innerhalb Ihres Budget, in welchen Monaten über Ihrem Budget?
- Unter Details: Wieviel kWh Ihres momentanen Wärmeverbrauchs (z.B. 1324 kWh) wurden durch die Heizung und wieviel kWh wurden durch Warmwasser verbraucht? Liegen Sie damit innerhalb oder über Ihrem Budget?

#### 6. Benutzerhandbuch

- Wo ist das Benutzerhandbuch zu finden? Gehen Sie in das Benutzerhandbuch und schlagen Sie im Glossar den Begriff „Sonnenstrom“ nach.

#### 1.3.7. Interview

Die hier aufgelisteten Fragen wurden im Anschluss an die Use Cases gestellt. Wenn diese während des Usability-Tests bereits thematisiert/geklärt wurden, mussten sie hier nicht nochmal gestellt werden.

- Wie werden die Empfehlungen (Strom sparen, Strom verfügbar) empfunden? Sind diese deutlich genug?
- Wird die Farbgebung nach dem Ampelsystem wahrgenommen? Ist diese hilfreich?
- Wie gefällt der Häuservergleich (Platzierung) und die Verhaltensbewertung mit Sternen (Feedback)? Ansporn zum Energiesparen?
- Ist die Menüführung intuitiv? Kommt der Benutzer einfach zu den Menüunterpunkten?
- Wie wird die Farbgebung/Schriftgröße eingeschätzt?
- Bietet das System Unterstützung zum Energiesparen?
- Fühlen sich die Benutzer animiert zum Energiesparen?
- Sind Ranking und Feedback Ansporn zum Energiesparen? Wie wird der Vergleich zu anderen Mietern empfunden?
- Sind Systeme für verschiedene Haushausformen geeignet? (Familien, ältere Menschen, WGs)
- Wo sollten Tablets platziert sein? stationär oder mobil?
- Welche Funktionen sind besonders wichtig? Welche weniger?
- Sind ausreichend Informationen dargestellt/zu viele Informationen?
- Sind die Graphiken verständlich?
- Gibt es weitere Informationen, die dargestellt werden sollten? (Raumtemperatur, Wetterprognose etc.)
- Wird Prognose für 2h/8h/48 h verstanden?
- Würden die Benutzer die Nutzung der Geräte darauf ausrichten?
- Wie empfinden Benutzer die Bewertung ihres Umgangs mit Energie?

### 1.3.8. Fragebögen

Im Anschluss füllten die Teilnehmer Fragebögen aus. Diese erlauben es, die Eindrücke standardisiert zu erfassen.

#### 1.3.8.1. System Usability Scale

© Digital Equipment Corporation, 1986

*Stimme gar nicht zu*

*Stimme voll zu*

1                      2                      3                      4                      5

1. Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.

0                      1                      5                      10                      8

2. Ich empfinde das System als unnötig komplex.

6                      9                      3                      4                      2

3. Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.

1                      3                      5                      12                      3

4. Ich denke, dass ich technische Unterstützung brauchen würde, um das System zu nutzen.

10                      6                      5                      2                      1

5. Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind.

0                      1                      7                      11                      5

6. Ich finde, dass es im System zu viele Ungereimtheiten gibt.

1                      6                      8                      3                      6

7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen.

2                      4                      6                      8                      4

8. Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.

9                      8                      4                      3                      0

9. Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt.

3                      5                      4                      9                      3

10. Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.

5                      8                      4                      4                      2

## 1.3.8.2. Fragebogen zur Gestaltung

	<i>Stimme gar nicht zu</i>			<i>Stimme voll zu</i>	
	1	2	3	4	5
1. Der Startbildschirm ist übersichtlich gestaltet.	0	1	1	11	11
2. Die Schriftgröße ist angemessen.	1	2	1	7	13
3. Auf dem Startbildschirm sind auf den ersten Blick alle wichtigen Informationen erkennbar.	0	0	3	16	4
4. Die verwendeten Farben und Kontraste sorgen für eine gute Lesbarkeit.	0	3	3	8	9
5. Die Farbgebung nach dem Ampelsystem finde ich hilfreich.	0	3	2	9	9
6. Die verwendeten Symbole sind selbsterklärend.	6	6	7	5	0
7. Die verwendeten Symbole sind gut zu erkennen.	0	1	5	12	6
8. Zu viele Informationen lassen den Startbildschirm unübersichtlich wirken.	10	8	3	1	2
9. Die Orientierung im System fällt leicht.	0	3	5	11	5
10. Die verwendeten Wörter beschreiben gut, was sich dahinter verbirgt.	4	4	6	9	1

## 1.3.8.3. Fragebogen zum Verhalten/Allgemeines

*Stimme gar nicht zu**Stimme voll zu*

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

- |  |    |    |   |    |    |
|--|----|----|---|----|----|
| 1. Ich kann mir vorstellen, den Energieverbrauch meiner Wohnung/meines Haus mit einem System wie diesem zu überprüfen. | 1  | 1  | 0 | 7  | 15 |
| 2. Ich kann mir vorstellen, meinen Umgang mit Energie den Empfehlungen des Systems anzupassen.                         | 0  | 1  | 3 | 12 | 8  |
| 3. Ich möchte die Nutzung meiner Haushaltsgeräte nicht nach den Vorgaben des Systems richten.                          | 10 | 5  | 6 | 2  | 1  |
| 4. Ich kann mir vorstellen, mit diesem System Energie zu sparen.   | 0  | 0  | 2 | 7  | 15 |
| 5. Ich halte ein Rückmeldesystem zum Energieverbrauch wie dieses für nützlich.   | 1  | 0  | 0 | 8  | 15 |
| 6. Ich brauche kein System wie dieses, um meinen Energieverbrauch zu überprüfen und sparsam mit Energie umzugehen.     | 6  | 10 | 5 | 3  | 0  |
| 7. Systeme wie diese schränken mich mehr ein, als dass sie mir nützen.   | 11 | 9  | 2 | 1  | 1  |
| 8. Ich denke, die Nutzung würde mir Spaß bereiten.   | 1  | 2  | 8 | 7  | 6  |
| 9. Die Bewertung meines Energiesparverhaltens (mit Sternen) sehe ich als Ansporn zum Energiesparen.                    | 0  | 7  | 4 | 7  | 6  |
| 10. Das Ranking zum Energieverbrauch im Haus sehe ich als Ansporn zum Energiesparen.                                   | 4  | 3  | 3 | 9  | 5  |
| 11. Die Wetterinformationen auf dem Startbildschirm finde ich nützlich.  | 0  | 1  | 6 | 7  | 10 |
| 12. Ich wünschte mir zusätzliche Informationen zur Raumtemperatur.   | 3  | 1  | 2 | 7  | 11 |

13. Zusätzliche Informationen zur Wetterprognose wären wünschenswert.

1                      3                      6                      5                      9

14. Zusätzliche Informationen zur Luftfeuchtigkeit wären wünschenswert.

5                      4                      6                      4                      5

## 1.4 Ergebnisse

### 1.4.1. Erster Eindruck

- Überwiegend gut
- Design gefällt
- Modern, übersichtlich
- Schriftgröße und Farbwahl angenehm
- Alles gut lesbar
- Ampelsystem verständlich
- Teilnehmer können sich gut vorstellen, dass das System zum Energiesparen anregt
- Monitoring des eigenen Verbrauchs scheint sehr wichtig
- Ranking und Vergleich werden als nebensächlich angesehen
- Interface sollte mobil und auf keinen Fall stationär angebracht sein

### 1.4.2. Ergebnisse zur Gestaltung

- absolute Häufigkeiten, N=24
- dargestellt sind die Antworten der Kategorie „stimme zu“ & „stimme voll zu“



Abb. 1: Ergebnisse zum Fragebogen zur Gestaltung



#### ▪ Begriff Energie-Performance:

- nur für ~2/3 verständlich
- „Das ist ja hier kein Tanzwettbewerb“ Herr B., 41 Jahre
- Vorschlag: Energieverhalten



- sind erlernbar
- unterschiedliche Farbgebung (Wasser: blau, Strom: gelb) wäre hilfreich
- konsistente Darstellung wichtig

#### ▪ Mobilität:

- als Autosymbol in der Fußleiste ausreichend
- dafür einen Menüpunkt für Gebäudebilanz



Wird nicht als Profil verstanden; da man Einstellungen vornimmt, wurde Zahnrad vorgeschlagen



Wird als Anhang, Anlage verstanden  
Vorschlag: ⓘ



Ist für die Meisten verständlich



Ist für die Meisten verständlich



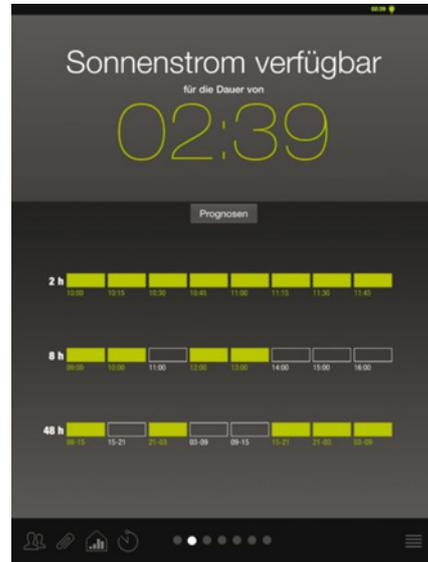
Nicht verständlich. Sollte durch Haussymbol ersetzt werden



Orientierung überflüssig

Abb. 2: Kommentare zur Grafik der Startseite

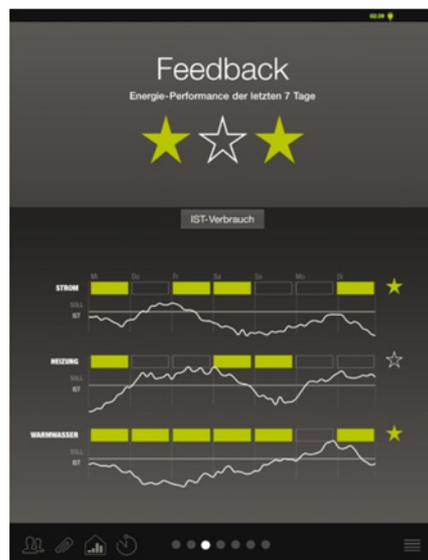
Abb. 3: Kommentare zur Seite „Sonnenstrom verfügbar“



- Hier sollte deutlich werden, dass es sich im Header um einen Fakt und im Zoombereich um Prognosen handelt
- Hier wird nicht deutlich, was wann in welcher Form verfügbar ist, wann man die Batterie anzapft usw.
- Wovon hängen diese Prognosen ab?
  - Wetter?
  - Eigener Verbrauch?
  - Verbrauch der anderen Bewohner?

„Heißt das, dass ich dann am Nachmittag nicht Fernsehen kann?“ Frau K.; 43 Jahre

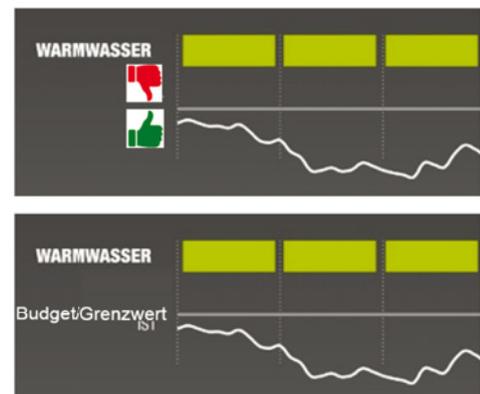
Abb. 4: Kommentare zur Seite „Feedback“



- SOLL & IST machen keinen Sinn

„Ich würde das dann so verstehen, dass ich so viel verbrauchen soll.“ Frau I., 27 Jahre

„Soll ist ja eher ein Grenzwert.“ Herr O., 34 Jahre





- Keine Ampelfarbe für Ranking (42)
- Symbol für Durchschnitt wird nicht verstanden:

„Die Abbildung hier bezieht sich doch auf die KW16, die Durchschnitte gehören zu 2015.“  
Herr R, 30 Jahre

- Grüne Balken werden nur nach Erklärung verstanden, gehören hier nicht unbedingt hin
- Tabelle mit Monaten sollte größer sein
- Generell: aktive Felder sollten grau, nicht aktive weiß sein



Abb. 5: Kommentare zur Seite „Ranking“



- Verwirrend, dass man sich bzgl. Verbrauch im Mai befindet
- Auf Bezeichnungen SOLL und IST auch hier verzichten
- SOLL-Balken liefert keine Infos, stattdessen hier 779 kWh (von 656 kWh)
- Es muss deutlicher werden, wie hoch Gesamtguthaben ist
- Diese Aussagen gelten auch für Wärme Screen

Abb. 6: Kommentare zur Seite „Strom“



Abb. 7: Kommentare zur zweiten Ebene der Seite „Strom“

- Balken mit Summe visuell von der Aufschlüsselung trennen
- „Ist Reststrom der Strom, den ich noch übrig habe?“ Herr H., 26 Jahre
- „Reststrom“ durch „Sonstige“ ersetzen“
- Die untere Grafik ist überflüssig, stattdessen Reststrom weiter aufschlüsseln
- Geräte sollten durch frei wählbare Geräte ergänzt werden können



Abb. 8: Kommentare zur zweiten Ebene der Seite „Wärme“

- Diese Darstellung sollte in Anlehnung an Strom Details erfolgen

### 1.4.3. Verhalten und Allgemeines

- absolute Häufigkeiten, N=24
- dargestellt sind die Antworten der Kategorie „stimme zu“ & „stimme voll zu“

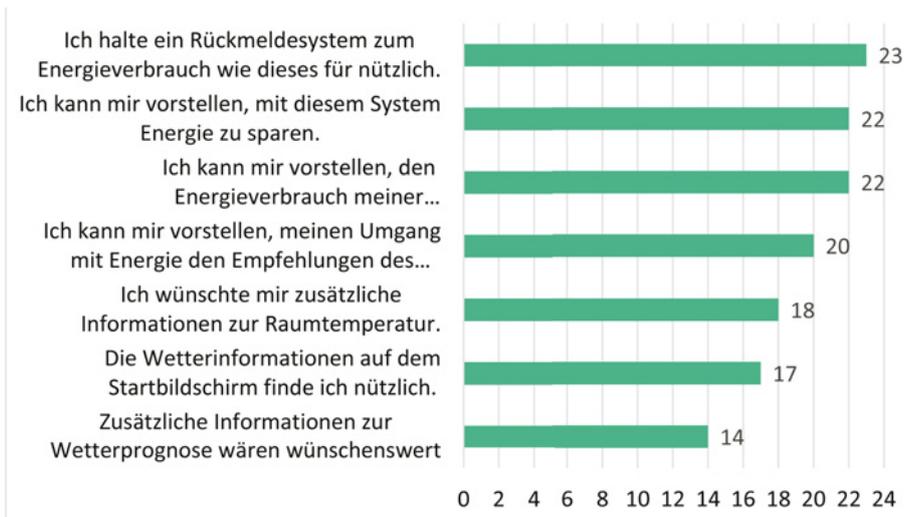


Abb. 9: Ergebnisse zum Fragebogen „Verhalten“

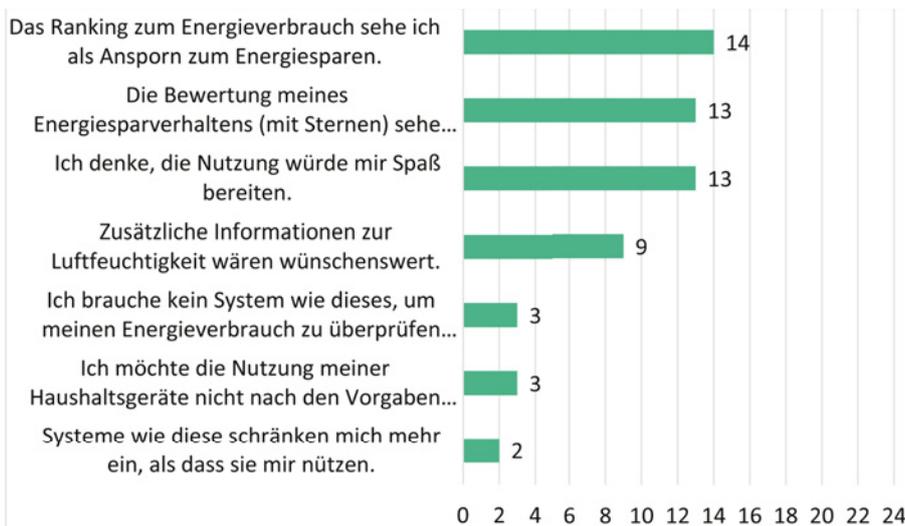


Abb. 10: Ergebnisse zum Fragebogen „Allgemeines“

#### 1.4.4. Usability

- absolute Häufigkeiten, N=24
- dargestellt sind die Antworten der Kategorie „stimme zu“ & „stimme voll zu“

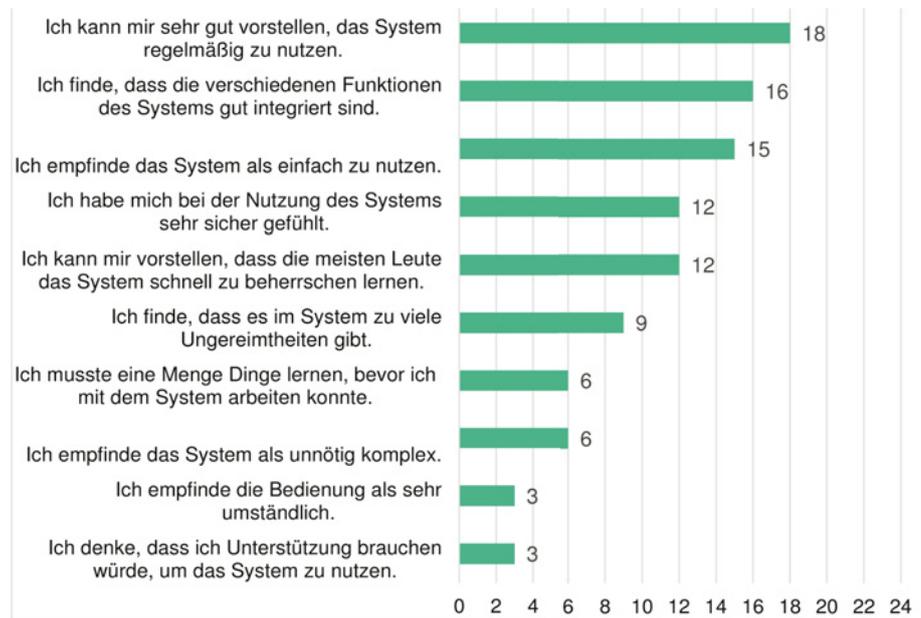


Abb. 11: Ergebnisse zum Fragebogen „Usability“

#### 1.4.5. Anhang

Nr. \_\_\_\_\_

Wir möchten Sie bitten, abschließend einige Fragen zu Ihrer Person zu beantworten. Ihre Angaben werden selbstverständlich vertraulich und anonym behandelt.

1. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an  
weiblich                      männlich

2. Wie alt sind Sie? \_\_\_\_\_ Jahre

3. Welchen Schulabschluss haben Sie?  
(Bitte kreuzen Sie Ihren höchsten Abschluss an)

keinen  
Volksschule/ Hauptschule  
Realschule/POS  
Abitur/  
EOS

4. Welchen beruflichen Abschluss haben Sie?  
(Bitte kreuzen Sie Ihren höchsten Abschluss an)

keinen  
Lehre/berufsqualifizierenden Abschluss  
Meister/Fachhochschulabschluss  
Hochschulabschluss

5. Sind Sie erwerbstätig?  
ja                      nein

6. Wie leben Sie?  
Allein  
Mit meinem Partner  
Mit meinem Partner und Kindern  
In einer WG/Wohnheim

7. Benutzen Sie privat einen Tablet-PC?  
ja                      nein

---

#### 1.4.6. Einverständniserklärung

# Nutzerinterface Für Mehrfamilien- Aktivhäuser

Berliner Institut für  
Sozialforschung GmbH



---

Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers in Plus-Energie-Mehrfamilienhäusern (Aktivhäusern)

## Einverständniserklärung

Hiermit erkläre ich mich einverstanden, an der Studie "Nutzerinterface Evaluation" am \_\_\_\_\_ teilzunehmen.

Ich wurde darüber aufgeklärt dass ich die Teilnahme zu jeder Zeit und ohne Angabe von Gründen beenden kann.

Meine Daten werden ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet und nicht an Dritte weitergereicht.

Datum, Unterschrift \_\_\_\_\_



## 2. Sozialwissenschaftliches Monitoring des Nutzerinterfaces

---

### 2.1 Methodisches Vorgehen

---

Das Berliner Institut für Sozialforschung GmbH hat im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit die sozialwissenschaftliche Begleitforschung im Netzwerk „Effizienzhaus Plus-Standard“ übernommen. Hierbei stehen die Bewohner und Bewohnerinnen der Plusenergie-Häuser im Mittelpunkt. Ziel ist es, die Alltagstauglichkeit dieses Gebäudestandards unter realen Bedingungen zu testen.

Das Aktiv-Stadthaus in Frankfurt am Main ist das größte Mehrfamilienhaus, das in diesem Standard bisher in Deutschland errichtet wurde. Die Größe und die Besonderheiten, dass jeder Mietpartei ein Strom- und Wärmekontingent zur Verfügung gestellt wird und es ein spezifisch für dieses Haus entwickeltes Nutzerinterface gibt, macht dieses Haus zu einem besonders interessanten Objekt der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung.

Für alle Mieter/-innen der Mehrfamilienhäuser des Netzwerks „Effizienzhaus Plus-Standard“ erhoben,

- Welche Motive für den Bezug einer Wohnung in einem Effizienzhaus Plus relevant waren,
- Welche Erwartungen und Befürchtungen beim Einzug in ein Effizienzhaus Plus bestanden,
- Wie das Effizienzhaus Plus aus Nutzerperspektive in Bezug auf das Gebäude insgesamt, die Nutzerfreundlichkeit der Gebäudetechnik und die Wohnzufriedenheit wahrgenommen wird,
- Wie das Umweltbewusstsein und Energienutzungsverhalten ausgeprägt ist,
- Welche Änderungen von alltäglichen Gewohnheiten sich durch das Wohnen in einem Effizienzhaus Plus möglicherweise ergeben haben

Im Aktiv-Stadthaus ist die Evaluation der Nutzerfreundlichkeit des Nutzerinterfaces, die Einschätzung der Bewohner/-Innen zum Feedback ihres Energieverbrauchs und des Rankings von besonderem Interesse.

#### 2.1.1. Untersuchungsdesign

Die sozialwissenschaftliche Begleitforschung im Netzwerk „Effizienzhaus Plus-Standard“ ist als summative Evaluation angelegt und wird mit quantitativen und qualitativen Methoden durchgeführt. Die Mieter und Mieter/-innen werden größtenteils per Fragebogen online befragt (ein Haus wurde auch schriftlich per Post befragt). Darüber hinaus sollen bis zu zehn Interviews pro Haus durchgeführt werden. Diese qualitative Befragung vor Ort dient der Vertiefung von Ergebnissen aus den Fragebögen.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes wurde ein Nutzerinterface entwickelt. Um die Einschätzungen zum Nutzerinterface nach längerer Nutzungsdauer erheben zu können, ist es sinnvoll im Aktiv-Stadthaus zwei weitere Erhebungszeitpunkte zu ergänzen. Sinkt das Interesse an der Applikation? Steigt es? Werden die

---

Informationen des Nutzerinterfaces in den Alltag integriert oder wird nach anfänglichem Nutzungsinteresse vollständig ignoriert?

Außerdem können damit auch die Einschätzungen zur Haustechnik, zum Raumklima und zum Energiesparverhalten somit im Längsschnitt untersucht werden.

Die Mieter und Mieterinnen des Aktiv-Stadthauses werden also insgesamt drei Mal per Fragebogen online befragt. Die erste Befragung soll Ende des Jahres 2015 stattfinden, so dass – je nach Einzugstermin - mindestens zwei Monate Wohndauer gewährleistet sind und ausreichend viele Nutzerinterfaces in Betrieb sind. Im selben Zeitraum werden die Interviews durchgeführt – zur Vertiefung der Fragebogenergebnisse und zur Exploration weiterer möglicher Themen für die folgenden Befragungen.

Der zweite Fragebogen wird im Frühjahr 2016 (März bis Mai) erhoben. Nach sechs weiteren Monaten im Herbst 2016 (September bis November) wird der dritte Fragebogen versendet.

### **2.1.2. Erhebungsinstrumente**

Im Folgenden werden die Erhebungsinstrumente kurz vorgestellt.

#### **2.1.2.1. Fragebogen**

Der Fragebogen für die erste Befragung der Mieter/-innen im Aktiv-Stadthaus gliedert sich in folgende Themenbereiche, wobei der Unterpunkt zum Nutzerinterface der umfangreichste ist und hier detaillierter dargestellt werden soll:

##### *Zufriedenheit mit der Beschaffenheit der Wohnung*

Es wird die Zufriedenheit mit der Größe, Grundriss, Helligkeit der Wohnung und mit dem Wohnumfeld erfragt. Damit kann hinterher geprüft werden, ob der Grad der Zufriedenheit mit diesen Parametern Einfluss auf die Einschätzung des Raumklimas, der Haustechnik, des Nutzerinterfaces usw. hat.

##### *Einzugsmotive*

Die Befragten werden in einer offenen Frage gebeten, drei Motive zu nennen. Daraus kann hinterher ein Ranking der Einzugsmotive nach Häufigkeit ihrer Nennung erstellt werden und es findet nicht von vornherein eine Verengung auf das Energie-Thema statt. Dies fördert i.d.R. die Varianz der Antworten. Anschließend wird die Frage gestellt, wie wichtig es war, in ein Haus mit dem Energieplus-Standard einzuziehen.

### *Erwartungen und Befürchtungen*

Im ersten Fragebogen werden eine Reihe von positiven Erwartungen und Befürchtungen, die wir im Laufe unserer Befragungen und Interviews mit Bauherren und Mieter/-innen energieeffizienter Häuser gesammelt haben, abgefragt. In den folgenden Fragebögen wird erhoben, ob diese tatsächlich eingetreten sind und sich mit den Wohnerfahrungen auf lange Sicht decken.

Den Einfluss der Wohnerfahrung auf die Einschätzung der Erwartungen und Befürchtungen können wir im Rahmen dieser Expost-Befragung nicht ausschließen; eine optimalere Exante-Befragung ließ sich in diesem Fall aber nicht realisieren, weil die Mieter/-innen vorher nicht bekannt waren und keine Laborbedingungen gegeben sind. Wir gehen aber stark davon aus, dass die Ergebnisse gute Näherungswerte liefern werden und sich Enttäuschungen und Überraschungen im Abgleich mit den Wohnerfahrungen später dennoch abbilden lassen.

### *Raumklima*

Zwei Fragen behandeln das Raumklima. Mit der ersten Itematterie werden Einschätzungen zur Raumtemperatur, zur Luftqualität und –feuchtigkeit erfragt. Mithilfe der zweiten Frage soll eingeschätzt werden, wie angenehm oder unangenehm Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit empfunden werden.

Mit diesen Fragen soll geprüft werden, ob die häufig berichtete Erfahrung, geringer Luftfeuchte und Raumtemperaturen in hochgedämmten Häusern mit Flächenheizung und Lüftungsanlage auch im Aktiv-Stadthaus geteilt wird, also die subjektiven Einschätzungen Regelmäßigkeiten aufweisen.

### *Haustechnik (Heizung, Warmwasserversorgung, Lüftungsanlage)*

Die Itematterien zum Heizsystem, der Warmwasserversorgung und der Lüftungsanlage zielen auf deren Funktionsfähigkeit, Suffizienz und Steuerbarkeit durch die Mieter/-innen.

Ferner wird erfragt, ob eine Einführung in die Haustechnik stattgefunden hat und wie diese beurteilt wird. Hinterher kann geprüft werden, ob ein Zusammenhang zwischen der Beurteilung der Haustechnik und der Tatsache, ob eine Einführung stattgefunden hat oder nicht, besteht. Aus einer Untersuchung, die das Berliner Institut für Sozialforschung für die dena – Deutsche Energie Agentur durchgeführt haben, ging hervor, dass die Technik deutlich besser eingeschätzt wurde, wenn eine persönliche Einführung stattgefunden hatte.

### *Nutzerinterface*

Ausgehend von der Frage, ob der Informationsgrad über den eigenen Energieverbrauch derzeit ausreichend ist, wird zunächst – in Form einer Filterfrage – geklärt, ob das Nutzerinterface bereits in Betrieb ist. Ist dies der Fall, soll als nächstes eingeschätzt werden, wie gut oder schlecht es funktioniert und ggf. Probleme geschildert werden. Dadurch werden einerseits konkrete Rückmeldungen generiert, zum anderen kann der Einfluss technischer Probleme auf die folgenden Einschätzungen des Nutzerinterfaces mit dieser Frage kontrolliert werden.

Die Frage danach, in welchem Modus (Mieter-, Experten- oder Aktivmodus) dient als Filterfrage, damit die folgenden Fragen an den jeweiligen Funktionsumfang an-

gepasst sind, lässt aber auch Berechnungen von Korrelationen im Nachhinein zu. Zur Erhebung der Usability und der User Experience wird auf bewährte Skalen zurückgegriffen, weil es dafür Vergleichswerte gibt, aufgrund dessen später eine Beurteilung der Gestaltung des Nutzerinterfaces möglich ist. Zum einen ist die AttracDiff-Skala und zum anderen die SUS-Skala zum Einsatz gekommen.

Der AttracDiff ist ein Instrument zur Erfassung der User Experience. Es erfasst die wahrgenommene hedonische und pragmatische Qualität und bietet somit die Möglichkeit, Qualitätsaspekte über die reine Gebrauchstauglichkeit hinausgehend zu messen. Zugunsten der Fragebogenlänge wurde in diesem Projekt der AttracDiff mini genutzt. Auch hierbei handelt es sich wie beim AttracDiff um ein semantisches Differential, statt der 28 kommen jedoch nur 10 Wortpaare (Bsp.: „einfach-kompliziert“, „phantasielos-kreativ“, „verwirrend-übersichtlich“, „stilvoll-stillos“) zum Einsatz. Diese Wortpaare stellen extreme Gegensatzpaare dar. Auf einer siebenstufigen Skala wird eine Bewertung, eher dem einen oder anderem Extrem zugehörig oder aber neutral, (d.h. mittig) angegeben. Jeweils mehrere Items werden zu einer Skala zusammengefasst. Aus den jeweiligen Mittelwerten resultieren die Skalenwerte für Attraktivität, hedonische und pragmatische Qualität.

Die 1980 entwickelte System Usability Scale (SUS) umfasst zehn Items mit dem Antwortformat einer fünfstufigen Likert-Skala (1 = „Stimme gar nicht zu“ bis 5 = „Stimme voll zu“). Aufgrund der kurzen Bearbeitungszeit wird der Fragebogen auch als „quick and dirty“-Methode bezeichnet. Er dient dazu, einen Überblick über die subjektiv wahrgenommene Usability von Interfaces zu erhalten. Die Items sind an die EN ISO 9241 Norm (Usability-Definition) angelehnt. Die Auswertung der SUS resultiert in einem Score zwischen Null und 100 und kann als Bewertung der allgemeinen Usability interpretiert werden. Für die Berechnung dieses Scores werden die Antworten aller Items von 0 bis 4 kodiert. Diese Werte werden addiert, woraus ein Wert zwischen 0 und 40 resultiert. Dieser Wert wird mit 2,5 multipliziert. Als Ergebnis erhält man den SUS Score, welcher als Prozentwert interpretiert werden kann. Bei einem Wert von 100 ist von einer perfekten Usability auszugehen. Ein Wert über 70 kann als gut bezeichnet werden. Bei einem Wert unter 50 muss von erheblichen Usability Problemen ausgegangen werden.

Daran anschließend wird die Verständlichkeit und Eindeutigkeit der verwendeten Begriffe, Symbole, Farbgebung und graphischen Darstellung als Ergänzung zur Ergebnisevaluation des Entwicklungsprozesses abgefragt.

Außerdem werden Präferenzen der Menüpunkte und der Verbrauchsansichten erfragt. Diese können später mit den Trackingdaten aus dem technischen Monitoring in Zusammenhang gebracht werden.

Nach den Fragen, die das analoge und digitale Nutzerhandbuch evaluieren, folgt die Selbsteinschätzung der Nutzungskompetenz, eine Itemliste zur allgemeinen Technikakzeptanz und auf welchem Endgerät die App genutzt wird, seit wann und wie häufig im Allgemeinen. Dies sind alles Parameter, mit denen sich die vorherigen Einschätzungen kontrollieren lassen, also in Zusammenhang setzen lassen (z.B.: Einfluss der Nutzungsdauer oder der allgemeinen Technikeinstellung auf Bewertung des Nutzerinterfaces).

Abschließend wird mit positiven und negativen Items die Beurteilung des Verbrauchsfeedbacks erhoben und gefragt, inwieweit dies motivierend, frustrierend oder gleichgültig ist. Dies ist – wie eingangs angedeutet - vor allem in einer Langzeitperspektive interessant, wie sich die Einschätzung dazu entwickelt. Die anschließende Abfrage der aktuellen Platzierung dient der Kontrolle eines möglichen Effektes auf diese Einschätzungen.

#### *Umgang mit Energie*

Dieser Themenbereich umfasst drei Fragen: Erstens werden Items zum täglichen, konkreten Energiesparverhalten gefragt und wie häufig diese Maßnahmen ergriffen werden. Zweitens werden die Befragten gebeten, einzuschätzen, ob ihr Energieverbrauch in ihrer neuen Wohnung gegenüber früher gesunken ist. Drittens werden unterschiedliche Möglichkeiten abgefragt, wie sich das Wohnen in einem Plusenergiehaus auf den Energiekonsum auswirken kann.

Mithilfe der ersten Frage lässt sich analysieren, inwiefern besonders energiebewusste Menschen das Aktiv-Stadthaus bewohnen und ob es einen Zusammenhang zwischen Energiesparverhalten und der Bewertung des Verbrauchsfeedbacks über das Nutzerinterface z.B. gibt. Die dritte Frage untersucht, ob ein Rebound-Effekt durch das Wohnen in einem Plusenergiehaus eintritt, eher zum Sparen anregt oder keinen Einfluss hat.

#### *Elektromobilität*

An dieser Stelle wird lediglich gefragt, ob die Option der Elektromobilität genutzt wird. Eine ausführliche Erhebung des Mobilitätsverhaltens würde den Rahmen dieses Fragebogens sprengen.

#### *Angaben zu Haushalt und Person*

Die Angaben zum Haushalt dienen vorwiegend der statistischen Beschreibung der Untersuchungsgruppe (wer hat teilgenommen, welche Wohnungstypen sind repräsentiert). Die soziodemographischen Daten zu Geschlecht, Alter, formaler Bildung, Erwerbstätigkeitstatus und Einkommen dienen einerseits ebenfalls der Beschreibung der Untersuchungspopulation, andererseits lassen sich die inhaltlichen Ergebnisse beispielsweise zum Raumklima, zur Haustechnik, zum Interface und zum Umgang mit Energie auf Zusammenhänge mit diesen Merkmalen überprüfen und anschließend entsprechend besser interpretieren.

#### 2.1.2.2. Interviewleitfaden

Der Interviewleitfaden wird erst nach dem 16.12.2015 zur Verfügung stehen, weil erfahrungsgemäß noch kurzfristig Änderungen vorgenommen werden. Prinzipiell wird er aber die gleichen Themenbereiche wie der Fragebogen behandeln.

Es werden leitfadengestützte, themenzentrierte Interviews sein, die auf 45 bis 60 Minuten angelegt sind. Nach Zustimmung der Interviewpartner/-innen werden diese aufgezeichnet und anschließend thematisch ausgewertet.

#### 2.1.3. Durchführung

Die Bereiterklärung zur Teilnahme an der wissenschaftlichen Begleitforschung ist im Mietvertrag durch die ABG festgehalten worden. Ferner werden die E-Mail-Adressen der Mieter und Mieter/-innen mit deren Einverständnis zu Forschungszwecken an uns ausgehändigt.

Am 04.12.2015 wurden die Mieter/-innen des Aktiv-Stadthauses erstmalig mit dem Link zum Fragebogen angeschrieben. Bis zum 09.12.2015 betrug der Rücklauf zu nächst ein Fünftel der Grundgesamtheit. Hier ist nach Weihnachten mit weiteren Antworten zu rechnen. Als Anreiz zur Befragungsteilnahme werden je Fragebogenerhebung zwei Gutscheine für eine Kochbox verlost. Eine Auswertung ist zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund des bisher geringen Rücklauf noch nicht sinnvoll. Vom 17.12.2015 bis zum 18.12.2015 wurden Interviews im Aktiv-Stadthaus durchgeführt.

## 2.2 Fragebögen für Bewohner und Bewohnerinnen des Aktiv-Stadthauses

### Fragebogen für Bewohner und Bewohnerinnen des Aktiv-Stadthauses

#### 1. Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer jetzigen Wohnung?

zufrieden	eher zufrieden	schwer zu sagen	eher unzufrieden	unzufrieden
<input type="checkbox"/>				

#### 2. Wie finden Sie Ihre Wohnung? (Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an)

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Meine Wohnung ist komfortabel	<input type="checkbox"/>				
Meine Wohnung hat eine ausreichende Größe	<input type="checkbox"/>				
Meine Wohnung hat einen zweckmäßigen Grundriss	<input type="checkbox"/>				
Meine Wohnung ist tagsüber ausreichend hell	<input type="checkbox"/>				
Das Wohnumfeld gefällt mir	<input type="checkbox"/>				

#### 3. Nennen Sie uns bitte die wichtigsten Gründe in Ihre neue Wohnung einzuziehen.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

#### 4. Wie wichtig war es Ihnen, in ein energieeffizientes Haus zu ziehen?

wichtig	eher wichtig	schwer zu sagen	eher unwichtig	unwichtig
<input type="checkbox"/>				

**5. Welche Erwartungen und Befürchtungen hatten Sie gegenüber einer energieeffizienten Wohnung? (Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile an.)**

	Ja	Nein
Dass ich weniger Strom verbrauche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass die Qualität des Raumklimas sehr gut ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass ich Energie ohne schlechtes Gewissen verbrauchen kann	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass ich mich anregen lasse, umwelt- und energiebewusster zu leben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass ich stolz auf meine Wohnung sein werde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass ich weniger heizen muss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass durch die moderne Technik mein Wohnkomfort steigt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**6. Welche Erwartungen und Befürchtungen hatten Sie gegenüber einer energieeffizienten Wohnung? (Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile an.)**

	Ja	Nein
Dass die Technik störanfällig ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass ich ständig lüften muss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass die Lüftungsanlage störende Geräusche produziert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass die Dämmung zu Schimmel in der Wohnung führt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass die Luft stickig ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass ich die Fenster nicht mehr öffnen kann	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass ich mich im Alltag nach der Technik richten muss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dass mich die Technik überfordert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Haben Sie sich über die technischen Besonderheiten Ihres Effizienzhaus Plus informiert?

ja                      nein

8. Gab es eine Einführung in die Haustechnik?

ja                      nein

9.

Wenn Sie Frage 8 mit „JA“ beantwortet haben, beantworten Sie bitte auch die Fragen 10 bis 12. Andernfalls antworten Sie bitte auf Frage 9 und gehen bitte weiter zu Frage 13!

10. Hätten Sie gerne eine Einführung in die Haustechnik gehabt?

ja                      nein

11. Wie wurden Sie in die Bedienung und Funktionsweise der Haustechnik eingeführt?  
(Bitte wählen Sie eine oder mehrere Antworten aus.)

- mit dem Nutzerhandbuch für die Wohnung
- mit einem persönlichen Gespräch vor Ort
- Andere: \_\_\_\_\_

12. Wenn ja, wie hilfreich fanden Sie diese Einführung(en)?

hilfreich              eher hilfreich              schwer zu sagen              eher nicht hilfreich              nicht hilfreich

13. Wenn Sie die Einführung(en) „eher nicht hilfreich“ oder „nicht hilfreich“ fanden, sagen Sie uns bitte kurz warum.

\_\_\_\_\_

**14. Inwiefern treffen folgende Aussagen auf das Raumklima in Ihrer Wohnung zu?  
(Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an)**

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Im Winter wird es in der gesamten Wohnung ausreichend warm	<input type="checkbox"/>				
Im Winter vermisse ich die Wärme eines Ofens/Heizkörpers	<input type="checkbox"/>				
Im Herbst ist meine Wohnung auch ohne Heizung ausreichend warm	<input type="checkbox"/>				
Ich versuche, die Luftfeuchtigkeit zu erhöhen (Wäsche in den Räumen trocknen, Luftbefeuchter)	<input type="checkbox"/>				
Ich finde es häufig stickig in meiner Wohnung	<input type="checkbox"/>				
Im Winter öffne ich die Fenster für das Frischluftgefühl	<input type="checkbox"/>				
Die Luft in meiner Wohnung ist immer frisch	<input type="checkbox"/>				
Ich muss häufiger die Fenster öffnen zu müssen als früher	<input type="checkbox"/>				

**15. Wie bewerten Sie das Raumklima in Ihrer neuen Wohnung?  
(Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an)**

	angenehm	eher angenehm	schwer zu sagen	eher unangenehm	unangenehm
<b>Im WOHNBEREICH...</b>					
...ist die Raumtemperatur	<input type="checkbox"/>				
...ist die Luftfeuchtigkeit	<input type="checkbox"/>				
<b>Im SCHLAFBEREICH</b>					
...ist die Raumtemperatur	<input type="checkbox"/>				
...ist die Luftfeuchtigkeit	<input type="checkbox"/>				

**16. Wie bewerten Sie die Heizung in Ihrer jetzigen Wohnung?  
(Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an)**

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Die Heizung funktioniert zuverlässig	<input type="checkbox"/>				
Die Heizung ist leicht zu bedienen	<input type="checkbox"/>				
Die Temperatur in meiner Wohnung lässt sich meinen Bedürfnissen entsprechend regulieren	<input type="checkbox"/>				
Gewünschte Temperaturunterschiede zwischen einzelnen Räumen sind vorhanden	<input type="checkbox"/>				
Die Oberflächentemperatur der Fußbodenheizung ist ausreichend	<input type="checkbox"/>				
Die Heizung ist träge	<input type="checkbox"/>				

**17. Hatten Sie Probleme mit Ihrer Heizung?**

ja	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**18. Wenn Frage 16 mit „Ja“ beantwortet wurde: Sie haben angegeben, dass Sie Probleme mit Ihrer Heizung haben oder hatten. Bitte schildern Sie uns diese bitte kurz.**

---



---

**19. Wie beurteilen Sie die Warmwasserversorgung in Ihrer Wohnung?**

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Warmwasser steht ohne Wartezeit zur Verfügung	<input type="checkbox"/>				
Es ist immer ausreichend Warmwasser verfügbar	<input type="checkbox"/>				

**20. Wie beurteilen Sie die Lüftungsanlage in Ihrer Wohnung?  
(Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an)**

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Die Lüftungsanlage funktioniert zuverlässig	<input type="checkbox"/>				
Die Lüftungsanlage lässt sich meinen Bedürfnissen entsprechend einstellen	<input type="checkbox"/>				
Die Lüftungsanlage sorgt stets für eine gute Luftqualität	<input type="checkbox"/>				
Die Lüftungsanlage entwickelt störende Geräusche	<input type="checkbox"/>				
Die Lüftungsanlage ist leicht zu bedienen	<input type="checkbox"/>				
Die Lüftungsanlage schafft ein angenehmes Raumklima	<input type="checkbox"/>				
Es zieht, wenn die Lüftungsanlage eingeschaltet ist	<input type="checkbox"/>				
Man muss die Fenster zum Lüften nicht mehr öffnen	<input type="checkbox"/>				

**21. Hatten Sie Probleme mit Ihrer Lüftungsanlage?**

ja                      nein

**22. Wenn Frage 20 mit „Ja“ beantwortet wurde: Sie haben angegeben, dass Sie Probleme mit Ihrer Lüftungsanlage haben oder hatten. Bitte schildern Sie uns diese bitte kurz.**

---



---



---

23. Wie wichtig ist es Ihnen, Ihren Energieverbrauch zu kennen?

wichtig	eher wichtig	schwer zu sagen	eher unwichtig	unwichtig
<input type="checkbox"/>				

24. Fühlen Sie sich ausreichend über Ihren Energieverbrauch informiert?

ja	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Wenn Frage 23 mit „nein“ beantwortet wurde: Sie haben angegeben, sich nicht ausreichend über Ihren Energieverbrauch informiert zu fühlen. Was würden Sie sich zusätzlich wünschen?

---

---

26. Ist Ihr „Nutzerinterface“ bereits in Betrieb?

ja	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wenn Sie Frage 25 mit „JA“ beantwortet haben, beantworten Sie bitte auch die folgenden Fragen. Andernfalls gehen Sie bitte weiter zu Frage 46!**

27. Wie gut funktioniert das „Nutzerinterface“ bisher?

gut	eher gut	schwer zu sagen	eher schlecht	schlecht
<input type="checkbox"/>				

28. Wenn Sie angegeben haben, dass das „Nutzerinterface Aktiv-Stadthaus“ bisher „eher schlecht“ oder „schlecht“ läuft. Schildern Sie uns bitte kurz die auftretenden Probleme

---

---



**31. Wie beurteilen Sie das „Nutzerinterface“?**  
(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile eine Antwort an.)

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Ich empfinde das Nutzerinterface als unnötig komplex.	<input type="checkbox"/>				
Ich empfinde das Nutzerinterface als einfach zu nutzen.	<input type="checkbox"/>				
Ich brauche Unterstützung, um das Nutzerinterface zu nutzen.	<input type="checkbox"/>				
Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Nutzerinterfaces gut integriert sind.	<input type="checkbox"/>				
Ich finde, dass es im Nutzerinterface zu viele Ungereimtheiten gibt.	<input type="checkbox"/>				
Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das Nutzerinterface schnell zu beherrschen lernen.	<input type="checkbox"/>				
Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich bei der Nutzung des Nutzerinterfaces sehr sicher.	<input type="checkbox"/>				
Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich das Nutzerinterface nutzen konnte.	<input type="checkbox"/>				

**32. Wie beurteilen Sie die Gestaltung des „Nutzerinterfaces“?**  
(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile eine Antwort an.)

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Die Farbzuoordnung ist einleuchtend	<input type="checkbox"/>				
Die Kontraste sind ausreichend	<input type="checkbox"/>				
Die Symbole sind verständlich	<input type="checkbox"/>				
Die Begriffe sind selbsterklärend	<input type="checkbox"/>				
Die Graphiken sind verständlich	<input type="checkbox"/>				

33. Welche sind die drei wichtigsten Punkte des Hauptmenüs für Sie? (Bitte wählen Sie drei Punkte aus.)

- Sonnenstrom
- Feedback
- Ranking
- Strom
- Wärme
- Aktiv-Stadthaus



34. Welche Verbrauchsansicht nutzen Sie am liebsten?

- Jahresansicht
- Wochenansicht
- Detailansicht (falls Aktiv- oder Expertenmodus)

35. Wie gut beherrschen Sie die Bedienung des „Nutzerinterface Aktiv-Stadthaus“?

gut                      eher gut                      schwer zu sagen                      eher schlecht                      schlecht

- 

36. Wenn Sie angegeben haben, dass Nutzerinterface „eher schlecht“ bzw. „schlecht“ zu beherrschen: Schildern Sie uns bitte kurz die auftretenden Probleme.

---



---

37. Wie finden Sie das digitale Nutzerhandbuch für das Nutzerinterface?

hilfreich                      eher hilfreich                      schwer zu sagen                      eher nicht hilfreich                      nicht hilfreich

- 

38. Wenn Sie angegeben haben, dass Sie das digitale Nutzerhandbuch „eher nicht hilfreich“ oder „nicht hilfreich“. Schildern Sie uns bitte kurz warum.

---



---

**39. Wie finden Sie Nutzerinterface-Broschüre?**

hilfreich	eher hilfreich	schwer zu sagen	eher nicht hilfreich	nicht hilfreich
<input type="checkbox"/>				

**40. Wenn Sie angegeben haben, dass Sie das digitale Nutzerhandbuch „eher nicht hilfreich“ oder „nicht hilfreich“. Schildern Sie uns bitte kurz warum.**

---



---

**41. Wie wichtig oder unwichtig ist Ihnen das Nutzerinterface für Ihren Alltag?**

wichtig	eher wichtig	schwer zu sagen	eher unwichtig	unwichtig
<input type="checkbox"/>				

**42. Wie stehen Sie zu Technik allgemein?  
(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile eine Antwort an.)**

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt gar nicht
Technik ist sehr nützlich und erleichtert das Leben	<input type="checkbox"/>				
Mithilfe technischer Geräte lassen sich viele Alltagsprobleme lösen	<input type="checkbox"/>				
Ich verstehe eher wenig von Technik	<input type="checkbox"/>				
Es macht mir Spaß, die vielen Möglichkeiten auszuprobieren, die neue Technik bietet	<input type="checkbox"/>				
Mir reicht es, wenn ich an einem technischen Gerät die grundlegenden Funktionen bedienen kann	<input type="checkbox"/>				
Ich bin ein Technikfan	<input type="checkbox"/>				

**43. Seit wann nutzen Sie das Nutzerinterface?**

\_\_ (MM); \_\_\_\_ (JJJJ)

**44. Wie häufig nutzen Sie das Nutzerinterface?**

mind. einmal täglich	mind. einmal die Woche	mind. einmal im Monat	seltener	nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**45. Auf welchem Endgerät nutzen Sie das Nutzerinterface?  
(Kreuzen Sie bitte alles Zutreffende an.)**

- Tablet an der Wand
- Smartphone
- Computer

**46. Wie sehr stimmen Sie folgenden Aussagen zur Rückmeldung Ihres Energieverbrauchs zu?  
(Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an)**

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
Die Rückmeldung über meinen Energieverbrauch ist hilfreich zum Energiesparen	<input type="checkbox"/>				
Es ist motivierend meinen Energieverbrauch im Vergleich mit den Hausbewohnern zu sehen	<input type="checkbox"/>				
Das Ranking des Energieverbrauchs ist überflüssig	<input type="checkbox"/>				
Ich benötige keine Rückmeldung über meinen Energieverbrauch, weil ich sowieso sparsam mit Energie umgehe	<input type="checkbox"/>				
Wenn mein Energieverbrauch über dem Durchschnitt liegt, fühle ich mich unter Druck gesetzt	<input type="checkbox"/>				
Das Ranking des Energieverbrauchs führt zu einem Konkurrenzdenken unter den Nachbarn	<input type="checkbox"/>				
Ich bin motiviert mit meinem Verhalten zu einer guten Energiebilanz des Hauses beizutragen	<input type="checkbox"/>				
Die angezeigten Verbrauchsdaten entsprechen meinem Verbrauch	<input type="checkbox"/>				
Mein Energieverbrauch interessiert mich nicht	<input type="checkbox"/>				
Die Anzeige meines Verbrauchs ist frustrierend	<input type="checkbox"/>				
Es ärgert mich, wenn andere Hausbewohner unnötig viel Energie verbrauchen	<input type="checkbox"/>				
Ich wünsche mir eine Belohnung, wenn ich mein Strombudget nicht ausgeschöpft habe	<input type="checkbox"/>				
Ich beobachte meinen Energieverbrauch genauer	<input type="checkbox"/>				
Ich bin sparsam und dennoch über meinem Budget	<input type="checkbox"/>				
Das in der Miete enthaltene Strombudget ist ausreichend	<input type="checkbox"/>				
Das in der Miete enthaltene Budget für Heizung und Warmwasser ist ausreichend	<input type="checkbox"/>				

**47. Interessiert es Sie, auf welcher Platzierung (siehe Ranking) Sie sich aktuell befinden?**

ja	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**48. Wenn ja, auf welchem Platz stehen Sie aktuell?**

\_\_\_\_\_

**49. Wie verhalten Sie sich in Ihrem Lebensalltag?  
(Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an.)**

	immer	oft	gelegentlich	selten	nie
Ich passe meine Bekleidung an, anstatt die Raumtemperatur im Winter weiter zu erhöhen.	<input type="checkbox"/>				
Ich achte darauf, dass sich kein Gerät im Standby-Modus befindet.	<input type="checkbox"/>				
Ich wasche meine Hände mit kaltem Wasser.	<input type="checkbox"/>				
Ich schalte das Licht aus, wenn ich meine Wohnung/ein Zimmer für längere Zeit verlasse.	<input type="checkbox"/>				
Wenn ich ein Fenster aufmache, drehe ich unterdessen die Heizung ab	<input type="checkbox"/>				
Bei Stoßlüftung lasse ich die Heizung an	<input type="checkbox"/>				
Ich tausche mich mit Bekannten (Nachbarn, Freunde, Verwandte) über Möglichkeiten, Energie zu sparen, aus.	<input type="checkbox"/>				
Ich regele die Heizung herunter, wenn ich für zwei Stunden und mehr die Wohnung/ein Zimmer verlasse.	<input type="checkbox"/>				
Zur Fortbewegung nutze ich umweltschonende Alternativen zum Auto	<input type="checkbox"/>				

**50. Wie ist Ihr heutiger Energieverbrauch im Vergleich zu vor dem Einzug?**

Ich verbrauche weniger Energie	Ich verbrauche genau so viel Energie	Ich verbrauche mehr Energie	Weiß ich nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**51. Wie würden Sie Ihren Umgang mit Energie nach Einzug in das Aktiv-Stadthaus bewerten?  
(Kreuzen Sie bitte in jeder Zeile eine Antwort an)**

	stimmt genau	stimmt eher	schwer zu sagen	stimmt eher nicht	stimmt gar nicht
An meinen Gewohnheiten hat sich nichts geändert	<input type="checkbox"/>				
Ich verbrauche seither Energie ohne schlechtes Gewissen	<input type="checkbox"/>				
Ich gehe bewusster mit der Energie um	<input type="checkbox"/>				
Die Informationen über meinen Energieverbrauch motivieren mich zum Energiesparen	<input type="checkbox"/>				
Ich richte meinen Energieverbrauch bevorzugt nach den Ertragszeiten des Hauses aus	<input type="checkbox"/>				

**52. Nutzen Sie das Car-Sharing-Angebot am Haus?**

ja                      nein

**Wenn Sie Frage 52 mit „JA“ beantwortet haben, beantworten Sie bitte auch die folgenden Fragen. Andernfalls gehen Sie bitte weiter zu Frage 56!**

**53. Wie häufig nutzen Sie dieses Angebot?**

mind. einmal      mind. einmal      mind. einmal      seltener  
täglich              die Woche              im Monat

**54. Wie zufrieden sind Sie mit dem Car-Sharing-Angebot?**

zufrieden      eher zufrieden      schwer zu sagen      eher unzufrieden      unzufrieden

**55. Wenn Sie mit dem Angebot „eher unzufrieden“ oder „unzufrieden“ sind, schildern Sie bitte kurz wann und wobei Probleme auftreten.**

---



---

**56. Haben Sie ein E-Bike/Pedelec?**

ja

nein

**57. Insgesamt: Wenn Sie noch einmal vor der Wahl stünden, würden Sie sich wieder für eine Wohnung im Aktiv-Stadthaus entscheiden?**

ganz sicher

ziemlich  
wahrscheinlich

vielleicht

wahrscheinlich  
nicht

keinesfalls

**58. Würden Sie Ihren Verwandten und Freund/-innen das Wohnen im Aktiv-Stadthaus empfehlen?**

ganz sicher

ziemlich  
wahrscheinlich

vielleicht

wahrscheinlich  
nicht

keinesfalls

Wir möchten Sie abschließend bitten, noch kurz ein paar Fragen zu Ihrer Wohnung und Person zu beantworten. Ihre Angaben werden selbstverständlich vertraulich und anonym behandelt.

59. Wie viele Quadratmeter beträgt Ihre beheizte Wohnfläche?

m<sup>2</sup>

60. Über wie viele Zimmer verfügt Ihre Wohnung exkl. Bad und Küche?

- 1 Zimmer
- 2 Zimmer
- 3 Zimmer
- 4 Zimmer
- mehr als 4 Zimmer

61. Wie viele Personen wohnen in Ihrem Haushalt, Sie inklusive?

Personen

Davon Personen unter 18 Jahren

62. Seit wann wohnen Sie in Ihrer Wohnung?

(MM);  (JJJJ)

Sind Sie ...?

weiblich

männlich

Wie alt sind Sie?

Jahre

Welchen Schulabschluss haben Sie?

(Bitte kreuzen Sie Ihren höchsten Abschluss an)

- keinen Schulabschluss
- Volks-/Hauptschulabschluss
- Realschulabschluss/POS
- (Fach-)Hochschulreife
- Abitur/EOS
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

**Welchen beruflichen Abschluss bzw. welche beruflichen Abschlüsse haben Sie?  
(Bitte kreuzen Sie alles Zutreffende an.)**

- keinen Berufsabschluss
- Lehre/berufsqualifizierenden Abschluss
- Meister/Fachhochschulabschluss
- Hochschulabschluss
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

**Sind Sie erwerbstätig?**

- in Vollzeit erwerbstätig
- in Teilzeit erwerbstätig
- geringfügig/unregelmäßig beschäftigt
- In beruflicher Ausbildung/Lehre
- nicht erwerbstätig (Hausfrau/ -mann, Studierende/Schüler, arbeitslos, erwerbsunfähig)
- in Rente, pensioniert
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

**Wie hoch ist ihr monatliches Haushaltsnettoeinkommen in Euro?**

- unter 1300 €
- 1300 bis unter 1700 €
- 1700 bis unter 2600 €
- 2600 bis unter 3600 €
- 3600 bis unter 5000 €
- über 5000 €



**Vielen Dank für Ihre Unterstützung!**









## 3. Abbildungsverzeichnis

*Sofern es nicht anders angegeben ist handelt es sich um eigene Abbildungen und die Rechte der verwendeten Fotos und Grafiken liegen bei der Technischen Universität Darmstadt, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen.*

---

### 3.1 Abbildungsverzeichnis

---

- Abb. 1: Ergebnisse zum Fragebogen zu „Gestaltung“
  - Abb. 2: Kommentare zur Grafik der Startseite
  - Abb. 3: Kommentare zur Seite „Sonnenstrom verfügbar“
  - Abb. 4: Kommentare zur Seite „Feedback“
  - Abb. 5: Kommentare zur Seite „Ranking“
  - Abb. 6: Kommentare zur Seite „Strom“
  - Abb. 7: Kommentare zur zweiten Ebene der Seite „Strom“
  - Abb. 8: Kommentare zur zweiten Ebene der Seite „Wärme“
  - Abb. 9: Ergebnisse zum Fragebogen „Verhalten“
  - Abb. 10: Ergebnisse zum Fragebogen „Allgemeines“
  - Abb. 11: Ergebnisse zum Fragebogen „Usability“
-

