

Sozialwissenschaftliches Monitoring des „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“

Endbericht

Dr. Eva Schulze

Anja Wilbrandt

Karoline Dietel

Dr. Detlef Oesterreich

Berlin, August 2013

Berliner Institut für Sozialforschung GmbH
Brandenburgische Straße 16
10707 Berlin
Tel: (030) 31 00 09 0
Fax: (030) 31 00 09 66
E-Mail: bis@bis-berlin.de
Internet: www.bis-berlin.de

„Wir sind hier, um zu testen, ob man nur mit Sonnenenergie überleben kann... beziehungsweise Autos aufladen kann und Fernsehen gucken und E-Gitarre spielen kann“

(Lenz, 9 Jahre, 2013)

Inhaltsverzeichnis

0	Zusammenfassung	5
1	Einleitung	8
2	Ziele des sozialwissenschaftlichen Monitorings.....	11
3	Testfamilie	13
3.1	Rekrutierung und Auswahl der Testfamilie	13
3.2	Vorstellung der Testfamilie	16
4	Methoden.....	17
4.1	Untersuchungsdesign	17
4.2	Erhebungsinstrumente	18
5	Ergebnisse	21
5.1	Leben im Effizienzhaus	21
5.1.1	Gebäude und Wohnumfeld	22
5.1.2	Steuerung der Haustechnik.....	23
5.1.3	Raumklima	27
5.1.4	Lüftungsanlage und Lüften	31
5.1.5	Warmwasser	35
5.1.6	Beleuchtung.....	35
5.1.7	Gesundheit und Wohlbefinden	38
5.1.8	Das Leben in der Öffentlichkeit	38
5.1.9	Fazit zum Leben im Effizienzhaus Plus	39
5.2	Elektromobilität	41
5.2.1	Übersicht der Elektroautos	42
5.2.2	Nutzung der Elektroautos.....	43
5.2.3	Nutzerfreundlichkeit der Elektroautos	45
5.2.4	Nutzung der Pedelecs	47
5.2.5	Nutzerfreundlichkeit der Pedelecs	49
5.2.6	Fazit zur Elektromobilität.....	51
5.3	Umweltbewusstsein, umweltschonendes Verhalten und Energiesparverhalten.....	53
6	Literaturverzeichnis	58
7	Abbildungsverzeichnis	61
8	Tabellenverzeichnis	62

0 Zusammenfassung

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ die Entwicklung von klimaneutralen, energetisch hoch effizienten Bau- und Elektromobilitätskonzepten initiiert.

Das Modellprojekt „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“ verwirklicht diesen Ansatz, indem es innovative Entwicklungen aus der Bau- und Fahrzeugtechnik miteinander kombiniert. Es sollte den Nachweis liefern, dass mit moderner Technologie ein sich mit Energie selbst versorgendes funktionsfähiges Einfamilienhaus gebaut werden kann, dessen Energieerträge ausreichend sind, um über den Hausverbrauch hinaus zusätzlich zwei Elektroautos und zwei Elektrofahrräder zu betreiben.

Die sozialwissenschaftliche Begleitforschung für das Projekt hatte die Aufgabe zu evaluieren, wie eine vierköpfige Familie mit diesem Haus zurechtkommt: Forschungsziel war die Überprüfung der Alltagstauglichkeit dieses Hauses aus der Sicht der Nutzer. Die Bewertungen der Handhabbarkeit der Technik und die Zufriedenheit mit der Wohnsituation waren dabei wesentliche Parameter der Gesamteinschätzung. Darüber hinaus sollte erfasst werden, wie die Bewohner mit der Elektromobilität umgehen.

Bei einer Wohndauer von 15 Monaten wurde eine Längsschnittanalyse durchgeführt, die verschiedene Jahreszeiten umfasst.

Zur Durchführung des Projektes wurden qualitative wie quantitative sozialwissenschaftliche Methoden angewandt. Es wurden mit der Familie regelmäßig ausführliche Interviews durchgeführt (insgesamt sieben, davon eines unmittelbar vor dem Einzug und eines einen Monat nach dem Auszug). Der Umgang mit der Technologie des Hauses wurde mit Hilfe teilnehmender Beobachtung erfasst. Zudem hatte die Familie wöchentlich Logbücher zu Fragen der Zuverlässigkeit und Steuerbarkeit der Haustechnik auszufüllen. Dieses enthielt zur Erfassung der Nutzung der Elektromobilität außerdem ein Fahrten- und Aufladebuch. Schließlich war im Abstand von drei Monaten ein standardisierter Fragebogen auszufüllen, mit Hilfe dessen Veränderungen der Einschätzung der Funktionen des Hauses sowie die Zufriedenheit mit den Elektrofahrzeugen erfasst wurden. Weiterhin wurde insgesamt dreimal Einstellungen zu Umweltproblemen, Umweltverhalten und Energiesparen erhoben.

Die Testfamilie wurde in einem aufwendigen Castingverfahren ausgewählt. Aus 132 Bewerbungen wurden zehn Familien ausgewählt, die ausführlich interviewt wurden. Davon wiederum kamen fünf in ein Losverfahren. Die Tatsache, dass sich trotz kurzer Bewerbungsfrist so viele Familien für das Projekt beworben

haben, ist für sich genommen ein interessantes Ergebnis, das zeigt, dass das Interesse an Energie- und Umweltproblemen hoch ist. Auch wenn die Familie die 15 Monate in dem Haus kostenlos wohnen konnte, waren es doch überwiegend Familien, bei denen finanzielle Anreize nicht die entscheidende Rolle für eine Bewerbung gespielt haben.

Als Fazit der 15-monatigen Testphase lässt sich festhalten, dass die Familie sowohl mit dem Haus als auch der Elektromobilität gut zurechtgekommen ist und das Experiment insgesamt als positive Erfahrung in ihrem Leben wertet.

Die Wohnqualität wurde als hoch eingeschätzt. Im Winter war es zwar gelegentlich im Wohnbereich etwas zu kalt, was mit dem fehlenden Windfang im Eingangsbereich des Hauses und den Heizungsausfällen in diesem Zeitraum zusammenhängen dürfte. Im Schlafbereich war es dagegen in den Sommermonaten häufig zu warm. Ansonsten konnte die Raumtemperatur, nach Ansicht der Familie, leicht reguliert werden. Insgesamt wurde die Steuerung der Haustechnik via Touchpanel und Smartphone als einfach zu bedienen und effizient funktionierend beschrieben.

Kritisiert wurden die gelegentlich trockene Luft und anfängliche Probleme mit den Bewegungsmeldern, die sich jedoch durch Ändern der Einstellungen beheben ließen.

Die Elektromobile wurde von der Familie ausgiebig genutzt, wobei die Erfahrungen gemischt waren. Das Aufladen am Haus erwies sich als unproblematisch, insbesondere das Laden auf der Induktionsplattform, das Fahren erforderte jedoch, wenn größere Entfernungen bewältigt werden sollten, eine sorgfältige Planung. Die Probleme lagen hierbei vor allem an der mangelnden Infrastruktur von Lademöglichkeiten. So war eine Urlaubsreise eher eine Abenteuerreise mit unfreiwilligen Zwischenstopps. Im Alltag in Berlin, in dem sich die Familie eine geschickte Kombination der Nutzung von Elektroautos und Elektrofahrrädern ausgedacht hatte, gab es dagegen keinerlei Probleme.

Wir haben über den Zeitraum der Untersuchung versucht, Veränderungen der Einstellungen zur Umweltproblematik und des Umweltverhaltens, inklusive Energiesparverhalten, zu erfassen. Die Familie wurde zu diesen Themen mehrmals mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens befragt. Dabei zeigten sich insgesamt nur sehr geringe Veränderungen. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass die Testfamilie ein sehr ausgeprägtes Umweltbewusstsein hat und auch schon vor Einzug in das Effizienzhaus Plus umwelt- und energiebewusst gelebt hat.

Einschränkend ist, zum insgesamt positiven Bild, das die Testfamilie von ihrem Aufenthalt im Effizienzhaus Plus gehabt hat, zu bemerken, dass sie das Haus aus der Testperspektive erlebt hat und damit weder mit Fragen zur Energieversorgung noch den Kosten von Regulierungen und Reparaturen konfrontiert war.

Der wissenschaftlich gestützte Nachweis, dass es sich in einem solchen Haus komfortabel wohnen und leben lässt, ist jedoch das wesentliche Ergebnis: Das Wohnen in einem Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität schont Umweltressourcen und vermittelt einen hohen Wohnstandard sowie ein gutes Wohngefühl.

1 Einleitung

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ die Entwicklung von klimaneutralen, energetisch hoch effizienten Bau- und Elektromobilitätskonzepten initiiert.

Das Modellprojekt „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“ verwirklicht diesen Ansatz beispielhaft, indem es innovative Entwicklungen aus der Bau- und Fahrzeugtechnik miteinander kombiniert.

Das Haus¹ ging als Gewinner aus dem 2010 vom BMVBS ausgelobten Wettbewerb zu energieeffizientem, nachhaltigem Bauen hervor. Insbesondere die Kombination aus nachhaltigem Wohnen und Elektromobilität konnte hierbei überzeugen.

Das Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität soll sich sowie mehrere Elektrofahrzeuge in der Jahresbilanz zu 100 Prozent selbstständig mit regenerativen Energien versorgen. Eine Besonderheit des Gebäudes sind seine vollständig recycelbaren Baumaterialien.

Konzeptionelle Schlüsselkomponenten zur Energiegewinnung sind Photovoltaik-Module auf dem Dach und der Südfassade sowie der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Diese erzeugt thermische Energie aus der Außenluft und nutzt sie zur Erwärmung des Wassers. Die durch die Solarmodule erzeugte elektrische Energie wird zur Aufrechterhaltung der Haustechnik bzw. zur Aufladung der Elektromobile verwendet und kann in die Hausbatterie oder das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Vor allem durch eine mögliche (konduktive wie induktive) Aufladung der Elektrofahrzeuge am Haus eignen diese sich zusätzlich als mobiler Zwischenspeicher für überschüssige Energie.

Technisch ist das Haus mit einer Lüftungsanlage, Fußbodenheizung, zwei Touchpanels zur Haussteuerung sowie energiesparender Haushaltstechnik ausgestattet. Die Beleuchtung erfolgt über energieeffiziente LED, die an Bewegungsmelder gekoppelt und dimmbar sind.

¹ Arbeitsgemeinschaft der Universität Stuttgart, Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren von Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Werner Sobek mit dem Lehrstuhl für Gebäudeenergetik, dem Lehrstuhl für Bauphysik, dem Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement, Werner Sobek Stuttgart und Werner Sobek Green Technologies.

Das Einfamilienhaus liegt zentral im Westberliner Bezirk Charlottenburg. Das 130qm große Gebäude ist zweigeschossig angelegt und beherbergt im unteren Bereich einen großen Wohnraum mit integrierter Küche, ein WC sowie den Technikraum und im oberen Bereich ein Bad, zwei Kinderzimmer, ein Schlafzimmer sowie den Hauswirtschaftsraum. Vor dem Haus befindet sich eine überdachte Park- und Lademöglichkeit für die Elektrofahrzeuge. Der Eingangsbereich ist gleichzeitig mit Bildschirmen ausgestattet, auf denen interessierte Besucher wesentliche Informationen über das Gebäude einsehen können.

Dieses Pilotprojekt wurde 2011 baulich umgesetzt, die Realisierbarkeit der theoretischen Energieautarkie wurde anschließend unter Praxisbedingungen geprüft. Dafür zog im März 2012 eine vierköpfige Familie, die für 15 Monate Die Alltagstauglichkeit des Hauses und der Elektromobilität testete. Während dieser Zeit lief ein wissenschaftliches Monitoring.

Das wissenschaftliche Monitoring beinhaltete dabei zwei Schwerpunkte: Im Rahmen der messtechnischen Untersuchung des Fraunhofer Instituts für Bauphysik wurden die monatlichen Bilanzen für den Endenergieverbrauch, die Energiequellen und die Energienutzung sowie die Erträge der Photovoltaikanlage und die kumulierten Energieerträge erfasst².

Wesentliches Forschungsziel des sozialwissenschaftlichen Monitorings des Berliner Instituts für Sozialforschung hingegen war es, Erkenntnisse zu Wohnqualität, Mobilität und Alltagstauglichkeit des Konzeptes zu gewinnen. Die Handhabbarkeit der Technologien, die Auswirkungen der Technik auf Wohlbefinden und Lebensalltag sowie die mögliche Veränderung dieser Einschätzungen im Wohnzeitverlauf sollten dabei erfasst werden.

Mit diesem Projekt wurde zum ersten Mal in der Bundesrepublik ein Praxistest zur effizienten Nutzung von Energie im Zusammenwirken von Architektur und Mobilität durchgeführt. Es wurde unter realen Bedingungen evaluiert, wie eine vierköpfige Familie mit dem Effizienzhaus Plus und der Elektromobilität zurechtkommt. Die Dauer des Wohnens über 15 Monate hinweg ermöglichte die Durchführung einer Längsschnittanalyse, die verschiedene Jahreszeiten umfasste.

Die Bereitstellung energieeffizienter, intelligenter Wohngebäude und Mobilität, bei gleichzeitiger Evaluation der Nutzung und Akzeptanz, ermöglicht damit die Entwicklung wissenschaftsbasierter, tragfähiger Bau- und Mobilitätskonzepte für die Zukunft.

Auf Basis dieser Erkenntnisse können Standards für Produkte und Technologien, die die zukünftigen Anforderungen an Gebäude und Mobilität erfüllen und maximale Nutzerfreundlichkeit für Bewohner garantieren, entwickelt werden. So

² Ergebnisse des technischen Monitorings sind bei Erhorn u.a. (2013) zu finden.

kann das Ausmaß der Akzeptanz durch die Bewohner und Nutzer der Elektromobilität ein wichtiger Indikator für die Chancen des Effizienzhaus‘ Plus mit Elektromobilität auf dem Markt sein.

Dazu leistet das Projekt einen wesentlichen Beitrag.

An dieser Stelle möchten wir der Familie Simone Wiechers, Jörg Welke, Freyja und Lenz ganz herzlich für ihre Bereitschaft danken, sich von uns „beforschen“ zu lassen.

2 Ziele des sozialwissenschaftlichen Monitorings

In Zukunft wird es immer mehr Energieeffizienzhäuser geben. Dafür ist die Entwicklung von Messstandards, die eine Vergleichbarkeit von Projekten gewährleisten, besonders wichtig. Dies gilt sowohl für das messtechnische als auch für das sozialwissenschaftliche Monitoring.

Neben dem ingenieurwissenschaftlichen Erkenntnisinteresse, das sich vor allem auf die Leistungsfähigkeit der Technik im Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität richtet, will die sozialwissenschaftliche Forschung herausfinden, inwieweit das Haus in seiner Eigenschaft als Energieerzeuger und Energiesparer positiv wahrgenommen und akzeptiert wird. Vor allem ist von Interesse, wie die Familie mit der Technik umgeht und welche Probleme zu bewältigen waren. Des Weiteren ist die Frage, ob das Wohnen im Effizienzhaus und die Nutzung der Elektroautos sowie Pedelecs Veränderungen im Verhalten der Bewohner bewirken: Ist das Interesse, sparsam mit Ressourcen umzugehen, bereits vorhanden? Wird es durch die Wohn- und Mobilitätserfahrungen verstärkt oder setzt eher ein gegenteiliger Prozess ein? Wird die Haltung unterstützt, dass die Technik des Effizienzhauses, d.h. die weitgehend autarke Energiegewinnung, ausreicht und ein individuelles Bemühen um Energieeinsparungen kaum noch erforderlich ist?

Die sozialwissenschaftliche Begleitforschung soll zu Erkenntnissen über Wohnqualität, Elektromobilität und Energieeffizienz des Effizienzhaus‘ Plus beitragen sowie die Alltagstauglichkeit der Technologien und die Auswirkungen der Technik auf Wohlbefinden und Lebensalltag erfassen.

Bislang liegen solche Erkenntnisse überwiegend zu Passiv- und Niedrigenergiehäusern vor (vgl. Hübner u.a. 2001; Flade u.a. 2003; Ebel u.a. 2003a; Emmerich u.a. 2004; Hacke/Lohmann 2006; Berndgen-Kaiser 2007).

Im Einzelnen geht es um:

(1) Ermittlung der Bewertung des Effizienzhauses, der Nutzerfreundlichkeit der Gebäudetechnik und Wohnzufriedenheit der Bewohner

Es soll festgestellt werden, wie die Testfamilie die Eigenschaften des Effizienzhauses bewertet, um Einflussfaktoren auf die Wohnzufriedenheit und erforderliche sowie wünschenswerte Verbesserungen herauszufiltern. Ein besonderes Erkenntnisinteresse liegt hier auf der möglichen Veränderung dieser Einschätzungen über den (Jahres-)Zeitverlauf.

(2) Ermittlung der Nutzung und Bewertung der Elektromobilität und des Mobilitätsradius‘

Es sollen die Erfahrungen der Familie im Hinblick auf Reichweite, Ladeparameter, Fahrverhalten und Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge erfasst werden.

(3) Ermittlung von Umweltbewusstsein: Umweltbewusstsein, umweltschonendem Verhalten und Energiesparverhalten

Es wird der Frage nachgegangen, wie das individuelle Umweltbewusstsein der Bewohner das Energieverbrauchsverhalten beeinflusst, welche Rolle hier im Alltag gelebte Energiesparüberzeugungen im Vergleich zum alleinigen Erwerb energieeffizienter Technologien spielen und ob die technische Effizienz der Gebäude sogar einen erhöhten Energieverbrauch der Bewohner zur Folge hat (sog. Rebound-Effekt).

(4) Ermittlung möglicher Verhaltensänderungen

Es soll untersucht werden, ob durch das Wohnen im Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität Veränderungen in der Einstellung zum Energiesparen, in der Selbsteinschätzung hinsichtlich des Energiesparens und im Energiesparverhalten auftreten. Welche Rolle spielt eine, aufgrund der Wohnumgebung beständige, Konfrontation mit dem Thema „Energieverbrauch“? Führt diese zu verstärktem Interesse am entsprechenden Verhalten oder verringert sich dieses letztlich, da die objektive Performanz der Gebäude als ausreichende Ressourcenschonung angesehen wird?

3 Testfamilie

3.1 Rekrutierung und Auswahl der Testfamilie³

Die Auswahl der Testfamilie erfolgte im Herbst 2011 mittels eines mehrstufigen Auswahlverfahrens, das in Abstimmung mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) konzipiert wurde. Insgesamt haben sich 132 Familien, überwiegend aus Berlin und Umgebung, beworben.

Die Durchführung der Rekrutierung gliederte sich in mehrere Schritte:

1. Kriterien und Fragebogen zur Vorauswahl, Presseaufruf
2. Vorauswahl potentieller Testfamilien
3. Auswahl der Testfamilie

Kriterien und Fragebogen zur Vorauswahl, Presseaufruf

Im *ersten* Schritt wurde ein Presseaufruf zur Rekrutierung der Familie in Zusammenarbeit mit dem BMVBS erstellt. Dazu wurde zunächst nach sozialwissenschaftlichen Kriterien ein Profil für die potentiellen Bewohner ausgearbeitet. Diese waren im Presseaufruf aufgelistet. Da sich erfahrungsgemäß Interessenten auch dann bewerben, wenn sie die im Presseaufruf genannten Vorgaben nicht vollständig erfüllen, diente deren Erfüllung als erster Filter für die Auswahl.

Folgende Kriterien waren zu erfüllen:

- eine vierköpfige Familie: Eltern und zwei Kinder
- (mindestens) ein Elternteil sollte erwerbstätig sein
- die Arbeitsstelle der Eltern sollte in Berlin oder im Berliner Umland sein
- beide Eltern sollten einen Führerschein besitzen und bereit sein, Elektroautos verschiedener Fabrikate und ggf. auch einen Elektroroller zu fahren
- die Kinder sollten in einen Kindergarten oder zur Schule gehen

Zusätzlich wurde ein Fragebogen zur Vorauswahl potentieller Bewohner ausgearbeitet, der von den Familien im Zuge ihrer Bewerbung ausgefüllt werden musste. Der Fragebogen diente der Abfrage der o.g. formalen Auswahlkriterien

³ Ausführliche Darstellung und Auswertung im 1. Zwischenbericht

und der Erhebung von Sozialdaten. Demzufolge wurden darin Alter und Geschlecht der Familienmitglieder, Schul- und Berufsabschluss der Eltern, Inhalt und Umfang der Berufsausübung, Führerscheinbesitz sowie der Ort, an dem sich Arbeitsplatz, Schule und/oder KiTa der Kinder befinden, abgefragt. Viele Faktoren, die darüber hinaus für eine Auswahl ausschlaggebend waren, wurden mit diesem Fragebogen nicht erfasst, sondern dem zusätzlich geforderten Motivationsschreiben und einem Familienfoto der Bewerbungen sowie den Interviews mit den vorausgewählten Familien entnommen.

Der Aufruf zur Bewerbung der Testfamilien war vom 08.09.2011 bis zum 15.10.2011 auf der Webseite des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung eingestellt. Der Fragebogen wurde auf der Webseite des Berliner Instituts für Sozialforschung zum Download vorgehalten.

Die vollständigen Bewerbungsunterlagen sendeten die Familien per E-Mail, im Einzelfall auch postalisch an das Institut.

Vorauswahl potentieller Testfamilien

Im *zweiten* Schritt erfolgte unter allen Bewerbungen die Vorauswahl von zehn Familien, mit denen anschließend ein Interview geführt wurde.

Die Vorauswahl folgte einem mehrstufigen Auswahlverfahren, bei dem nach jeder Stufe Familien ausgeschlossen wurden. Folgende Stufen mussten die Bewerbungen durchlaufen:

1. Stufe: Ausschreibungskriterien
2. Stufe: Soziale Rahmenbedingungen
3. Stufe: Bewerbungsschreiben und Foto
4. Stufe: Persönliches Gespräch
5. Stufe: Losverfahren

Nachdem diejenigen Bewerbungen in der ersten Stufe ausgeschlossen wurden, die nicht den notwendigen Ausschreibungskriterien entsprachen, wurden in der zweiten Stufe verschiedene Kriterien mit unterschiedlicher Gewichtung kombiniert.

- Idealerweise Mädchen und Junge als Kinder
- mindestens eines der Kinder sollte dem Kleinkindalter entwachsen sein
- keine IT Fachleute, da deren technische Affinität und Kompetenz die des Durchschnittsbürgers deutlich überschreiten
- der Arbeitsplatz sollte mit dem Elektrofahrzeug erreichbar sein

48 Bewerbungen wurden in dieser Phase ausgeschlossen und 84 standen noch zur weiteren Auswahl.

In der dritten Auswahlstufe wurden das Begleitschreiben zur Motivation sowie das der Bewerbung beigelegte Familienfoto beurteilt.

Dies erfolgte entsprechend nachstehender Kriterien:

- Interesse an und eventuell schon Erfahrungen mit energieeffizienter Lebensweise
- Motivation für den Einzug sollte nicht primär unter finanziellen Aspekten erfolgen
- Motivation sollte nicht das Bedürfnis nach Selbstdarstellung sein
- Wunsch eventuell selber ein Haus bauen zu wollen oder ein vorhandenes Haus energieeffizient umzurüsten
- sympathisches, fotogenes Erscheinungsbild

Infolge dessen sind zwölf Familien übrig geblieben, allerdings ist eine Familie während des Auswahlverfahrens abgesprungen und eine weitere musste wieder ausgeschlossen werden, weil ein Interview mit der gesamten Familie innerhalb der vorgegebenen Zeit nicht möglich war.

Mit den verbleibenden zehn Familien wurde in der vierten Auswahlstufe ein persönliches Gespräch bei den Befragten zu Hause durchgeführt. Die Gespräche dauerten etwa eine bis anderthalb Stunden. Dabei wurden Probeaufnahmen mit einer Videokamera aufgenommen. Es wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Detaillierte Klärung der Motivation für die Teilnahme
- Was ist nach den 15 Monaten Wohnzeit im Effizienzhaus geplant?
- Familienhintergrund
- Stabilität der Arbeits- und Lebensverhältnisse
- Geregelter Tagesablauf, möglichst auch am Wochenende im Haus leben
- Verlässlichkeit und Ordentlichkeit
- Artikulationsfähigkeit – Kompetenz öffentlich zu reden und sich zu bewegen
- Telegenität

Im Anschluss daran blieben fünf gleichwertig in Betracht kommende Familien übrig, aus denen mittels Losverfahren unter Aufsicht des Ministeriums im fünften Auswahlschritt die Testfamilie schließlich ausgesucht wurde.

Auswahl der Testfamilie

Das Los zog Bundesbauminister Peter Ramsauer am 20.12.2011 im Erich-Klausener-Saal des Ministeriums und wählte damit Familie Welke/Wiechers als Testfamilie aus.

Die Unterzeichnung der vom Berliner Institut für Sozialforschung und BMVBS erarbeiteten Vereinbarung der Rechte und Pflichten der Testfamilie im Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität besiegelte den Einzug der Familie, der am 05.03.2012 schließlich stattfand.

3.2 Vorstellung der Testfamilie



Familie Welke/Wiechers bei der symbolischen Schlüsselübergabe

Für 15 Monate tauschte Familie Welke/Wiechers ihre Berliner Altbau-Wohnung mit dem Effizienzhaus Plus in der Fasanenstraße ein.

Jörg Welke (42 Jahre) ist studierter Historiker und arbeitete zum Zeitpunkt des Einzugs im Bereich Öffentlichkeitsarbeit/Forschung an einem Umweltinstitut. Simone Wiechers (42 Jahre) ist Kunsthistorikerin und arbeitet in einer Galerie für zeitgenössische Kunst als Kuratorin.

Beide Eltern besitzen einen Führerschein, jedoch kein Auto.

Die Kinder – Freyja (11 Jahre) und Lenz (8 Jahre) – gehen zur Schule und beide musikalischen Hobbies nach. Freyja spielt Cello, Lenz E-Gitarre. Die Schule wurde für die 15-monatige Wohnzeit im Effizienzhaus Plus nicht gewechselt.

4 Methoden

4.1 Untersuchungsdesign

Das sozialwissenschaftliche Monitoring wurde mit qualitativen und quantitativen Methoden durchgeführt. Wesentlicher Bestandteil der sozialwissenschaftlichen Untersuchung war die Längsschnittanalyse.

Es wurden anhand von wöchentlichen Logbüchern Daten zur Haustechnik und Elektromobilität über den gesamten Zeitraum von 15 Monaten erhoben. Daten zur Zufriedenheit mit Wohnen/Mobilität wurden in dreimonatigen Abständen wiederholt gestellt, da davon auszugehen war, dass die Abfrage je nach Jahreszeit unterschiedliche Ergebnisse hervorbringen könnte. Darüber hinaus wurden drei Mal während des Erhebungszeitraums Antworten zum Umweltbewusstsein und -verhalten sowie zum Energiesparverhalten erhoben, um feststellen zu können, ob sich diesbezüglich Änderungen während des Wohnens im Effizienzhaus Plus ergeben.

Zentrale Fragen zur Befindlichkeit wurden in quartalsweise stattfindenden qualitativen Interviews erhoben. Für die Beurteilung des Umgangs mit der technischen Ausstattung wurden teilnehmende Beobachtungen durchgeführt. Die Interviews und die teilnehmende Beobachtung wurden vor Ort bei der Familie durchgeführt.

Die Logbücher und Fragebögen wurden von den Eltern separat ausgefüllt. Die Interviews wurden hauptsächlich mit den Erwachsenen geführt, einige Male wurden jedoch die beiden Kinder mit einbezogen.

4.2 Erhebungsinstrumente⁴

Das wöchentliche Logbuch

Das wöchentlich auszufüllende Logbuch enthielt Fragen zur Zuverlässigkeit und Steuerbarkeit der Hausfunktionen und der technischen Geräte, zu Nutzungsproblemen sowie ein Fahrten- und Aufladebuch für die Elektroautos und Pedelecs. Mit diesen Daten sollten die Funktionstüchtigkeit des Hauses und das Wohlbefinden seiner Bewohner über die Jahreszeiten hinweg dokumentiert und nach der 15-monatigen Testphase zu den technischen Messdaten ins Verhältnis gesetzt werden. Damit sollten Differenzen und Kongruenzen zwischen subjektiver Wahrnehmung und objektiven Gegebenheiten erfasst werden.

Das Logbuch enthielt einen Frageblock zum Raumklima, wobei diesem Lüftung, Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur, Raumklima und Heizung zugeordnet waren (vgl. Danner 2006, Berndgen-Kaiser 2007: 48ff.). Des Weiteren wurden Fragen zur Warmwasserversorgung, zu den zentralen Steuerungsmöglichkeiten der Haustechnik (Touchpanel, Smartphone) sowie jeweils offene Fragen zu Problemen und technischen Veränderungen im Wochenverlauf erhoben (vgl. Ebel et al. 2003a: 54ff; diess. 2003b: 195ff.).

Im ersten Halbjahr der Erhebung enthielt das Logbuch zusätzlich einen ausführlichen Frageblock zur Beleuchtung und Lichtsteuerung im Haus sowie einen ebenso ausführlichen Frageblock zur Bedienung der Touchpanel und Smartphones. Danach wurden die standardisierten Fragen zu diesen Bereichen in eine offene Frage umgewandelt.

Ergänzt wurde das Logbuch um Angaben zum zeitlichen Aufwand für die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (in Stunden). Hier kristallisierte sich ein erhebliches Belastungspotential heraus, das das allgemeine Wohlbefinden hätte beeinträchtigen können.

Der Teil des Logbuch zur Elektromobilität diente der Erfassung der Häufigkeit des Fahrens, des Fahrzwecks, der gefahrenen Kilometer, der Ladehäufigkeit und des Ladeortes sowie von Problemen mit den Fahrzeugen. Diese Informationen wurden für beide Elektroautos und beide Pedelecs abgefragt (vgl. Krems 2011).

⁴ Alle Erhebungsinstrumente sind im zweiten Zwischenbericht dargestellt.

Quartalsfragebogen zur Zufriedenheit mit Wohnen und Elektromobilität

Dieser Fragebogen wurde alle drei Monate ausgefüllt, um Wahrnehmungsveränderungen im Erhebungszeitraum und zu allen Jahreszeiten erfassen zu können. Außerdem enthielt er die standardisierte Bewertung der fünf getesteten Autotypen und der drei getesteten Pedelecmodelle. Es wurden des weiteren Fragen zu gesundheitlichen Aspekten, zum Komfort (Wohnen, Technik, Elektrofahrzeuge), zur allgemeinen Zufriedenheit mit dem Haus und der Wohnumgebung, zur Technik, zur Teilnahme am Forschungsprojekt sowie zu den Elektrofahrzeugen gestellt.

Fragebogen zu Umweltbewusstsein, Umweltverhalten und Energiesparen

Mit dem Fragebogen zu Umweltbewusstsein und Umweltverhalten sowie zum Energiesparen verband sich die These, dass das Wohnen im Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität zu Veränderungen im Umweltbewusstsein und/oder Umwelt- bzw. Energiesparverhalten der Testfamilie führen könnte. Dieser Fragebogen wurde deshalb von der Familie einmal vor Einzug, nach sechs Monaten des Wohnens und nach Auszug aus dem Effizienzhaus ausgefüllt (vgl. Ebel et al. 2003a: 95, vgl. Ibold 2007: 49ff.). Dabei wurde die erprobte Skala zum allgemeinen Umweltbewusstsein (Preisendörfer, P. 1999, zit. n. Ebel 2003a: 95, Wortmann, K. 1994, zitn. n. ebd.) eingesetzt und mehrere umweltrelevante Verhaltensbereiche erfasst: Bedeutsam sind das Einkaufsverhalten, die Abfallbeseitigung, Verkehrsverhalten und Einschränkung des Energieverbrauchs (Ibold 2007: 53f.).

Die themenspezifisch zusammenfassende Beschreibung der Angaben dient maßgeblich der Charakterisierung der Familie und der Erfassung möglicher Veränderungen im Zeitverlauf, wobei dies ein rein deskriptiver Befund ist.

Durchführung qualitativer Interviews

Die qualitativen, leitfadengestützten Interviews, die vor dem Einzug der Familie in das Effizienzhaus Plus, regelmäßig einmal im Quartal sowie nach dem Auszug geführt wurden, dienten der vertiefenden Nachfrage von Einschätzungen aus den Logbüchern und den bisher ausgefüllten Fragebögen. Außerdem kamen darin der Alltag im Effizienzhaus Plus, besondere Ereignisse, Pressetermine sowie die Zufriedenheit mit der Projektteilnahme und dem Projektverlauf zur Sprache. Bei dieser Gelegenheit konnten auch Einschätzungen der Kinder zum Wohnen und zur Elektromobilität erhoben werden.

Da der Vater von Herrn W., bis auf die ersten beiden Modelle, jeweils das zweite zur Verfügung gestellte Elektroauto genutzt hat, war er beim vorletzten Interview

mit dabei, um über seine Erfahrungen mit der Elektromobilität berichten zu können.

Insgesamt wurden sieben Interviews zu folgenden Terminen mit der Familie geführt:

Interview 1: 21. Februar 2012 (vor dem Einzug)

Interview 2: 19. März 2012

Interview 3: 28. Juni 2012

Interview 4: 20. September 2012

Interview 5: 10. Dezember 2012

Interview 6: 28. März 2013

Interview 7: 16. Juli 2013 (nach dem Auszug)

Teilnehmende Beobachtung

In der Anfangsphase wurde die Usability (Menüführung, Verständlichkeit, Nutzung) der beiden Touchpanels, die der technischen Haussteuerung vom Effizienzhaus dienen, evaluiert. Diese Methode der Feldforschung ermöglicht es, Erkenntnisse über den tatsächlichen Umgang mit der Technik zu erlangen.

Das Kennzeichnende dieser Methode ist die persönliche Teilnahme des Forschers an der Vorgehensweise der Personen, die die Technik bedienen. Durch die Teilnahme an, beziehungsweise die unmittelbare Erfahrung der Situation werden Schwierigkeiten, Aspekte des Handelns und Denkens beobachtbar, die vergleichsweise in Gesprächen oder Fragebogenerhebungen über diese Bedienung des Touchpanels nicht zugänglich gewesen wären.

5 Ergebnisse

Nach 15 Monaten, in denen die Testfamilie das Effizienzhaus Plus bewohnt hat, liegt umfangreiches Material vor.

Dies sind Daten zur Bewertung des Effizienzhaus‘ Plus, zur Nutzerfreundlichkeit der Gebäudetechnik und zur Wohnzufriedenheit der Bewohner. Auch die Daten zur Nutzung und Bewertung der Elektromobilität liegen vor; ebenso die Daten zur Ermittlung von Umweltbewusstsein, umweltschonendem Verhalten und Energiesparverhalten. Insgesamt wurden 63 Logbücher, sieben Interviews, drei Umweltfragebögen und fünf Quartalsfragebögen zu Wohlbefinden im und Zufriedenheit der Familie mit dem Haus sowie der Elektromobilität ausgewertet. Die Familie war in den 15 Monaten fünf Wochen im Urlaub und Frau W. zusätzlich zwei Wochen nicht anwesend. Für die Zeit der Abwesenheit wurden jeweils keine Logbücher ausgefüllt.

In Logbüchern wie Quartalsfragebögen galt es, Aussagen auf einer vorgegeben 5-Punkte-Skala, reichend von stimmt genau (5), stimmt eher (4), schwer zu sagen (3), stimmt eher nicht (2) bis zu stimmt überhaupt nicht (1), zu bewerten. Die Diagramme zeigen die Einschätzungen von Herrn und Frau W. zu ausgewählten Items des Logbuchs pro Nutzungswoche über den gesamten Erhebungszeitraum (März 2012 bis Mai 2013). Die blaue Linie stellt die Angaben von Herrn W., die rote jene von Frau W. dar. Die Messzeitpunkte, in denen keine Daten erfasst wurden, werden durch die gestrichelten Linien abgebildet.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des sozialwissenschaftlichen Monitorings vorgestellt. Die Analysen der Logbücher werden in Abbildungen graphisch dargestellt und um Ergebnisse aus den Interviews sowie den Quartalsfragebögen ergänzt. Im nächsten Kapitel werden die Einschätzungen und Erfahrungen der Bewohner zum Leben im Effizienzhaus und in einem weiteren Kapitel die Alltagstauglichkeit der Elektromobilität dargestellt.

5.1 Leben im Effizienzhaus

Das Leben im Effizienzhaus umfasst verschiedene Facetten. Zum einen ist dies die Alltagsorganisation der vierköpfigen Familie in einem modernen Haus mit neuen technischen Bedingungen.

Zum anderen spielt der thermische Komfort, wie Temperatur, Zugluft und Luftfeuchte, im Sommer und Winter eine wichtige Rolle. Die

Innenraumluftqualität, Geräuschpegel und Gerüche haben Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Bewohner, ebenso die Lichtverhältnisse bei Tageslicht und Dunkelheit.

Im Folgenden werden die Einschätzungen und Probleme der Familie im Bereich Wohnzufriedenheit und Wohnumfeld, Haustechnik sowie Gesundheit und Wohlbefinden betrachtet.

5.1.1 Gebäude und Wohnumfeld



Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität, Vorderansicht

Insgesamt zog die Familie eine positive Bilanz wie den Angaben des Quartalsfragebogens zu entnehmen ist. Für die gesamte Wohnzeit gaben beide Elternteile an, dass ihnen das Wohnen im Effizienzhaus Plus uneingeschränkt Spaß gemacht hat sowie komfortabel und angenehm war. Sie fanden beide, dass die Größe des Hauses hinlänglich, es gemütlich und ausreichend hell war. Besonders der große Wohnraum mit integrierter Küche im Erdgeschoss wurde wegen der Raumaufteilung als sehr schön empfunden. Das Haus sei insgesamt in seiner Modernität, auch von außen, sehr ansprechend und etwas Besonderes.

Aufgrund des Standortes des Gebäudes auf dem Gelände des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung war das Wohnumfeld von Bürokomplexen und öffentlichen Institutionen geprägt. Dies gefiel der Familie weniger gut, sie haben sich jedoch recht schnell daran gewöhnt und fühlten sich in der Gegend auch

weitgehend sicher. Im dritten Interview (Juni 2012) äußerten sie, dass die Klimaanlage des Bankgebäudes nebenan recht laut sei. Die Musik von der gegenüberliegenden Universität der Künste gefiel ihnen hingegen sehr. Der Straßenlärm sei etwas mehr als in ihrer alten Wohnung, aber bei geschlossenen Fenstern und Türen hätte man im Haus nichts mehr davon gehört.

Es gab auch Dinge, die sich im Familienalltag als etwas unpraktisch erwiesen: Eine Mülltrennung war nicht möglich, der Müll wurde zum Teil in den Containern auf dem Gelände des nahegelegenen Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung entsorgt, das Altglas entsorgte Frau W. auf dem Weg zur Arbeit. Auch dies war letztlich dem Standort und Modellcharakter des Gebäudes geschuldet: Das Haus war nicht an die öffentliche Abfallentsorgung angeschlossen, weshalb sich die entsprechenden Herausforderungen bei der Müllbeseitigung ergaben.

5.1.2 Steuerung der Haustechnik



Touchpanel zur Steuerung der Haustechnik

Zwei Touchpanels (GIRA) im Erd- und Obergeschoss bildeten die zentrale Haussteuerung: Licht, Heizung, Jalousien ließen sich dort für alle Räume regeln, aber auch Informationen, wie z.B. Temperatur und Luftfeuchtigkeit, einsehen. Darüber hinaus konnten über den Bildschirm Szenarien (bspw. dass morgens um sechs Uhr alle Jalousien automatisch hochgefahren werden) programmiert

werden.

Mithilfe der Smartphones konnten von außen spezifische Steckdosen angesteuert werden, die für die Beleuchtung vorgesehen waren. Praktisch war der Türöffner per Smartphone, dank dessen vergessene Schlüssel der Kinder kein Problem darstellten oder aus der Ferne einem Freund Zutritt zum Haus gewährt werden konnte, um die Katze zu füttern.

Die Steuerung der Gebäudetechnik mittels Smartphone und Touchpanel fanden beide eher unkompliziert und überwiegend intuitiv (vgl. Abb. 1), wobei Frau W. zwischen Ende April und Mitte Mai 2012 – im gleichen Zeitraum, als auch Probleme mit der Lüftung und den Bewegungsmeldern auftraten (s.u.) – angab, dass die Regulierung der Gebäudetechnik via Touchpanel schwierig sei (vgl. Abb. 2 und 3).

Smartphone und Touchpanel wurden nach Einschätzung der Eltern auch von den Kindern weitgehend problemlos bedient. Der Sohn konnte beispielsweise Licht und Jalousien problemlos via Touchpanel steuern.

Abb. 1: Die Bedienung des Touchpanel erfolgt intuitiv

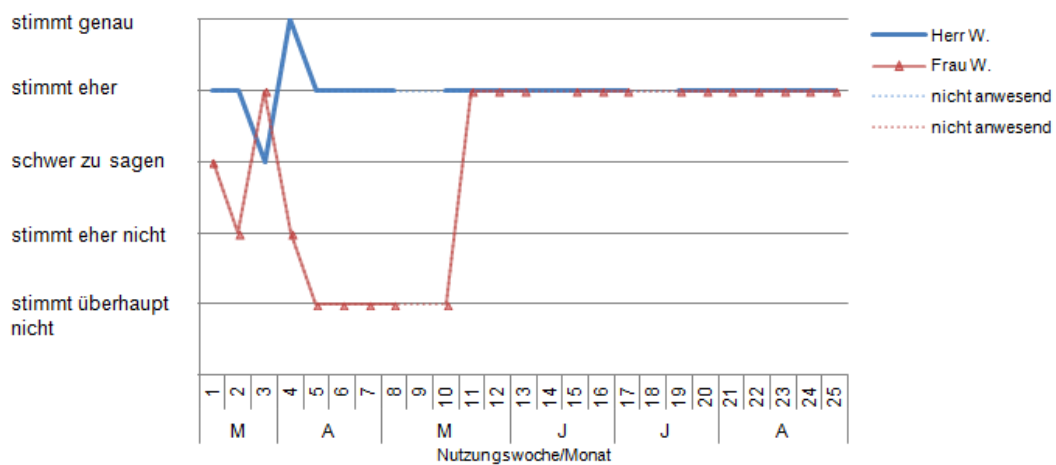


Abb. 2: Es ist schwierig die Gebäudeautomation über das Touchpanel zu steuern

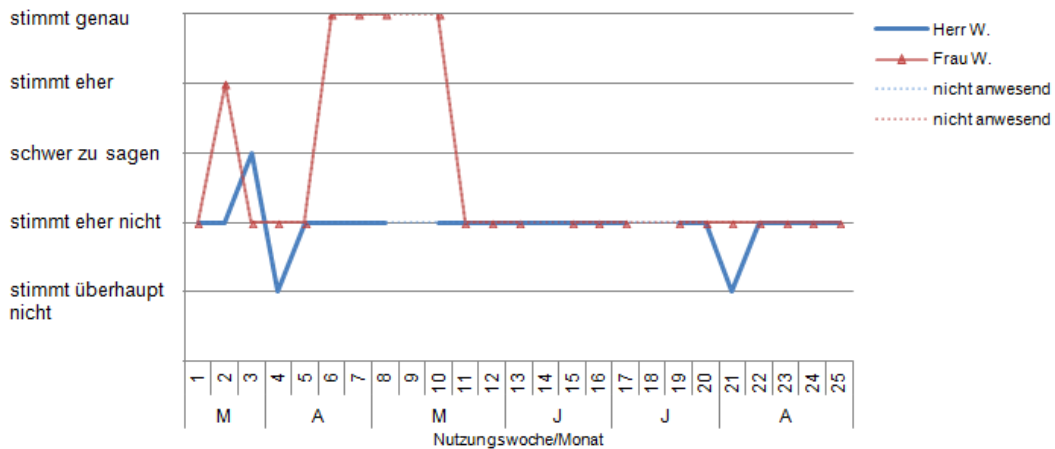
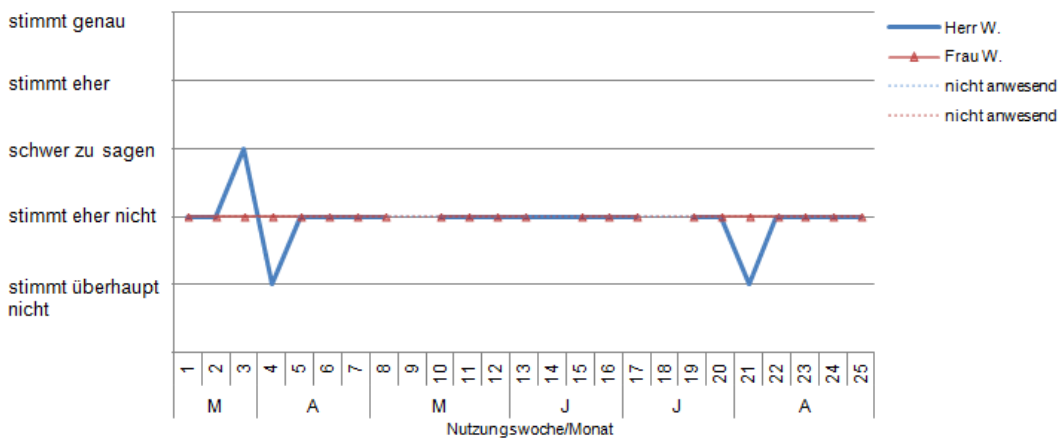
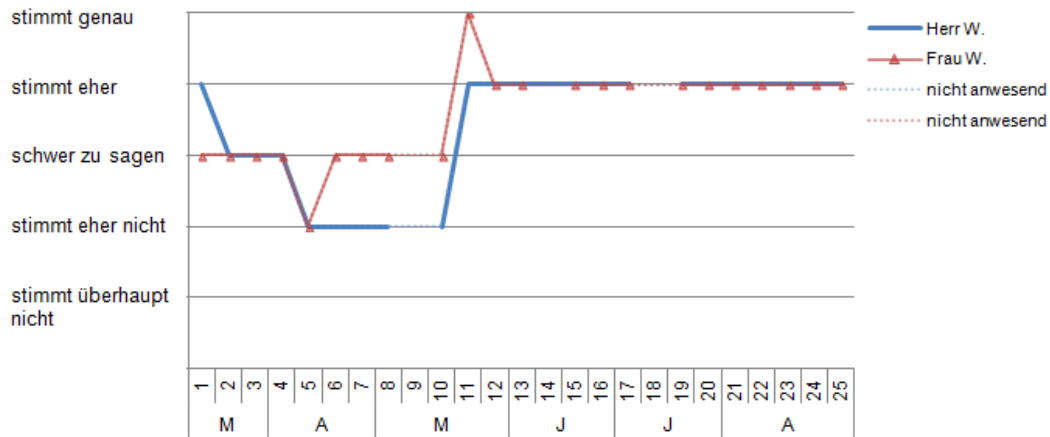


Abb. 3: Es ist schwierig die Gebäudetechnik über das Smartphone zu steuern



In den Interviews im März und Juni 2012 wurde zur Bedienung des Touchpanels erläutert, dass sich Szenarien erst eine ganze Weile nicht einstellen ließen und nun nicht zuverlässig funktionieren würden. Die Einstellung von Szenarien, wie z.B. das morgendliche Hochfahren ausgewählter Jalousien und das Anschalten bestimmter Leuchten und Bewegungsmelder, sei ohne Einweisung nicht intuitiv und schwierig gewesen. Anfang Januar 2013 ließen sich im Zusammenhang mit einem der Heizungsausfälle laut Logbuch die Soll-Werte der Heizung nicht programmieren, was durch einen Neustart des Systems behoben werden konnte.

Abb. 4: Ich kann mich auf die korrekte Fernsteuerung der Geräte via Smartphone verlassen



Die Fernsteuerung der Gebäudetechnik über das Smartphone funktionierte verlässlich (vgl. Abb. 4). Es war u.a. möglich von außen das Licht, die Jalousien und die Haustür anzusteuern, was von der Familie als praktisch erachtet wurde.

Wenngleich die technischen Möglichkeiten im Haus als sehr komfortabel empfunden wurden, stellt die Familie rückblickend jedoch fest: Dies sei für die Dauer des Wohnens zwar schön, aber hinterher vermisse man es dennoch nicht allzu sehr.

Die Steuerung der Haustechnik via Touchpanel sei zwar leicht gewesen, letztlich aber nicht erforderlich, wenn es andere Steuerungsmöglichkeiten gibt.

Herr W. resümierte in diesem Zusammenhang, Technologie sei vor allem dann sinnvoll, wenn sie wirklich hilft, Energie zu sparen. Im Effizienzhaus seien daher unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz alle zentralen Steuerungsmöglichkeiten eher überflüssig gewesen. Er findet Schalter ausreichend. Zudem empfand er es als sehr ungewohnt, über bestimmte Funktionen (z.B. die Regulierung der Lüftung, s.u.) keine Kontrolle zu haben. Die automatisierte Steuerung hat ihm nach dem Auszug daher am wenigsten gefehlt. Frau W. hatte mit der Automatisierung hingegen kaum Probleme, v.a. da sich die Lüftung als leistungsfähig und die Kopplung an den CO₂-Wert als sinnvoll erwies: „Was hätte es mir gebracht, wenn ich sie noch manuell hätte bedienen können“ (Interview 7).

„Ich war in Basel und da rief mich meine Tochter an und sagt, ich hab kein Hausschlüssel, kannst du mir mal schnell aufmachen. Ich dachte, das geht doch jetzt bestimmt nicht. Und es ging sofort! Schon toll!“

Frau W., Juni 2012

So wenig über die Technik zu wissen und im Problemfall immer auf die Hilfe von Handwerkern angewiesen zu sein, empfindet Frau W. hingegen als für den Alltag zu anstrengend.

„Die Abhängigkeit von Technikern wäre mir persönlich als Hauslebauer einfach zu viel. Das kostet Geld, ich muss mich erst einmal damit beschäftigen, einen Termin finden, überlegen, wann ich Zeit habe... das wäre mir privat zu viel.“

Frau W., Dezember 2012

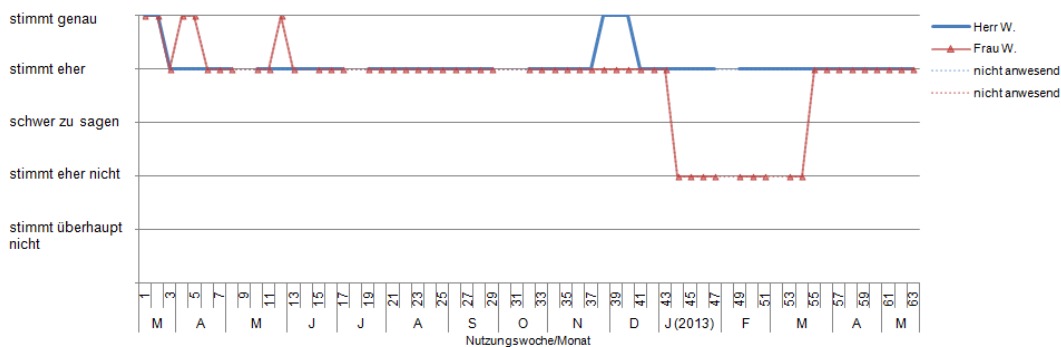
Nach kleineren, anfänglichen Schwierigkeiten empfanden beide die Steuerung der Gebäudetechnik via Touchpanel und Smartphone als unkompliziert und weitgehend intuitiv.

Die Fernsteuerung der Gebäudetechnik über das Smartphone sei verlässlich gewesen.

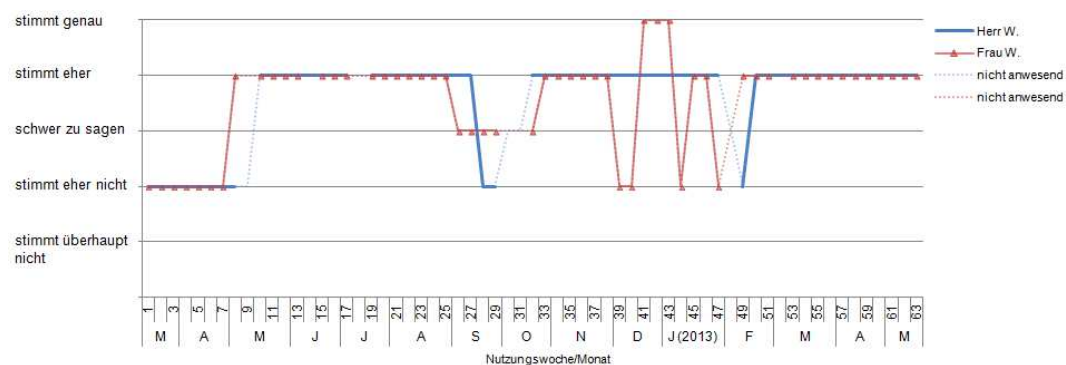
Technik und Steuerungsmöglichkeiten sind zwar komfortabel, letztlich aus Sicht der Familie jedoch nicht unbedingt notwendig.

5.1.3 Raumklima

Insgesamt fanden sowohl Herr W. als auch Frau W. die Räume über den gesamten Zeitverlauf eher behaglich (vgl. Abb. 5). In den Wintermonaten zu Beginn des Jahres 2013 weicht Frau W.s Einschätzung bezogen auf die Behaglichkeit der Räume ab: Sie fand es zwischen Januar bis März 2013 eher nicht behaglich. Im gleichen Zeitraum gibt sie an, dass es ihr im Wohnbereich eher zu kalt sei. Ein Grund könnte der fehlende Windfang im Eingangsbereich sein, der sich im Winter bemerkbar gemacht habe, weil die Kälte beim Kommen und Gehen in den Wohnbereich gelangt sei. Zudem gab es Mitte Oktober 2012 und im Januar 2013 mehrere Heizungsausfälle. Dies hat die Familie nicht als schlimm empfunden und den Wohnbereich in diesen Fällen mit dem Backofen beheizt. Im Schlafbereich fanden es beide über den gesamten Zeitraum angenehm; nur in den Sommermonaten war es ihnen eher zu warm. Die Kinder hätten sich auch an die Temperatur im Kinderzimmer gewöhnt: Die Tochter fand es anfangs zu warm. Dieses Empfinden habe sich gelegt, obwohl die Temperatur gleich geblieben sei, wie Frau W. im Dezember 2012 erzählte.

Abb. 5: Die Räume sind insgesamt behaglich

Temperaturunterschiede wurden laut Logbuch vor allem zwischen Ober- und Untergeschoss – abgesehen von punktuellen Abweichungen – relativ konstant über den Beobachtungszeitraum seit Mai 2012 wahrgenommen (vgl. Abb. 6). Im Obergeschoss, wo sich die Schlaf- und Kinderzimmer der Familie befanden, sei es – unabhängig von der programmierten Temperatur – etwas wärmer als im Erdgeschoss gewesen. Dies ließ sich auch schlecht regulieren, weil es ein offenes Treppenhaus im Haus gab und die Wärme nach oben zog. In den Sommermonaten haben sie daher abends die geöffneten Fenster zur Lüftung und Kühlung der genutzt. Eine Klimaanlage haben sie sich rückblickend aufgrund deren Energieverbrauchs und der „künstlich abgekühlten Luft“ dennoch nicht gewünscht (Interview 7).

Abb. 6: Es gibt Temperaturunterschiede zwischen dem Erd- und Obergeschoss

Das Gefühl, die Raumtemperatur nicht gut kontrollieren zu können, äußerten sie erstmals im März 2012 kurz nach ihrem Einzug. Damals sahen sie die Trägheit der Lüftung als ursächlich. Von Januar bis Mai 2013 haben beide angegeben, das Gefühl zu haben, die Temperatur eher nicht so gut über eine zentrale Steuerungsmöglichkeit im Vergleich zu einem Heizungsthermostat regulieren zu

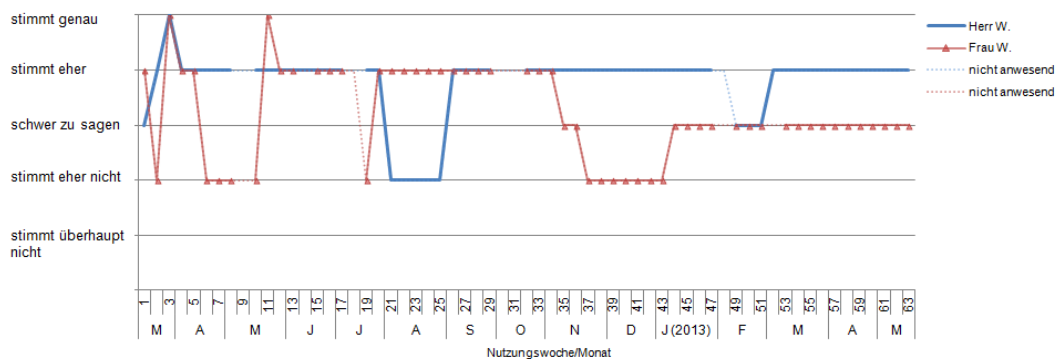
können. Im Vorjahr wurde dies dagegen nicht als Problem wahrgenommen. Es ist davon auszugehen, dass die Änderung der Einschätzung durch die Fehlschaltung der zentralen Steuerung Ende des Jahres 2012 bedingt war: Auf dem Display des hausinternen Touchpanels waren der Hauswirtschaftsraum mit dem Bad und die Kinderzimmer mit dem Schlafzimmer vertauscht, so dass versehentlich die falschen Räume beheizt wurden. Darüber hinaus hat sich zur gleichen Zeit herausgestellt, dass die Sensoren z.B. die Raumtemperatur nicht richtig messen und die Familie deshalb immer eineinhalb bis zwei Grad mehr als die angestrebte Temperatur einstellen muss, um die gewünschte Gradzahl zu erreichen (Beispielsweise 23 Grad für gewünschte Raumtemperatur von 21,5 Grad).

„Bei uns zu Hause haben wir das mit dem Lüften und Heizen immer ganz gut im Griff gehabt. Das hier find ich ganz nett, aber ich fand das auch immer ganz schön, die Kontrolle darüber zu haben.“

Herr W., März 2012

Herr W. empfand die Temperaturregulierung in der Heizperiode im Gegensatz zu seiner Frau als eher leicht zu handhaben (vgl. Abb.7), trotz der geringen Möglichkeit im Sommer selbst Einfluss auf die Temperaturregulierung nehmen zu können und im Winter die Technik überlisten zu müssen, um die Soll-Werte zu erreichen.

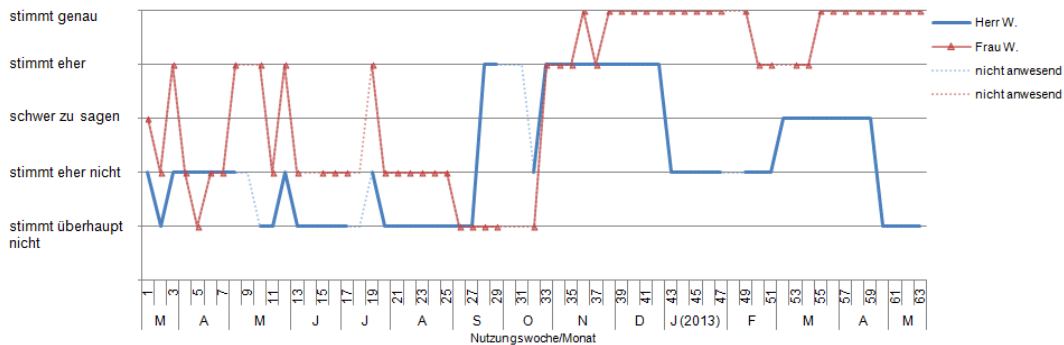
Abb. 7: Die Temperaturregulierung ist leicht zu handhaben



Die Wahrnehmung, ob es in der Nähe der Fenster spürbar kälter sei, gingen zwischen den beiden Elternteilen insbesondere seit Januar 2013 auseinander: Während sie der Aussage „In der Nähe der Fenster ist es spürbar kälter“ zustimmte, fand er dies eher nicht zutreffend (vgl. Abb. 8). Im ersten halben Jahr des Wohnens konnte Herr W. im Gegensatz zum Zeitraum Oktober bis Dezember 2012 keinen Temperaturunterschied. Bei Frau W. verhält es sich ähnlich, abgesehen davon, dass sie anfangs auch in den Frühlings- und Sommermonaten nach Einzug einige Male angab, einen Temperaturunterschied in Fensternähe

wahrzunehmen (vgl. Abb. 8).

Abb. 8: In der Nähe der Fenster ist es spürbar kühler



Im Interview im Dezember 2012 berichteten sie, dass sie im Winter beide den Zug in Fensternähe bemerkt, dies aber nicht als störend empfunden hätten.

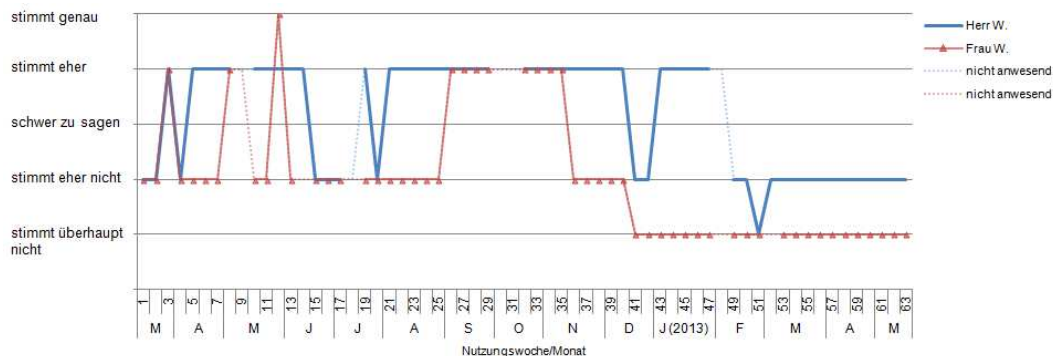
Die Fensterflächen sind ihrer Meinung nach – obwohl sie schön sind – zu groß, weil sie im Winter auskühlen und Kälte in den Raum leiten; besonders die Fensterrahmen aus Metall seien Kältebrücken.

Bei der Frage, ob die Luftfeuchtigkeit in den Räumen angenehm ist, kommen Frau und Herr W. zu gegensätzlichen Antworten: Sie kreuzte überwiegend „stimmt eher nicht“ und er mehrheitlich „stimmt eher“ an. Ab Dezember 2012 fand sie die Luftfeuchtigkeit überhaupt nicht mehr angenehm. Herr W. empfand die Luftfeuchtigkeit mit der Zeit als unangenehmer; seit Februar 2013 beantwortet er diese Frage mit „eher nicht“ (vgl. Abb. 9). Bereits kurz nach Einzug im März 2012 kam zur Sprache, dass sie die Luft im Haus zu trocken finden. Dies habe sich an „sehr, sehr trockener Haut“ und „sehr trockenen Nasenschleimhäuten“ aller Familienmitglieder vor allem in der Heizperiode bemerkbar gemacht (Interview 7).

„Im Sommer war es prima, alles schön... Jetzt gucken wir mal, wie es ist in der Heizperiode“

Frau W., September 2012

Abb. 9: Die Luftfeuchtigkeit in den Räumen ist angenehm



Insgesamt wurden die Räume von der Familie als behaglich wahrgenommen, nur von Januar bis März fand es Frau W. im Wohnbereich zu kalt. Der Schlafbereich wurde hingegen in den Sommermonaten eher als zu warm empfunden. Temperaturunterschiede habe es zwischen Ober- und Untergeschoss gegeben, wobei es oben wärmer als unten gewesen sei – insbesondere im Sommer. In den Sommermonaten wurden daher abends die Fenster zum Lüften geöffnet.

Dass es in der Nähe der Fenster kälter ist, wurde vor allem von Frau W. Anfang des Jahres 2013 wahrgenommen. Beide stellten fest, dass die Fensterflächen im Winter auskühlen und die Metallteile Kältebrücken sind. Dies wurde aber nicht als störend empfunden.

Die Regulierung der Raumtemperatur erwies sich trotz einiger Schwierigkeiten mit der Heizung für beide als leicht handhabbar. Dennoch würden sie die Temperaturregulierung mit einem Heizungsthermostat präferieren.

Die Luftfeuchtigkeit wurde als zu gering und die Luft im Haus als zu trocken wahrgenommen, was sich insbesondere in der Heizperiode an trockener Haut und trockenen Nasenschleimhäuten bemerkbar gemacht habe.

5.1.4 Lüftungsanlage und Lüften

Lüftungsanlagen dienen der Zuführung von Frischluft sowie dem Abtransport „gebrauchter“ Innenraumluft. Auf die Art erfolgt ein andauernder und kontrollierter Luftwechsel, der im besten Fall die Fensterlüftung obsolet macht.

Die Lüftungsanlage im Effizienzhaus Plus wurde von der Familie als sehr leistungsfähig beschrieben, Gerüche seien durch sie problemlos und schnell

beseitigt worden (vgl. Abb. 10).

Bis auf den Zeitraum August und Anfang September 2012 schätzte Herr W. den Betrieb der Lüftung als weitgehend störungsfrei ein; Frau W. fand dies überwiegend schwer einzuschätzen (vgl. Abb. 11). In Bezug auf die Regulierung der Raumtemperatur stellte sich die Lüftung als eher problematisch heraus: „Das haben wir nicht so richtig hinbekommen“, resümiert die Familie im letzten Interview nach Auszug. Es sei einfach zu warm im Sommer gewesen, weil sich das Haus schwer abkühlen ließ. Daher haben sie – wie oben bereits erwähnt – im Sommer abends die Terrassentür und Fenster zum Lüften und Abkühlen der Räume genutzt. Nur einen richtigen Durchzug, den sie sich für den Sommer gewünscht hätten, konnten sie im Haus nicht herstellen, weil sie dafür die zur Straße gerichtete Wohnungstür hätten offenstehen lassen müssen. Daher wurde der Aussage „Ich empfinde es als angenehm, die Fenster nicht mehr öffnen zu müssen“ im Quartalsfragebogen für die Sommer- und Frühlingsmonate im Gegensatz zu den Herbst- und Wintermonaten eher nicht zugestimmt. Frau W. merkte außerdem an, geöffnete Fenster im Frühling und Sommer schön zu finden. Auch im Hauswirtschaftsraum hätte sie sich ein Fenster gewünscht, weil es dort aufgrund der darin untergebrachten Haustechnik immer zu warm gewesen sei.

Abb. 10: Die Lüftung beseitigt Gerüche problemlos und schnell

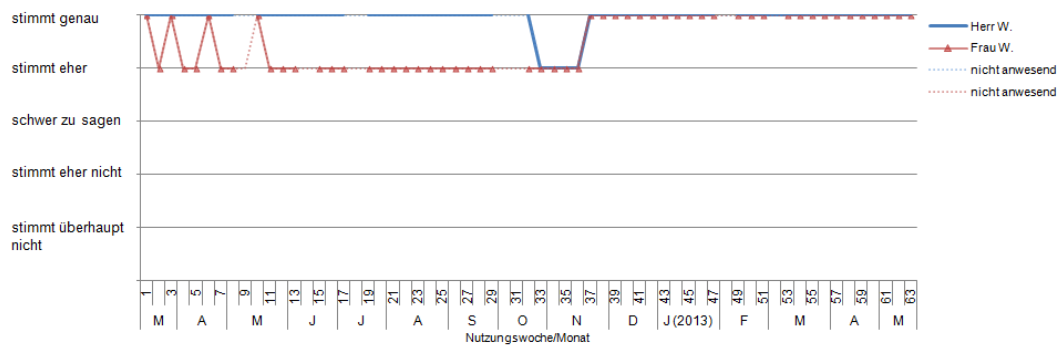
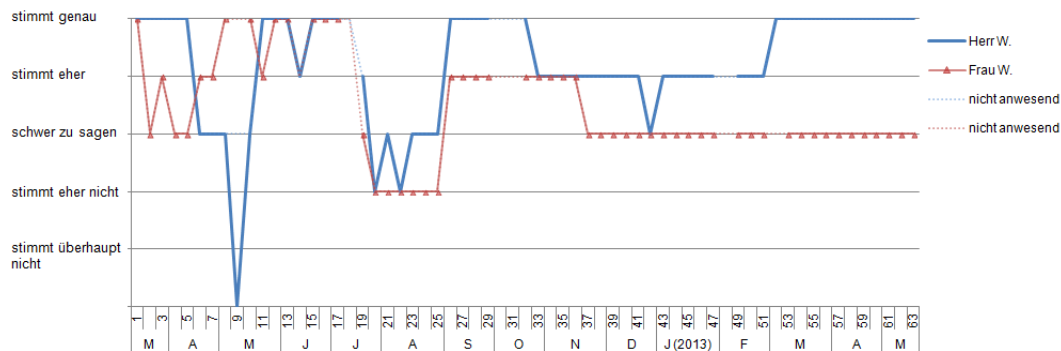
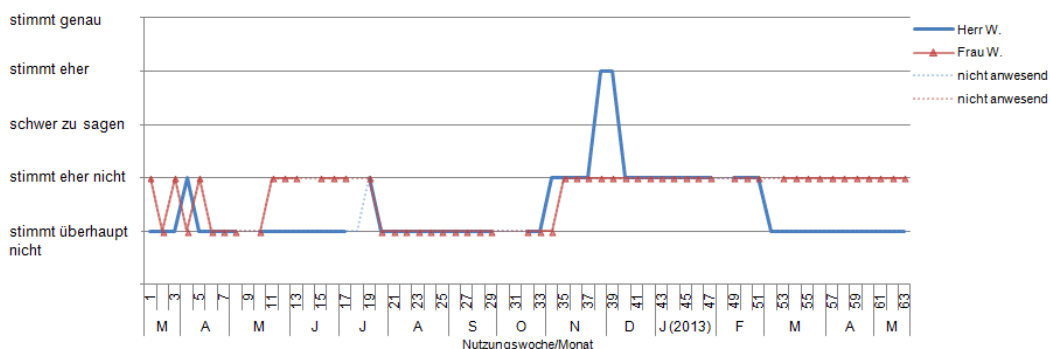


Abb. 11: Die Lüftung funktioniert störungsfrei

Dass durch die Lüftung Zug im Haus entsteht, wurde von beiden nicht so wahrgenommen: Beide beantworteten die Aussage „Ich habe das Gefühl, dass es zieht“ ausschließlich mit „stimmt eher nicht“ und „stimmt überhaupt nicht“ (vgl. Abb. 12).

Abb. 12: Ich habe das Gefühl, dass es zieht

Geräusche wurden durch die Lüftung nicht in andere Räume übertragen (vgl. Abb. 13), aber die latente Geräuschkulisse durch den Lüftungsbetrieb wurde vor allem seit Anfang des Jahres 2013 von beiden als eher störend wahrgenommen (vgl. Abb. 14). Frau W. hat bereits zu Beginn des Wohnens im Effizienzhaus Plus die Lüftungsgeräusche als unangenehm empfunden, wobei ihre Einschätzung Schwankungen unterlag. Während sie im März 2012 kurz nach Einzug sagte, die Lüftungsgeräusche unangenehm zu finden, resümierte sie im Juli 2013 sich letztlich daran gewöhnt zu haben. Herrn W. haben die Geräusche anfangs eher nicht gestört, aber im letzten Vierteljahr hat er sie verstärkt wahrgenommen. Im Interview im April 2013 erklärte er, dass sich sicher nichts an der Lüftung verändert habe, aber er wahrscheinlich sensibler geworden sei.

Er habe nicht so sehr die Anwesenheit eines Geräuschs bemerkt, wenn die Lüftung eingeschaltet war, sondern eher dessen Fehlen, wenn sie sich abschaltete.

Abb. 13: Die Lüftung überträgt Geräusche zwischen den Räumen

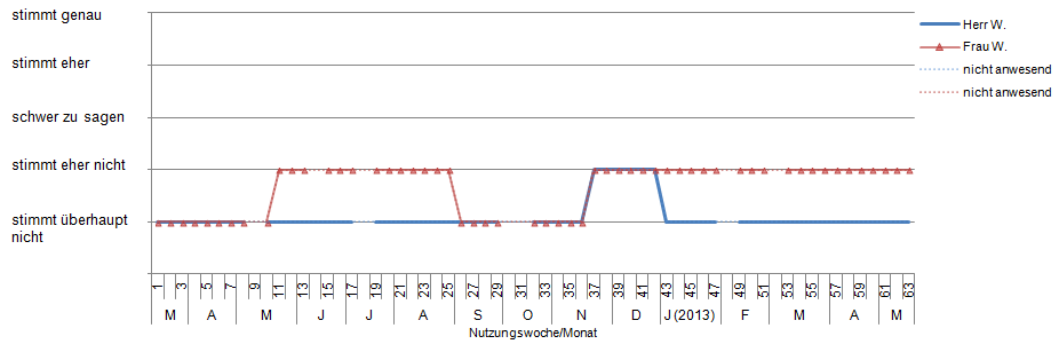
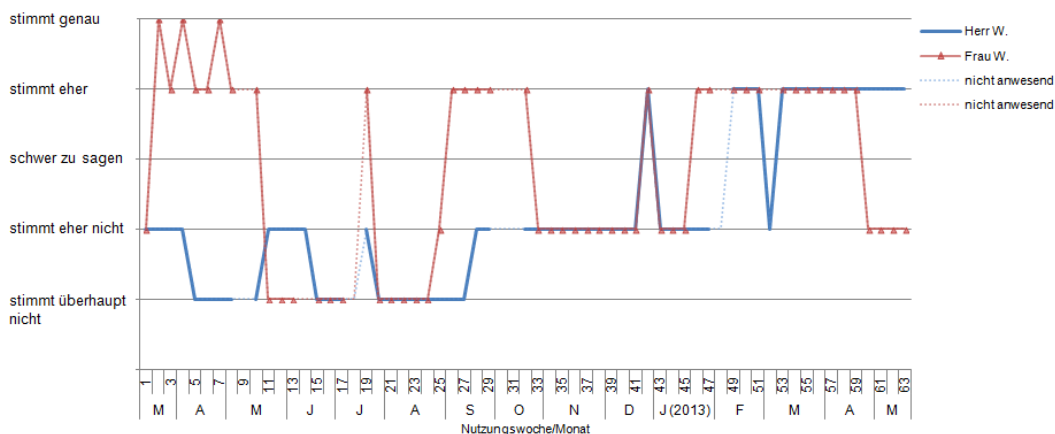


Abb. 14: Die Lüftung entwickelt störende Geräusche



Die Steuerung der Lüftung wurde während des Testwohnens fortlaufend optimiert und erfolgte automatisch: Kurz nach dem Einzug der Familie wurde die Lüftung nachts zwischen 22 und sechs Uhr abgeschaltet. Im Sommer wurde dies vorübergehend rückgängig gemacht, damit nachts auch über die Lüftung kühlere Luft ins Haus gelangt. Nach einer weiteren Umstellung wurde die Lüftung an den Kohlenstoffdioxid-Gehalt im Haus und an Bewegungsmelder in Bad und WC gekoppelt. Der Wunsch, insbesondere Herrn W.s, die Lüftung selbst manuell steuern bzw. an- und ausschalten zu können, konnte über den gesamten Projektzeitraum nicht realisiert werden. Ende September 2012 waren zwar zwei Bedienelemente zum An- und Ausschalten der Lüftung auf dem Touchpanel des Hauses hinzugekommen, diese hätten allerdings nicht funktioniert.

Insgesamt wurde die Lüftung als sehr leistungsfähig beurteilt. Gerüche wurden durch sie schnell und problemlos beseitigt. In Bezug auf die Raumtemperatur war sie allerdings weniger hilfreich: Im Sommer war es im Haus immer zu warm und das Öffnen der Fenster notwendig. Die Regulierung der Lüftung unterlag einem kontinuierlichen Optimierungsprozess. Sie richtete sich schließlich nach dem Kohlenstoffdioxid-Gehalt im Haus und war zudem an Bewegungsmelder in Bad und WC gekoppelt. Herr W. hätte sich gewünscht, die Lüftung auch manuell steuern zu können.

Eine Geräuschübertragung zwischen den Räumen durch die Lüftung gab es nicht. Allerdings wurde die latente Geräuschkulisse durch den Lüftungsbetrieb vor allem seit Anfang des Jahres 2013 von beiden zunehmend als eher störend wahrgenommen. Es wurde – insbesondere von Herrn W. – ein angenehmer Unterschied registriert, wenn sich die Lüftung abschaltete.

5.1.5 Warmwasser

Beide stimmten den Aussagen „Es ist immer genügend Warmwasser vorhanden“ und „Die Wassertemperatur ist hoch genug“ konstant zu. Im März 2012 nach ihrem Einzug stellte die Familie fest, dass das Wasser in der Küche nur sehr langsam warm wurde, was einen unnötigen Wasserverbrauch zur Folge hatte. In den letzten zwei Wochen im November 2012 wurden im Logbuch von beiden Probleme bei der Warmwasserversorgung vermerkt: Manchmal sei es zu kalt, manchmal zu warm gewesen, wenn zwei Wasserhähne gleichzeitig geöffnet waren. Im Interview im Dezember 2012 stellte sich heraus, dass ein bei Reparaturarbeiten versehentlich geöffnetes Absperrventil den Wasserkreislauf im Haus durcheinander gebracht hatte.

Insgesamt war – bis auf kleinen Zwischenfall im November 2012 – immer genügend und ausreichend temperiertes Wasser im Haus verfügbar.

5.1.6 Beleuchtung

Die eingebaute Beleuchtung wurde – laut Logbuch – von beiden weitgehend als behaglich empfunden (vgl. Abb. 15). Die eingebauten Leuchtmittel erreichten ihre gewünschte Helligkeit schnell (vgl. Abb. 16). Außerdem war die Lichtregulierung leicht zu handhaben (vgl. Abb. 17). Allerdings berichteten sie kurz nach ihrem Einzug, dass die Menüführung am Touchpanel zur Steuerung der Beleuchtung ohne Einweisung nicht intuitiv zu handhaben war: „Die Zeitschaltungen waren unverständlich und praktisch nicht bedienbar“ (Interview 2). Beispielsweise schaltete sich abends um 22 Uhr immer das Licht aus und musste manuell wieder eingeschaltet werden, dies konnte aber nach der technischen Einweisung zur Bedienung der Beleuchtung behoben werden. Herr W. hätte sich gewünscht, dass

sich Szenarien einfacher einstellen ließen, z.B. die Aktivierung des Bewegungsmelders bei Sonnenuntergang bis 22 Uhr (vgl. Interview 2).

Abb. 15: Die eingebauten Leuchtmittel schaffen eine behagliche Atmosphäre

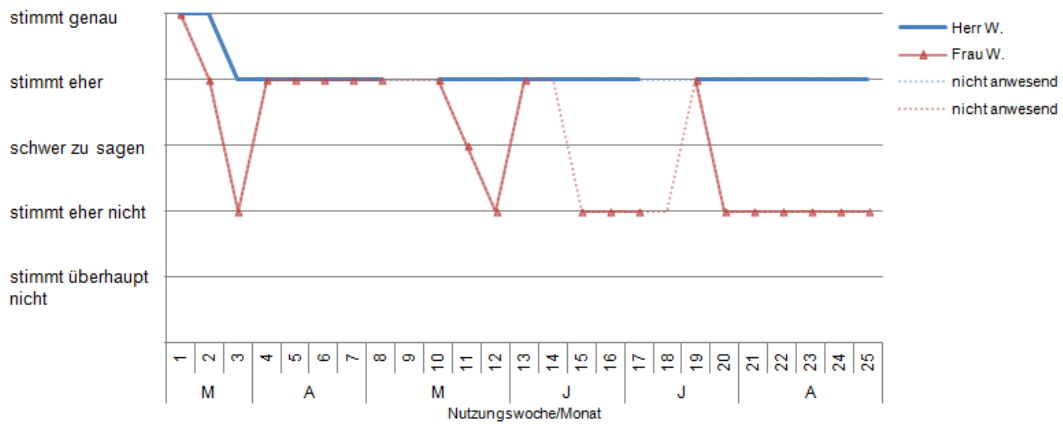


Abb. 16: Die eingebauten Leuchtmittel erreichen nur langsam die gewünschte Helligkeit

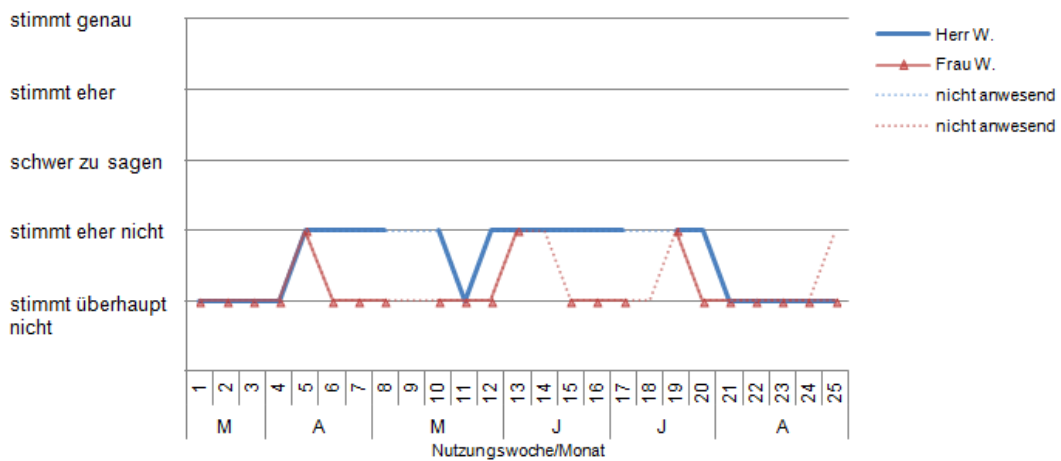
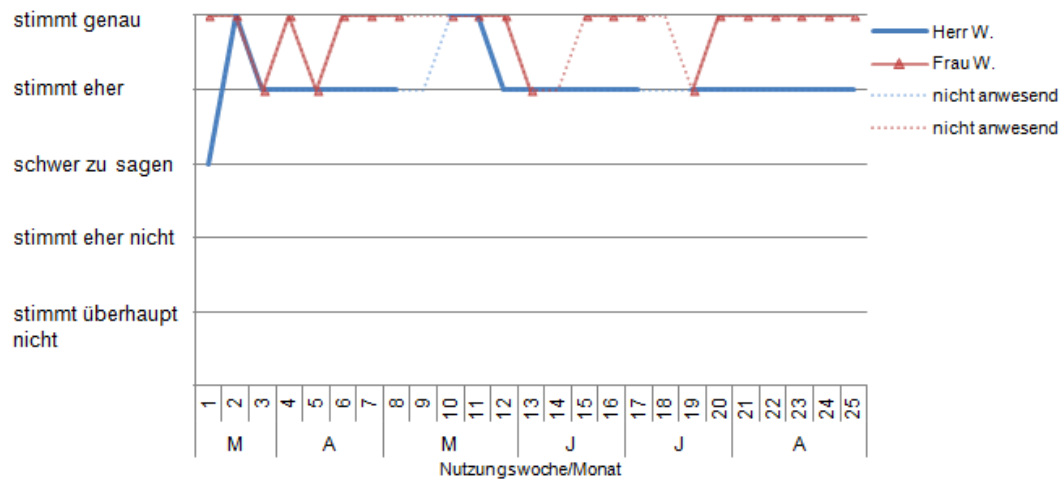
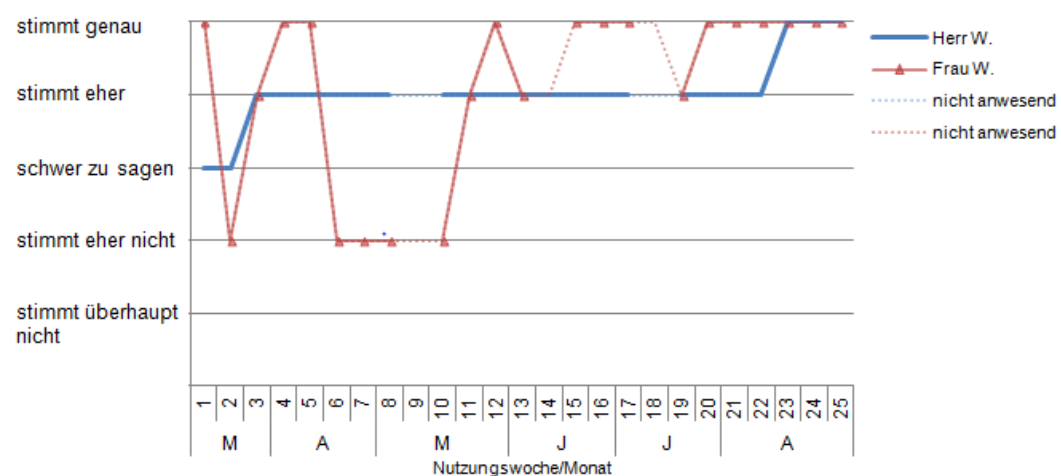


Abb. 17: Die Lichtregulierung ist leicht zu handhaben

Mit den Bewegungsmeldern gab es zu Beginn ein paar Schwierigkeiten: Von Ende April bis Mitte Mai 2012 gab Frau W. bei der Aussage „Die Bewegungsmelder funktionieren gut“ im Logbuch „stimmt eher nicht“ an. Davor und danach beurteilten beide es mit „stimmt eher“ und „stimmt genau“ (vgl. Abb. 18). Die anfänglichen Probleme mit dem Bewegungsmelder resultierten aus deren sensibler Einstellung, sodass die vorbeilaufende Katze nachts beispielsweise im Schlafzimmer das Licht anschaltete. Darüber hinaus sei die Nutzung der Bewegungsmelder anstelle von Lichtschaltern zunächst ungewohnt gewesen. Beide gaben über die gesamte Nutzungszeit an, Lichtschalter gegenüber Bewegungsmeldern zu präferieren.

Abb. 18: Die Bewegungsmelder funktionieren gut

Die Beleuchtung des Hauses wurde insgesamt als behaglich beurteilt. Auch die Lichtregulierung sei nach einer notwendigen Einweisung leicht zu handhaben gewesen. Die Bewegungsmelder funktionierten nach anfänglichen Sensibilitätseinstellungen gut, wurden allerdings als gewöhnungsbedürftig empfunden. Dennoch würde die Familie Lichtschalter stets bevorzugen.

5.1.7 Gesundheit und Wohlbefinden

Fragen zu gesundheitlichen Aspekten wurden vor allem im Quartalsfragebogen und den Interviews vertieft.

Bereits im zweiten Interview im März 2012 merkte Frau W. an, dass die Luft recht trocken sei und sie Probleme mit trockener Haut hätte. Dies legte sich während des Sommers, tauchte jedoch im Winter 2012/13 wieder verstärkt und diesmal bei allen Familienmitgliedern, auch den Kindern, auf. Frau W. bekam darüber hinaus Ausschlag, beide Elternteile klagten zudem über sehr trockene Nasenschleimhäute. Weiterhin gaben beide an, ihnen seien seit den Wintermonaten

„Wir haben mittlerweile den Eindruck...also ich hab eine empfindliche Haut...und das Empfindlichkeitsgefühl, das ich seit dem Einzug habe, geht nicht mehr weg, also das schiebe ich auch mal auf das Haus. Ich denke schon, dass die Luft viel zu trocken ist hier.“

Frau W., März 2012

Atemwegsprobleme aufgefallen, die sich offensichtlich bis zum Auszug Anfang Juni fortsetzten. Frau W. merkte zudem für den Zeitraum Januar bis März 2013 an, häufig trockene oder gerötete Augen zu haben. Wie bereits Kapitel 5.1.3 zu entnehmen ist, war die Luftfeuchtigkeit im Gebäude für sie zu niedrig und damit möglicherweise Ursache für die auftretenden Probleme.

Diese haben sich nach dem Auszug wieder gelegt, werden jedoch, insbesondere rückblickend, als störend empfunden.

5.1.8 Das Leben in der Öffentlichkeit

Der Einzug der Testfamilie in das Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität in der Fasanenstraße erhöhte das Interesse der Medien und Öffentlichkeit an dem Forschungsprojekt. Ein „normales Leben“ war daher manchmal nur begrenzt möglich, was das Wohlbefinden mitunter beeinträchtigt hat, insgesamt jedoch als spannend empfunden wurde.

Die Familie wurde regelmäßig im Rahmen von Fachkongressen oder Veranstaltungen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, bei Zeitungsinterviews, Radio- und Fernsehbeiträgen sowie dem Besuch interessierter Delegationen zu ihrem Leben im und der Funktionsweise des

Effizienzhauses befragt.

Das öffentliche Interesse am Projekt und ihnen als Bewohnern wurde von der Testfamilie nur selten als anstrengend, sondern primär als Teil des Experiments empfunden – wenngleich die Belastung höher ausfiel als sie im Vorfeld erwartet hatten. Sie hatten jedoch Spaß daran und vertraten das Projekt gerne öffentlich. Die Kinder haben während dieser Zeit ebenfalls Routine im Umgang mit den Medien entwickelt und hatten besonders Spaß daran, bei Kindermagazinen mitzuwirken. Allerdings versuchten die Eltern ihre Kinder auch ein bisschen aus der Öffentlichkeitsarbeit herauszuhalten, um eine Überforderung zu vermeiden.

Ärgerlich waren unvorbereitete Journalisten, zeitintensive Interviews, die anschließend nicht veröffentlicht wurden, sowie Falschdarstellungen in den Medien. Rückblickend hätte sich die Familie eine Internetseite mit den wichtigsten Informationen über sie und das Haus gewünscht, damit sich die Journalisten im Vorfeld ein Bild machen könnten.

Grundsätzlich gaben sie jedoch über den gesamten Zeitraum an, Spaß an der Teilnahme an diesem Forschungsprojekt gehabt zu haben und sich menschlich wie technisch in dieser Situation gut betreut gefühlt zu haben.

5.1.9 Fazit zum Leben im Effizienzhaus Plus

Insgesamt war die Wohnzufriedenheit der Familie hoch: Die Räume wurden als hell und sehr behaglich wahrgenommen. Die Raumtemperatur wurde als überwiegend angenehm empfunden, nur von Januar bis März fand es Frau W. im Wohnbereich etwas zu kalt. Dies könnte mit dem fehlenden Windfang im Eingangsbereich des Hauses (ohne weitere Tür zum Wohnbereich) und den Heizungsausfällen in diesem Zeitraum zusammenhängen.

Auch habe es Temperaturunterschiede zwischen Ober- und Untergeschoss gegeben, wobei es oben wärmer als unten gewesen sei – insbesondere im Sommer, weshalb abends die Fenster zum Lüften geöffnet wurden. Temperaturunterschiede und ein zu warmes Obergeschoss können auch für Passiv- und Niedrigenergiehäuser (vgl. Ebel et al. 2003a: 71f.), die Vorläufer des Effizienzhaus' Plus, festgestellt werden. Allerdings gilt dies – laut dieser Studie – ebenfalls für konventionelle Häuser, deren Bewohner als Kontrollgruppe befragt wurden.

Die Regulierung der Raumtemperatur erwies sich trotz einiger Schwierigkeiten mit der Heizung für beide als leicht handhabbar. Dennoch würden sie die Temperaturregulierung mit einem Heizungsthermostat gegenüber der Steuerung

„Ich finde es gut, mal zu zeigen, dass Umweltschutz und moderner Lifestyle sich nicht ausschließen müssen. Dass man wegkommt von diesem belächelten Ökoimage.“

Frau W., Februar 2012

via Touchpanel vorziehen.

Beide stellten – ohne dies störend zu finden – fest, dass es in der Nähe der Fenster spürbar kälter war; vor allem die Fensterflächen würden im Winter auskühlen und die Metallrahmen der Fenster Kältebrücken bilden.

Während sich in der Studie der Passiv- und Niedrigenergiehäuser die Luftfeuchtigkeit und -trockenheit als unproblematisch herausstellte (vgl. Ebel et al. 2003a: 71ff.), kommt die Testfamilie im Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität zu einem gegenteiligen Urteil: Die Luftfeuchtigkeit wurde als zu gering und die Luft im Haus als zu trocken wahrgenommen, was sich insbesondere in der Heizperiode an trockener Haut und trockenen Nasenschleimhäuten bemerkbar gemacht hat.

Insgesamt wurde die Lüftung jedoch als sehr leistungsfähig beurteilt. Gerüche seien durch sie schnell und problemlos beseitigt worden. Die Regulierung der Lüftung unterlag einem kontinuierlichen Optimierungsprozess, sodass sie schließlich an den Kohlenstoffdioxid-Gehalt im Haus als auch an Bewegungsmelder in Bad und WC gekoppelt war. Herr W. hätte sich gewünscht, die Lüftung auch manuell steuern zu können.

Die latente Geräuschkulisse durch den Lüftungsbetrieb wurde vor allem seit Anfang des Jahres 2013 von beiden als eher störend wahrgenommen. Es wurde – insbesondere von Herrn W. – ein angenehme Ruhe registriert, wenn sich die Lüftung abschaltete.

Bis auf einen kleinen Zwischenfall im November 2012 war immer genügend und ausreichend temperiertes Wasser im Haus verfügbar.

Die Beleuchtung des Hauses wurde insgesamt als behaglich beurteilt. Auch die Lichtregulierung war nach einer notwendigen Einweisung leicht zu handhaben. Die Bewegungsmelder funktionierten nach anfänglichen Schwierigkeiten gut, seien allerdings gewöhnungsbedürftig gewesen. Lichtschalter würden von der Familie eher bevorzugt, wenn sie die Wahl gehabt hätten.

Nach kleineren, anfänglichen Schwierigkeiten empfanden beide die Steuerung der Gebäudetechnik via Touchpanel und Smartphone als unkompliziert und weitgehend intuitiv. Die Fernsteuerung der Gebäudetechnik über das Smartphone sei verlässlich gewesen. Dabei fand die Familie insbesondere das Türöffnen per Smartphone aus der Ferne praktisch. Rückblickend seien aus ihrer Sicht manche Steuerungsoptionen jedoch nicht notwendig gewesen.

5.2 Elektromobilität

Die regelmäßige Nutzung verschiedener Elektrofahrzeuge war fester Bestandteil des Lebens im Effizienzhaus Plus und Teil der Aufgabe der Testfamilie.

Etwa alle drei Monate bekam die Familie zwei Elektroautos eines anderen Herstellers bereit gestellt. Darüber hinaus standen über die gesamte Wohnzeit zwei Pedelecs zur Verfügung. Die folgende Übersicht zeigt den Umfang der Nutzung der Elektromobilität während der 15-monatigen Wohnzeit.

Tab. 1: Nutzungsumfang aller Elektrofahrzeuge

Fahrzeugart	Gefahrene Kilometer
Pedelec	6155
Elektroauto	15663
Insgesamt	21818

Insgesamt wurden innerhalb der 15 Testmonate 6155 Kilometer mit dem Pedelec gefahren, wobei 4557 Kilometer (74%) auf die Nutzung durch Frau W. entfallen. Herr W. legte im gleichen Zeitraum 1598 Kilometer mit dem Pedelec zurück.

Mit den Elektroautos fuhr die Familie insgesamt 15663 Kilometer, was, zusammen mit der mit den Pedelecs zurückgelegten Strecke, einen Nutzungsumfang von 21818 gefahrenen Kilometern ergibt.

Der jeweilige Zweitwagen wurde ab Spätsommer 2012 überwiegend vom Vater Herrn W.s genutzt, da die Familie diesen eher selten fuhr. Großvater W. legte dabei zusätzlich 2395 Kilometer zurück, sodass mit den Fahrzeugen, die der Familie zur Verfügung gestellt wurden, insgesamt 24213 Kilometer gefahren wurden.

Für die folgenden Darstellungen zur Nutzung bleiben die von Großvater W. gefahrenen Kilometer unberücksichtigt

.

5.2.1 Übersicht der Elektroautos

Eine Übersicht über die Fahrzeuge und die entsprechenden Nutzungszeiträume ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Übersicht der gefahrenen Elektrofahrzeuge; eigene Darstellung nach Herstellerangaben

Zeitraum	Fahrzeug	Typ	Reichweite	Höchstgeschwindigkeit	Ladedauer
01.03. 2012 – 31.05. 2012	Smart electric drive	Klassisches Elektroauto mit ausschließlicher Energienutzung aus der Batterie	145 km (NEFZ)	125 km/h	6-7h (230 V), 1 h (400 V)
	A-Klasse E-Cell		200 km (NEFZ)	150 km/h	8h (230 V), 3h (400 V) für 100 km Reichweite
01.06.2012 – 10.09.2012	2x VW Golf blue-e-motion	Klassisches Elektroauto mit ausschließlicher Energienutzung aus der Batterie	150 km (NEFZ)	135 km/h	6-7h (230 V), 3,5h (400 V)
11.09.2012 – 03.12.2012	MINI E	Klassisches Elektroauto mit ausschließlicher Energienutzung aus der Batterie	250 (FTP)	152 km/h	4,5h (240 V / 40 A), 3h (240 V / 60 A)
	BMW ActiveE		150 (FTP)	145 km/h	4-5 h (240 V)
03.12.2012 – 26.02.2013	2x Audi A1 e-tron	Elektroauto mit Range-Extender, Energienutzung aus Batterie + Verbrennungsmotor (12l-Tank)	50 km (+ 200 km Range-Extender)	130 km/h	3,5h (230 V), 1,5h (400 V)
26.02.2013 – 24.05.2013	2x Opel Ampera	Elektroauto mit Range-Extender, Energienutzung aus Batterie + Verbrennungsmotor (35l-Tank)	40 – 80 km (+ 500 km Range- Extender)	161 km/h	4h (230 V)

Die folgende Auswertung basiert auf den Ergebnissen der wöchentlichen Logbücher, des Quartalsfragebogens, der Interviews und der Beiträge im familieneigenen Blog auf der Homepage des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Bei der Bewertung der Elektromobilität hatten sich Zuständigkeiten innerhalb der Familie herauskristallisiert. Da vorwiegend Herr W. die Elektroautos während der Woche nutzte, machte er in den Logbüchern alle Angaben rund um die Autos und schätzte auch jedes Auto nach der dreimonatigen Nutzungsphase ein. Frau W. war die Expertin der Pedelecs, da sie werktags ihren Arbeitsweg mit dem Fahrrad zurückgelegt hat.

Ab Mitte September 2012 wurde das zweite zur Verfügung gestellte Auto vor allem vom Vater Herrn W.s gefahren, da es von der Familie selbst kaum genutzt wurde. Seine Erfahrungen und Einschätzungen der drei getesteten Fahrzeuge wurden im sechsten Interview im April 2013 mit erhoben.

5.2.2 Nutzung der Elektroautos

Den Tabellen 3 und 4 lässt sich entnehmen, dass die Familie die Elektroautos vorwiegend für alltägliche Strecken genutzt hat. Knapp zwei Drittel (59,2 %) der Fahrten entfielen auf die Strecke zur Schule sowie zur Arbeitsstelle und zurück. Ein weiteres Viertel (26,7 %) der Fahrten brachte die Kinder an die Orte ihrer Hobbies und zurück nach Hause oder hatte Besorgungen zum Zweck (vgl. Tab. 3). Nach den Aussagen im Interview fuhr Herr W. die Kinder morgens mit einem Elektroauto zur Schule und in der Regel anschließend mit einem Pedelec den restlichen Weg zur Arbeit, weil dort die Parkmöglichkeiten eingeschränkt und die Arbeitsstelle angesichts des morgendlichen Straßenverkehrs mit dem Pedelec schneller zu erreichen war. Das Pedelec wurde mit dem Auto transportiert, welches dann an der Schule geparkt wurde. Diese alltäglichen Strecken verblieben im Durchschnitt im Radius von 25 Kilometern und machen knapp über die Hälfte (53,7 %) der insgesamt durch die Familie gefahrenen Kilometer aus (vgl. Tab. 4).

Neben den Fahrten zu den Orten, an denen sowohl Eltern als auch Kinder ihren Hobbies nachgehen, wurden die beiden Elektroautos in der Freizeit für Ausflüge, Besuche und Urlaube (unter Sonstiges erfasst) genutzt. Diese Strecken haben einen Anteil von rund zehn Prozent (10,4 %) an der Gesamtnutzungshäufigkeit der Fahrzeuge (vgl. Tab. 3). Dafür entfallen auf diesen kleinen Anteil 42,8 Prozent der insgesamt 15663 mit den Elektroautos gefahrenen Kilometer der Familie (vgl. Tab. 4).

Tab. 3: Häufigkeit der Nutzung beider E-Autos aller Modelle
(prozentual nach Fahrzweck; Fahrt = jeweils Hin- und Rückfahrt zusammengefasst)

Fahrzweck	Nutzungshäufigkeit absolut	Prozentual nach Fahrzweck (in %)
Schule	201	35,3
Arbeit	136	23,9
Hobbies Kinder	82	14,4
Hobbies Eltern	22	3,9
Ausflüge	29	5,1
Besorgungen	70	12,3
Besuche	9	1,6
Sonstiges	21	3,7
Summe	570	100,2*

(*Abweichungen rundungsbedingt)

Tab. 4: Umfang der Nutzung beider E-Autos aller Modelle
(prozentual nach Fahrzweck; Fahrt = jeweils Hin- und Rückfahrt zusammengefasst)

Fahrzweck	Gefahrene Km absolut	Prozentualer Anteil km /Fahrzweck (in %)	Durchschnittl. Streckenlänge/ pro Fahrzweck (in km)
Schule	4630	29,6	23
Arbeit	921	5,9	6,8
Hobbies Kinder	1796	11,5	21,9
Hobbies Eltern	546	3,5	24,8
Ausflüge	2029	12,9	69,7
Besorgungen	1049	6,7	14,9
Besuche	1665	10,6	185
Sonstiges	3027	19,3	144,1
Summe	15663	100	

5.2.3 Nutzerfreundlichkeit der Elektroautos

Reichweite

Hinsichtlich der Reichweite der Fahrzeuge wurde im vierteljährlich erhobenen Fragebogen der Aussage „Ich habe bei diesem Auto Bedenken in Bezug auf die Reichweite des Fahrzeugs“ für die Modelle Mercedes Benz A-Klasse E-Cell, Golf blue-e-motion und BMW ActiveE eher zugestimmt, während diese Aussage beim Modell Audi A1 e-tron als eher nicht zutreffend, beim Opel Ampera als überhaupt nicht zutreffend bewertet wurde und sich beim Smart als schwer einschätzbar erwies. Dass bei den Modellen von Audi und Opel in dieser Hinsicht weniger Bedenken bestehen, liegt an deren Ausstattung mit Range-Extendern, mit denen eine zusätzliche benzingestützte Verlängerung der Reichweite möglich war. Dies hat ein Gefühl der Sicherheit (im Hinblick auf mögliche Tankoptionen) vermitteln können.

Alle getesteten Fahrzeuge erwiesen sich aber in Bezug auf ihre Reichweite als alltagstauglich und für die Stadt gut nutzbar: Herr W. hatte bei allen Modellen das Gefühl, sie für kurze Strecken spontan nutzen zu können. Generell jedoch bedürfen längere Strecken, z.B. in das Berliner Umland, einer genaueren Planung zu Lademöglichkeiten und -zeiten, was die Spontanität letztlich einschränke.

Alle Fahrzeuge verfügten über einen sogenannten ECO-Modus, mit dem besonders energiesparend gefahren werden konnte. Die Höchstgeschwindigkeit wird in dieser Funktion gedrosselt, die mögliche Reichweite des Fahrzeugs dadurch erhöht. Dies wurde sehr positiv bewertet und hatte in den Augen der Familie keinen negativen Einfluss auf den Fahrspaß.

Auch die Möglichkeit zur Energierückgewinnung und damit Verlängerung der Reichweite mithilfe von Rekuperation wurde von Herrn W. sehr positiv bewertet.

Fahrverhalten, Fahrspaß und Komfort

Im Hinblick auf das Raumangebot des Fahrzeugs stellte die Familie hohe Ansprüche: Es sollte für mindestens vier Personen und im besten Fall noch zum Transport der Musikinstrumente geeignet sein. Allein bei der Fahrt mit der gesamten Familie stießen einige Modelle jedoch bereits an ihre Grenzen. So konnten beispielsweise der BMW Active E, der Audi e-tron sowie der Smart klar nicht als Familienauto überzeugen. Als entsprechend unkomfortabel wurden diese Modelle auch bewertet.

„Ja ansonsten fahren sich die Elektroautos wie normale Autos, wie Automatikautos. Macht schon Spaß. Das Losfahren an der Ampel ist wie Autoscooter.“

Herr W., März 2012

Neben dem Platz im Innenraum bestand jedoch auch Bedarf an ausreichend Platz im Kofferraum, um größere Einkäufe oder Gepäckstücke für die Urlaubsreisen bequem unterzubringen. Hier erwiesen sich die für den Urlaub genutzten Fahrzeuge von Volkswagen und Opel, aber auch die A-Klasse von Mercedes-Benz als geeignet.

Im Hinblick auf die gefühlte Sicherheit und Leichtigkeit beim Fahren, die Fahrleistung (Geschwindigkeit und Beschleunigung) sowie das sichere Fahrverhalten des Autos konnten alle getesteten Modelle überzeugen.

Auch in puncto Fahrspaß wurden fast alle Modelle positiv bewertet, wobei der Audi e-tron eine Ausnahme bildet: Hier erwies sich aus Sicht der Familie die Lautstärke des Zusatzmotors, der der Aufladung des Akkus während der Fahrt dient, als sehr störend.

Lademöglichkeiten und -zeiten

Vor dem Haus der Testfamilie waren zwei Lademöglichkeiten gegeben: Einerseits die 400V-starke konduktive Ladung per Ladekabel, andererseits jene per Induktion (230 Volt), wofür unter einer Parkfläche vor dem Haus eine Ladespule eingesetzt wurde. Allerdings war die Induktionsladung nur bei der A-Klasse von Mercedes-Benz möglich.

Anfangs hielt Herr W. die induktive Ladeoption für „Spielerei“, bevorzugte diese dann aber, weil sie einfacher und komfortabler sei: Wenn das Auto richtig geparkt ist, beginnt sofort die Ladung, was dem Fahrer mit einem Signalton bestätigt wird. Diese Lademöglichkeit erspare das Aussteigen, Kabelsuchen und -anschießen sowie das Überprüfen, ob geladen wird – im Gegensatz zum Laden mit Ladekabel.

„rauf, zu, fertig“

Herr W., Juni 2012 über die Induktionsladung am Haus

Das Anschließen des Kabels und der Ladevorgang selbst stellte sich bei den meisten Modellen als etwas trickreich raus und musste erst einmal durchschaut werden. Dies galt besonders für den Golf blue e-motion und den Opel Ampera: Beide Fahrzeuge verfügten über eine Ruhefunktion, vermittle der etwa anderthalb Minuten nach Ausschalten des Motors sämtliche Funktionen des Fahrzeugs (auch die Ladefunktion) deaktiviert werden. Der Ladevorgang sollte daher innerhalb dieser Zeitspanne gestartet werden, was sich jedoch mitunter als kompliziert erwies, insbesondere bei den öffentlichen Ladestationen. Vor allem der Großvater wurde häufiger vor dieses Problem gestellt, da er die Elektroautos nicht bei sich am Haus laden konnte. Vor jeder Ladung an öffentlichen Stationen musste zudem bei RWE angerufen werden, damit die Tanksäule freigeschaltet

wird. Dies sei am Anfang auch ein Hemmschuh gewesen, weil die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nicht optimal auf diese Anfragen und auftretende Schwierigkeiten vorbereitet gewesen seien. Im Laufe der Zeit habe sich das aber eingependelt.

Beim Golf konnte darüber hinaus während des Ladens die Tür nicht geöffnet werden ohne die Ladung dadurch zu unterbrechen, was als störend empfunden wurde.

Ein weiterer wichtiger Parameter des Ladens sind die Ladezeit und der Ladeort, die auch darüber bestimmen, wie komfortabel ein Auto wahrgenommen wird, wie das Beispiel des Großvaters zeigt: Er konnte sein Auto nicht direkt vor der Haustür laden, sondern musste zur nächsten Tanksäule, die zwei Kilometer entfernt ist, laufen – dies wurde von ihm als umständlich und zeitraubend empfunden.

Der Aussage „Die Aufladung unterwegs ist kein Problem“ konnte Herr W. bei den Autos aller Hersteller eher nicht zustimmen. Im Blog der Familie wurde berichtet, dass trotz vorheriger Erkundigung nach möglichen Ladestationen unterwegs und am Zielort die Ladestation nicht auffindbar war oder das Aufladen vor Ort nicht funktioniert hat, weil Steckdose und Ladekabel nicht kompatibel waren bzw. nicht die gewünschte Strommenge übertragen wurde. Dies machte mitunter spontane Umplanungen in der Reiseroute oder eine unfreiwillige Übernachtung am Ladeort notwendig. Häufigstes Problem war aber, dass die angesteuerten Ladesäulen nicht funktionierten.

Sehr positiv wurde hingegen angemerkt, dass einige Automobilhersteller (Volkswagen, BMW, Daimler) für ihre Modelle eine Smartphone-App anboten, mit der der Ladevorgang überprüft werden konnte. So ließ sich einerseits nachvollziehen, ob das Auto ordnungsgemäß geladen wird sowie, wie lange die verbleibende Ladedauer beträgt.

5.2.4 Nutzung der Pedelecs

Die Familie bekam jeweils zwei Pedelecs zur Verfügung gestellt (Tab. 5), die von den Eltern genutzt werden konnten. Nachdem anfangs die Räder der Marke Riese & Müller technische Probleme aufwiesen, wurden Sie durch die Modelle von Victoria ersetzt. Darüber hinaus bekam die Familie zusammen mit dem BMW ActiveE zwei Falträder (i-pedelecs) zur Verfügung gestellt, die zusätzlich genutzt werden konnten.

Tab. 5: Übersicht der gefahrenen Pedelecs*

Zeitraum	Fahrzeug	Reichweite
03/2012 – 05/2012 04/2013 – 05/2013	Riese & Müller Jetstream Hybrid	30 - 80 km
05/2012 – 05/2013	Victoria Valencia ED-3EX	40-80 km
09/2012 – 11/2012	BMW i-pedelec	25 bis 40 km

*Eigene Darstellung nach Keiser 2013

Die Pedelecs erfreuten sich bei den Eltern größter Beliebtheit und wurden umfangreich genutzt, wie sich am Beispiel von Frau W. zeigen lässt.

Tab. 6: Umfang und Zweck der Nutzung der Pedelecs durch Frau W.

(prozentual nach Fahrzweck; Fahrt/Streckenlänge = jeweils Hin- und Rückfahrt zusammengefasst)

Fahrzweck	Gefahrene Km absolut	Prozentualer Anteil km /Fahrzweck (in %)	Durchschnittl. Streckenlänge/ pro Fahrzweck (in km)
Schule	48	1	16
Arbeit	4006	88	15
Hobbies Kinder	40	0,9	20
Hobbies Eltern	73	1,6	15
Ausflüge	64	1,4	13
Besorgungen	264	5,8	9
Besuche	62	1,4	21
Summe	4557	100,1*	

*Abweichungen rundungsbedingt

Insbesondere Frau W. nutzte die Pedelecs (werk)täglich und legte während der 15 Monate insgesamt 4557 Kilometer mit dem Rad zurück. 88 Prozent der gefahren Kilometer galten dabei dem Weg zur Arbeit und zurück (Tab. 5), dies entspricht 84 Prozent der von ihr getätigten Fahrten mit dem Pedelec (ohne Abb.) Weitere 5,8 Prozent der von ihr gefahrenen Kilometer bzw. 10 Prozent ihrer Fahrten entfielen auf die Erledigung von Einkäufen. Insgesamt legte sie dabei im Durchschnitt Strecken von neun bis 21 Kilometern zurück.

Bei Herrn W. ist der gefahrene Streckenumfang geringer; er ist etwa ein Drittel

der Gesamtkilometerzahl seiner Frau gefahren (1598 km). Die Anteile der Nutzungshäufigkeit und an der gesamten zurückgelegten Strecke sind aber tendenziell ähnlich: Über zwei Drittel (69 %) der Nutzung der Pedelecs entfielen auf seinen Arbeitsweg, 18 Prozent auf die Erledigung von Einkäufen und 8 Prozent auf die Hin- und Rückfahrt zu seinen Hobbies. Folgerichtig war der Anteil der Arbeitswege an der Gesamtstrecke mit 79 Prozent der größte, während der Kilometeranteil für Einkäufe mit 10,2 Prozent den nächstgrößeren Posten darstellt (ohne Abb.).

5.2.5 Nutzerfreundlichkeit der Pedelecs

Die Einschätzung der Pedelecs fällt bei beiden Elternteilen positiv aus. Im Quartalsfragebogen geben beide an, sich beim Fahren sicher zu fühlen. Das Fahren falle ihnen leicht und bereite Spaß. Frau W. erzählt, dass sie mit den Pedelecs neue Wege ausprobieren und entdecke. Außerdem sei es „super relaxed und schön“ zu fahren (Interview 2). Den Zusatzantrieb nutzen beide oft und sind mit dessen Fahrleistung zufrieden, obwohl Frau W. manchmal gerne schneller als die gesetzlich vorgeschriebenen 25 km/h fahren würde, bei denen sie immer ausgebremst werde.

Das Fahrverhalten des Zweirads, wenn der Zusatzantrieb genutzt wird, empfinden beide als sicher. Im Winter würde das Rad allerdings anders reagieren: Bei stärkster elektromotorischer Unterstützung habe man nicht mehr das Gefühl die Kontrolle zu haben. Deshalb sei Frau

W. im Winter immer im Eco-Modus (Begrenzung der Stromzufuhr zur Verlängerung der Reichweite) gefahren. Sie gab außerdem an, längere Strecken aufgrund des vorhandenen Zusatzantriebs zu fahren als mit einem herkömmlichen Fahrrad; Herr W. gab dies nur für das letzte halbe Jahr an.

In der Regel wurden die Pedelecs jedoch von der Familie zuhause geladen. Diese Lademöglichkeit direkt vor der Haustür wurde als äußerst komfortabel empfunden.

Ein paar Probleme gab es mit den Akkus, Fahrradcomputern und der Ladung der Pedelecs: Die Akkus der ersten zur Verfügung gestellten Modelle (Müller & Riese) waren bereits alt und haben sich dadurch schnell entladen. Die Akkus

„[Pedelec fahren] ist auf jeden Fall schöner. Es macht Spaß, diesen neuen Weg zur Arbeit zu fahren. Da kommt man sich wirklich wie ein Tourist vor. Ich probiere ja auch immer mal einen anderen Weg aus ...und das macht dann Spaß. Man kommt auch nicht verschwitzt an. Man kommt ganz relaxt an...das ist schon schön.“

Frau W., März 2012

wurden daher innerhalb der ersten Nutzungswoche ausgetauscht. Weitere Probleme bereitete der Fahrzeugcomputer: Hier traten bei einem der Pedelecs Fehlfunktionen des Fahrzeugcomputers auf, auch das andere wies kurz darauf entsprechende Probleme auf.

Die Fahrräder wurden daraufhin ausgetauscht. Bei den nun verwendeten Rädern der Marke Victoria erwies sich die Akkuaufhängung als Schwachstelle, was sich nach Frau W. aus der Montage des Akkus ergab: Die Verbindung von Akku und Fahrrad sei so minimal angelegt, dass der Akku bei holprigen Wegen schnell herausbrechen könne, da dieser während der Fahrt in Schwingung gerate. Insgesamt sei ihr das vier Mal passiert. Teilweise habe sie ihn wieder mit Klebeband fixieren können, aber wenn das Verbindungsstück erst einmal richtig herausgebrochen sei, helfe das auch nicht mehr. Bevor das Verbindungsstück herausbrach, sei es regelmäßig vorgekommen, dass durch die Schwingungen bei holprigen Strecken die Verbindung von Rad und Akku unterbrochen wurde. Daraufhin sei der Motor ausgegangen und hätte den Aus- und Einbau zum Neustart des Akkus erforderlich gemacht.

Auch die Induktionsladung funktionierte nicht durchweg reibungslos, hier gab die Familie mehrmals an, dass diese defekt oder unsicher sei.

Insgesamt waren sie aber mit den Victoria-Rädern sehr zufrieden, trotz der technischen Schwierigkeiten. Auch die Vorgängermodelle von Riese & Müller seien bis auf die Akkuleistung gute Räder gewesen. Die i-pedelecs von BMW fanden sie ebenfalls sehr praktisch, weil es Klappräder waren und man sie problemlos im Auto und in der Bahn mitnehmen könne. Allerdings würden sie sich im Vergleich nicht so sicher fahren wie die Victoria-Räder und hätten nicht so eine große Reichweite wie die anderen beiden Modelle. Insgesamt bevorzugten beide die Räder der Marke Victoria: Sie seien sportlicher und weniger schwerfällig als die Riese&Müller-Räder, zudem sei die Option zur Induktionsladung sehr komfortabel.

Frau W. zeigte sich von den Pedelecs so begeistert, dass sie eine Anschaffung erwägt. Sie fährt generell sehr gerne Rad und hat auch vor dem Umzug in das Effizienzhaus den Arbeitsweg mit dem Zweirad bestritten. In der eigenen Wohnung müsste die Ladestation jedoch im Keller sein und das schwere Rad immer hineingetragen werden, was neben dem hohen Anschaffungspreis für ein „vernünftiges“ Pedelec Frau W. momentan noch vom Kauf eines solchen Gefährtes abhält, obwohl sie gerne privat eines hätte (vgl. Interview 6).

5.2.6 Fazit zur Elektromobilität

Die Eindrücke der Familie bei der Nutzung der Elektromobilität decken sich weitestgehend mit den Ergebnissen einschlägiger Studien (Fraunhofer ISI 2012: 14; Schäfer, Schmidt 2011: 71; Krems 2011: 33). In puncto Fahrspaß, Beschleunigung und reduzierte Fahrgeräusche konnten die Fahrzeuge überzeugen. Im Hinblick auf die Nutzung als Familienfahrzeug erwiesen sich einige Modelle jedoch als wenig geeignet. Hier ergab sich für die Familie ein hoher Anspruch, bspw. im Transport von Musikinstrumenten zur Verwirklichung der Hobbies der Kinder. Aber auch bei der gemeinsamen Nutzung für Ausflüge zeigte sich, dass manche Modelle schlichtweg zu klein und daher eher ungeeignet waren. Das geringe Raumangebot in Koffer- und Innenraum wurde auch in Akzeptanzstudien zur Elektromobilität als ein wesentlicher Kritikpunkt benannt (Krems 2011: 36; Schäfer, Schmidt 2011: 71)

Die Reichweite von Elektrofahrzeugen in Verbindung mit der vorhandenen Ladeinfrastruktur ist ein weiterer wesentlicher Bestandteil zur Steigerung der Akzeptanz und Erwerbsbereitschaft von Elektromobilität (vgl. u.a. Krems 2011: 34ff.). Studien haben ergeben, dass hier Bedenken bestehen und Nachteile gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen gesehen werden. Die Verbesserung der Reichweite von Elektrofahrzeugen wird daher neben dem Ausbau der Ladeinfrastruktur als dringlichster künftiger Handlungsbedarf betrachtet, um entsprechende Bedenken auszuräumen (Fraunhofer ISI 2012: 14ff.; Peters, Dütschke 2010: 19). Hier fordern, laut einer Befragung, knapp 60% der Nutzer von Elektroautos eine Reichweite von 200 km und mehr (Schäfer, Schmidt 2011: 69). Andererseits muss auch kritisch hinterfragt werden, wie häufig diese gewünschte größere Reichweite tatsächlich zur Anwendung kommen würde (Schäfer u.a. 2011: 5) – so zeigte eine Befragung, dass im Alltag lediglich 6% der Autofahrer eine Strecke von über 100 km zurücklegen, 86 % bewältigen gar nur eine Strecke von bis zu 40 km (Schäfer, Schmidt 2011: 96).

Es wird hier deutlich, dass die Nutzung von Elektroautos bei alltäglichen, kürzeren Strecken mit der durchschnittlichen Reichweite der Fahrzeuge und entsprechenden Ladeoptionen (z.B. am Wohn- oder Arbeitsort) häufig problemlos möglich ist (Schäfer u.a. 2011: 4).

Bei der Befragung der Familie im Effizienzhaus wurde dies ebenfalls deutlich. Auch hier erwiesen sich alle Modelle hinsichtlich ihrer Reichweitenkapazität im Stadtverkehr als alltagstauglich und unproblematisch. Gerade die Möglichkeit zur Ladung am Haus wurde als sehr komfortabel wahrgenommen – und unterstützt zweifelsohne auch die als unkompliziert empfundene Alltagsnutzung der

Fahrzeuge. Längere Strecken ins Berliner Umland, Ausflüge oder gar Urlaube mussten jedoch genau im Vorfeld geplant werden, was für die Familie ungewohnt und auch mit Hindernissen verbunden war. Schwierigkeiten ergaben sich hier einerseits in der Zuverlässigkeit der Reichweitenanzeige der Fahrzeuge, ein auch bereits in anderen Untersuchungen diskutiertes Problem (Peters, Dütschke 2010: 14): Mitunter war diese ungenau, passte sich zu langsam an die Fahrgegebenheiten an und führte zu Ungewissheit darüber, ob die im Vorfeld eingeplante Lademöglichkeit auf der Strecke noch rechtzeitig erreicht werden kann. Hier bedürfe es, nach Experten, genauerer Angaben zur verbleibenden Energie im Hinblick auf Fahrverhalten, Topologie und Temperatur (ebd.). Auf der anderen Seite zeigten sich gravierende Mängel in der Ladeinfrastruktur: Die Familie musste Umwege in Kauf nehmen, um ihr Fahrzeug zu laden und mitunter erwiesen sich im Vorfeld eruierte Ladestationen als inkompatibel, defekt oder schlichtweg nicht vorhanden.

Es besteht also Handlungsbedarf, zuverlässige Informationen zu möglichen Ladeoptionen (vgl. auch Krems 2011: 70) bereit zu stellen.

Betrachtet man die Erfahrungen der Familie mit dem Ladevorgang der Fahrzeuge, so decken diese sich weitestgehend mit den Erkenntnissen anderer Untersuchungen, in denen der Ladevorgang an sich zwar überwiegend als unproblematisch empfunden wurde (Schäfer, Schmidt 2011: 77, Krems 2011: 60), dennoch aber Schwierigkeiten mit einzelnen Aspekten des Vorgangs auftraten: Hierunter fallen die als umständlich empfundene Handhabung des Ladekabels, das zu schwer ist, schnell verschmutzt oder nur schlecht verstaut werden kann, sowie Unsicherheiten über die intakte Funktion und den Ladezustand (Krems 2011: 61ff.).

So wurde auch in den Gesprächen mit der Familie deutlich, dass ein klares Signal vonseiten des Fahrzeugs, dass nun tatsächlich eine Aufladung erfolgt, hilfreich ist. Darüber hinaus boten einige Hersteller eine Applikation an, anhand derer über das Smartphone geprüft werden konnte, wie weit der Ladevorgang bereits fortgeschritten ist. Dies wurde als zusätzliche Sicherheit empfunden und ermöglichte zudem eine bessere Planung zur Nutzung der Zeit während des Ladevorgangs.

Die Ladedauer wurde von der Familie, entgegen der Erkenntnisse anderer Untersuchungen (z.B. Peters, Dütschke 2010: 18, Schäfer, Schmidt 2011: 77), nicht als negativ bewertet. Dies lag aber daran, dass die Autos überwiegend in der Nacht am Haus geladen wurden. Auch bei der Ladung unterwegs fand die Familie die Ladedauer unproblematisch und nützte die Zeit zur Besichtigung der Umgebung.

Die Familie nutzte die Pedelecs gerne und häufig. Der Zusatzantrieb fand hier positiven Anklang und verleitete dazu, auch längere Strecken mit dem Fahrrad zu bewältigen. Beide Elternteile konnten die Pedelecs problemlos in ihre Alltagsmobilität integrieren: Herr W. in Kombination mit der Autonutzung, Frau W. durch ihre täglichen Fahrten zur Arbeitsstätte.

Dabei legte sie verhältnismäßig weite Strecken zurück, wobei die Reichweite (vgl. Tab. 5) des Pedelecs kein Problem darstellte, auch wenn diese grundsätzlich je nach Begebenheiten (Gewicht, Temperatur, Steigungen, Gegenwind, Unterstützungs- und Wirkungsgrad des Antriebes sowie Anzahl der Anfahrten) variiert (ADFC). Letztlich steht hier, ebenso wie bei den Autos, zu vermuten, dass die günstige Ladeoption am Haus die empfundene Alltagstauglichkeit der Pedelecnutzung positiv unterstützt hat.

Herausforderungen fanden sich insbesondere im Hinblick auf die Akkumulatoren, die hier noch nicht vollständig ausgereift erscheinen, wenngleich sich auch bei den Pedelecs die Bemühungen zur Steigerung der Batterie- und Antriebsleistung in den letzten Jahren verstärkten. So sind unter Idealbedingungen Reichweiten von bis zu 80 km möglich (ADFC 2010). Besonders für kurze Distanzen erweisen sich die Fahrräder aber inzwischen als gute und schadstofffreie Alternative (Begleitforschung 6). Dies begründet nicht zuletzt die in den letzten Jahren steigende Nachfrage nach entsprechenden Rädern (ZIV 2013).

5.3 Umweltbewusstsein, umweltschonendes Verhalten und Energiesparverhalten

Über den Zeitraum der Untersuchung wurde versucht, Veränderungen des Umweltverhaltens und der Einstellungen zur Umweltproblematik zu erfassen. Die Familie wurde zu diesen Themen insgesamt dreimal mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens befragt. Von Interesse war dabei die Frage, ob das Haus einen Mehrverbrauch von Energie provoziert, weil diese regenerativ, das Haus energieeffizient ist und die vorhandenen Technologien hohe Sparpotentiale aufweisen (sog. Rebound-Effekt, vgl. Sanatorius 2012: 7).

Die Fragen zielten auf eine Erfassung des Umweltbewusstseins und enthielten allgemeine Einschätzungen zur Relevanz der Umweltproblematik sowie unterschiedlicher Ansätze zu ihrer Lösung. Daneben gibt es konkrete Fragen zum individuellen umweltschonenden Verhalten und zum Energiesparverhalten im Lebensalltag.

Dabei wurden drei Skalen gebildet:

Umweltbewusstsein (z.B.: Der Einsatz erneuerbarer Energien ist sinnvoll; Es ist immer noch so, dass die Politiker viel zu wenig für den Umweltschutz tun).

Energiesparverhalten (z.B.: Ich spare Energie, um die Umwelt zu schonen; Ich schalte nicht benötigte Lichtquellen immer aus).

Umweltschonendes Verhalten (z.B.: Ich esse/kaufe Früchte und Gemüse, wie Trauben, Erdbeeren oder Spargel, unabhängig von der Jahreszeit; Sondermüll, wie Batterien, Farbreste oder Medikamente, bringe ich in dafür eingerichtete Stellen).

Die Fragebögen wurden von den beiden Erwachsenen unabhängig voneinander ausgefüllt.

Die folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung zu drei verschiedenen Messzeitpunkten im Untersuchungszeitraum. Die Messwerte wurden gebildet, indem über die in die Skalen eingegangenen Fragen Summenscores gebildet wurden, die dann durch die Anzahl der jeweiligen Fragen geteilt wurden. Dadurch gibt es einen individuellen Messwert auf der jeweiligen 5 Punkte-Skala, reichend von stimmt genau (5), stimmt eher (4), schwer zuzusagen (3), stimmt eher nicht (2) bis zu stimmt überhaupt nicht (1).

Abb. 19: Umweltbewusstsein

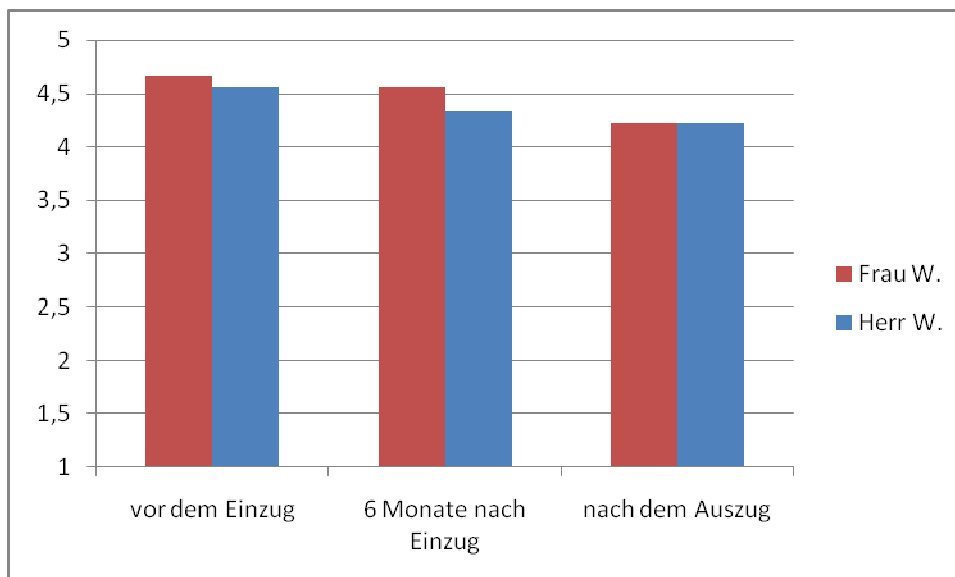
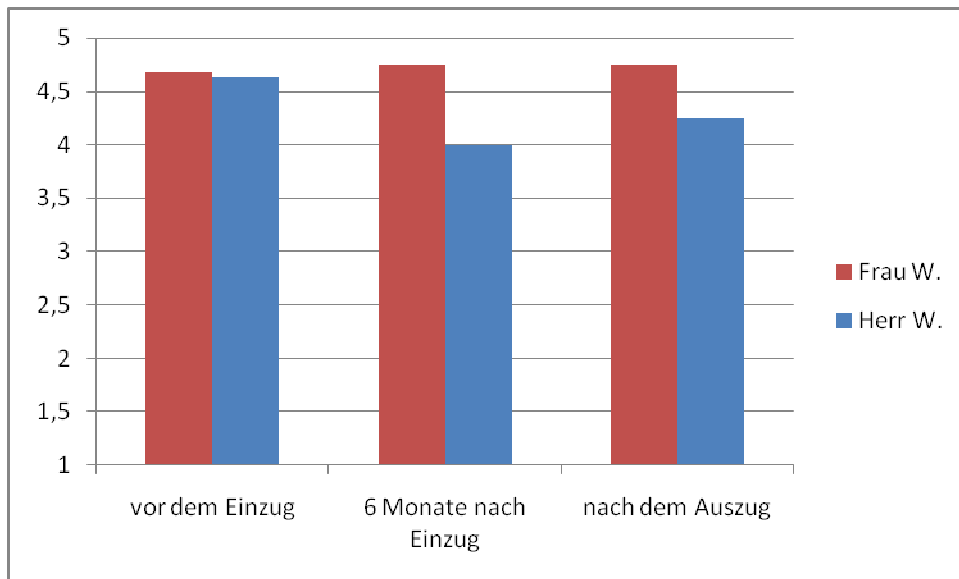
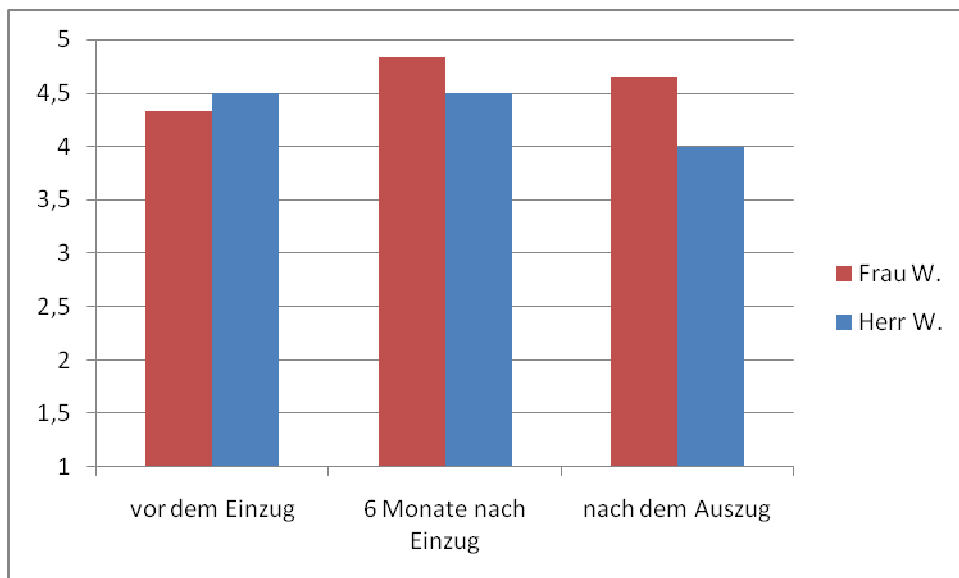


Abb. 20: Umweltschonendes Verhalten**Abb. 21: Energiesparverhalten**

Die Testfamilie hat, wie sich auch in den Interviews deutlich zeigte, ein sehr ausgeprägtes Umweltbewusstsein und bereits schon vor Einzug in das

Effizienzhaus Plus umwelt- und energiebewusst gelebt: Sie achten beispielsweise auf eine fleischarme Ernährung, vermeiden Plastiktüten und Einweggeschirr und versuchen Flugreisen zu umgehen. Dies bestätigte sich letztlich auch in der Auswertung der entsprechenden Fragebögen. Es gibt über den Wohnzeitverlauf nur geringfügige Änderungen im Hinblick auf umweltspezifische Einstellungen, Verhaltensintentionen und Handlungen, die aber nicht signifikant sind. Letztlich verbleiben auch nach 15 Monaten Wohnzeit die Werte auf einem sehr hohen Niveau. Frau W. hat in der Tendenz etwas höhere Werte als Herr W.

„Ich habe das sehr genossen mit dem Trockner, er hat mich verführt ihn zu benutzen. Ich hab da Energie verbraucht, wo es nicht hätte sein müssen.“

Frau W., Juli 2013

In den Interviews wurden Veränderungen deutlicher thematisiert. Auf die Frage, ob ein Wohnumfeld wie das Effizienzhaus Plus dazu anrege, noch zusätzlich Energie zu sparen oder eher zur Verschwendung verleite, antworteten beide zunächst, sie hätten weder das eine noch das andere für sich festgestellt. Letztlich seien sie auch in ihrem umweltbewussten Verhalten schon „sehr routiniert“ (Interview 7). Frau W. räumte jedoch ein, dass sie sich mitunter schon bei „Nachlässigkeiten“ ertappt habe: Beispielsweise bei der Überlegung, den Kühlschrank offen zu lassen und an das Telefon gehen, wenn es klingelt – der Kühlschrank verbrauche schließlich so wenig Energie. Sie habe sich dann aber „gebremst“, weil es ja unsinnig sei und „man das nicht macht“. Aber: „Es verleitet halt einfach“ (Interview 7). Als weiteres Beispiel wird dann von beiden der Wäschetrockner genannt, der von der Familie häufig genutzt wurde „einfach weil er da war“, wie sie rückblickend erstaunt feststellten.

Er: „Was wir schon zugeben müssen, ist, also, ich bade mehr. Ich hab früher fast nie gebadet. Ich habe jetzt auch überhaupt kein Problem damit, wenn die Kinder baden wollen. Da haben wir sonst immer gesagt, einmal die Woche oder zweimal reicht und jetzt pfff. Wenn sie baden wollen, sollen sie baden.“ Sie: „Man hat ein ruhiges Gewissen.“

Familie W., September 2012

Das Gerät wurde für diese Zeit als sehr komfortabel empfunden, wenngleich es ihnen im Nachhinein nicht fehlt. Die Nutzung des Wäschetrockners statt eines Wäscheständers wurde letztlich aber auch bevorzugt, weil sie im Effizienzhaus nicht, wie gewohnt, die Wäsche draußen aufhängen und der interessierten Öffentlichkeit entsprechende Einblicke gewähren wollten.

Auch gaben beide im Interview an, im Effizienzhaus häufiger zu baden, was sicherlich einerseits der ungünstigen Anbringung des Duschkopfes auf der Seite der Badewannenschräge geschuldet war, andererseits aber „auch in dem

Bewusstsein 'pfff, ist ja egal'“ (Interview 7) geschah, wie Herr W. anmerkt.

Frau W. gab außerdem im Interview an, ihre Kinder nun häufiger als früher ermahnen zu müssen, das Licht zu löschen, wenn sie einen Raum verlassen – wenngleich dies insgesamt eher selten vorkam.

Auch wenn die Gründe für die Mehrnutzung von Badewanne und Wäschetrockner durch die Testfamilie nicht abschließend geklärt werden können, lässt sich eine Tendenz zu einem Rebound-Effekt in diesen beiden Fällen – aufgrund der Aussagen der Familie – ausmachen⁵

Generell meinen jedoch beide, der Energieverbrauch eines solchen Hauses sei an sich bereits sehr gering, daher müssten Bewohner auch nicht zwangsläufig ihr Verhalten ändern. Letztlich sei der Verbrauch vor allem eine Frage von Routinen, die allein durch das Leben im Effizienzhaus nicht aufgebrochen werden könnten.

Energiesparende Verhaltensroutinen, die bereits vorher bestanden, wie z.B. das Löschen des Lichts bei Verlassen des Raumes sowie das Vermeiden des Standby-Modus⁶ bei elektrischen Geräten, hat die Familie auch im Effizienzhaus Plus beibehalten.

So lässt sich festhalten, dass das ausgeprägte Umweltbewusstsein der Familie und deren hohe Bereitschaft, umweltschonend zu leben, über den Zeitraum der Studie hinweg erhalten geblieben sind.

„Wir sorgen z.B. trotzdem dafür, dass das Licht aus ist, wenn man aus dem Raum geht, selbst wenn der Bewegungsmelder an ist, mache ich trotzdem hinter mir das Licht aus und sag auch den Kindern 'Macht das Licht aus, wenn ihr den Raum verlasst', die sind jetzt schon manchmal so ein bisschen..., hab ich das Gefühl, ne, dass sie das Licht so ein bisschen häufiger anlassen.“

Frau W., September 2012

„Aber das sind ja auch so Routinen, die man ja nicht aufgeben muss, z.B. den Fernseher richtig auszustellen.“

Herr W., September 2012

⁵ Soziologische Studien zum Zusammenhang von Rebound-Effekten und individuellem Handeln gäbe es bisher nicht. Nach wie vor stelle der Rebound-Effekt sowohl in Soziologie, Politikwissenschaft und Ökonomie ein Forschungsdesiderat dar (vgl. Sanatarius 2012: 8), weshalb die Erhebung des Effekts noch in den Kinderschuhen steckt und in den Folgeprojekten zum Effizienzhaus Plus stärkere Berücksichtigung finden wird.

6 Literaturverzeichnis

Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC) (2010): ADFC-Informationen zu Pedelecs und E-Bikes, Bremen

.

Berndgen-Kaiser, A.; Fox-Kämper, R.; Holtmann, S. (2007): Leben im Passivhaus. Baukonstruktionen, Baukosten, Energieverbrauch, Bewohnererfahrungen. Dortmund: ILS.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2011): Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität. Technische Informationen und Details, Berlin.

Danner, M. (2006): Sozialwissenschaftliche Begleitung des Projekts „Energetische Gebäudemodernisierung mit Faktor 10“ von April 2004 bis Juni 2006. Abschlussbericht im Auftrag von proKlima – Der enercity-Fonds Hannover. Zusammenfassung. Hannover: proKlima.

Ebel, W.; Großklos, M.; Knissel, J.; Loga, T.; Müller, K. (2003a): Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern. Eine vergleichende Analyse der Nutzerfaktoren am Beispiel der 'Gartenhofsiedlung Lummerlund' in Wiesbaden-Dotzheim. Darmstadt: IWU.

Ebel, W.; Großklos, M.; Knissel, J.; Loga, T.; Müller, K. (2003b): Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern. Eine vergleichende Analyse der Nutzerfaktoren am Beispiel der 'Gartenhofsiedlung Lummerlund' in Wiesbaden-Dotzheim. Teilbericht. Bauprojekt, messtechnische Auswertung, Energiebilanzen und Analyse des Nutzereinflusses. Darmstadt: IWU.

Emmerich, W., Georgescu, A., Ginter, M., Garrecht, H., Huber, J., Hildebrandt, O., König, A., Laidig, M., Gruber, E., Jank, R., Bieber, H. (2004): EnSan-Projekt Karlsruhe-Goerdelerstraße. Integrale Sanierung auf Niedrigenergie-Standard unter Einschluss moderner Informations- und Regelungstechnik und Beeinflussung des Nutzerverhaltens. Bietigheim-Bissingen: Fachinstitut Gebäude Klima.

Erhorn, H.; Bergmann, A.; Beckert, M.; Reiß, J. (2013): Messtechnische und energetische Validierung des BMVBS-Effizienzhaus Plus in Berlin. Stuttgart: Fraunhofer Institut für Bauphysik.

Flade, A., Hallmann, S., Lohmann, G. & Mack, B. (2003). Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern aus sozialwissenschaftlicher Sicht. Abschlussbericht. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (2012): Roadmap zur Kundenakzeptanz. Zentrale Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung in den Modellregionen. Karlsruhe/Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS).

Hübner, H.; Hermelink, A.; Neumann, U.; Alheid, R. (2001): Passivhäuser für Mieter – Bedürfnisse, Erfahrungen, Potentiale. In: Tagungsband der 5. Passivhaus-Tagung, Darmstadt, Passivhaus-Institut

Hacke, U.; Lohmann, G. (2006): Akzeptanz energetischer Maßnahmen im Rahmen der nachhaltigen Modernisierung des Wohnungsbestandes. Darmstadt: IWU Institut.

Ibold, J. (2007): Empirische Untersuchungen zum Einfluss der Lebensstile auf das Umweltverhalten von Schülern verschiedener Schulformen. Halle, Download unter: <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/07/07H125/prom.pdf>, letzter Zugriff: 01.08.2013.

Keiser, J. (2013): Elektromobilität und Wohnen. Evaluierung der Daten aus der Elektromobilität für das Modellvorhaben "Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität" in Berlin. Vortrag: Fachveranstaltung "Effizienzhaus Plus - Konzepte und Betriebserfahrungen, Hamburg, 14.6.13.

Krems, J. F. (2011): MINIEVatt Berlin – Freude am umweltgerechten Fahren, Verbundprojekt: Klimaentlastung durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Zusammenwirken mit emissionsfreien Elektrofahrzeugen – Mini E 1.0. Abschlussbericht. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz.

Peters, A., Dütschke, E. (2010): Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe.

Preisendörfer, P. (1999): Umwelteinstellungen und Umweltverhalten in Deutschland. Empirische Befunde und Analysen auf der Grundlage der Bevölkerungsumfragen „Umweltbewusstsein in Deutschland 1991-1998“. Opladen: Leske+Budrich.

Sanatorius, T. (2012): Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

Schrader, U., Jansen, U. (Hg.) (2001): Nachhaltiger Konsum: Forschung und Praxis im Dialog. Frankfurt a.M./New York: Campus.

Schäfer, P., Schmidt, K. (2011): Sozialwissenschaftliche Begleitforschung zur Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main. Abschlussbericht.

Schäfer, P., Schmidt, K., Knese, D., Hermann, A., Blättel-Mink, B., Lanzendorf, M., Buchsbaum, M., Dalichau, D., Hattenhauer, M., Weber, J., Prill, T., Schubert, S., Hermenau U, Tandler, M. (2011): Sozialwissenschaftliche Begleitforschung zur Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main. Resümee.

Wortmann, K. (1994): Psychologische Determinanten des Energiesparens. Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Zweirad-Industrie-Verband e.V. (ZIV) (2013): E-Bikes weiterhin mit Rückenwind unterwegs. Pressemitteilung vom 20. März 2013.

7 **Abbildungsverzeichnis**

- Abb. 1: Die Bedienung des Touchpanel erfolgt intuitiv
- Abb. 2: Es ist schwierig die Gebäudeautomation über das Touchpanel zu steuern
- Abb. 3: Es ist schwierig die Gebäudetechnik über das Smartphone zu steuern
- Abb. 4: Ich kann mich auf die korrekte Fernsteuerung der Geräte via Smartphone verlassen
- Abb. 5: Die Räume sind insgesamt behaglich
- Abb. 6: Es gibt Temperaturunterschiede zwischen dem Erd- und Obergeschoss
- Abb. 7: Die Temperaturregulierung ist leicht zu handhaben
- Abb. 8: In der Nähe der Fenster ist es spürbar kühler
- Abb. 9: Die Luftfeuchtigkeit in den Räumen ist angenehm
- Abb. 10: Die Lüftung beseitigt Gerüche problemlos und schnell
- Abb. 11: Die Lüftung funktioniert störungsfrei
- Abb. 12: Ich habe das Gefühl, dass es zieht
- Abb. 13: Die Lüftung überträgt Geräusche zwischen den Räumen
- Abb. 14: Die Lüftung entwickelt störende Geräusche
- Abb. 15: Die eingebauten Leuchtmittel schaffen eine behagliche Atmosphäre
- Abb. 16: Die eingebauten Leuchtmittel schaffen erreichen nur langsam die gewünschte Helligkeit
- Abb. 17: Die Lichtregulierung ist leicht zu handhaben
- Abb. 18: Die Bewegungsmelder funktionieren gut
- Abb. 19: Umweltbewusstsein
- Abb. 20: Umweltschonendes Verhalten
- Abb. 21: Energiesparverhalten

8 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Nutzungsumfang aller Elektrofahrzeuge

Tab. 2: Übersicht der gefahrenen Elektrofahrzeuge

Tab. 3: Häufigkeit der Nutzung beider E-Autos aller Modelle und prozentual nach
Fahrzweck

Tab. 4: Umfang der Nutzung beider E-Autos aller Modelle und prozentual nach
Fahrzweck

Tab. 5: Übersicht der gefahrenen Pedelecs

Tab. 6: Umfang und Zweck der Nutzung der Pedelecs durch Frau W.