Bachelorarbeit

Modellierung von Suffizienzstrategien zur Verringerung des Stromverbrauchs in Haushalten

von Franziska Lehmann

Matrikel-Nummer 528217

Dezember 2013

Fachbereich 1

Umwelttechnik/Regenerative Energien

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Jochen Twele

Zweitgutachter: Dr.-Ing. Lars-Arvid Brischke

htw.

Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Inhalt

Inhalt ..... **II**

Abbildungsverzeichnis ..... **IV**

Tabellenverzeichnis ..... **V**

Glossar und Abkürzungsverzeichnis ..... **VI**

1 Einleitung **2**

2 Fachliche Hintergründe **3**

2.1 Notwendigkeit neuer Wege zur absoluten Stromeinsparung 3

2.2 Definition von Suffizienz 4

3 Das Tool **7**

3.1 Genereller Aufbau des Tools 7

3.2 Tabellenblatt: Allgemeine Informationen 8

3.3 Tabellenblatt: Kühlen und Gefrieren 8

3.4 Tabellenblatt: Waschen und Spülen 9

3.5 Tabellenblatt: Kochen und Backen 11

3.6 Tabellenblatt: Beleuchtung 12

3.7 Tabellenblatt: Warmwasserbereitung 13

3.8 Tabellenblatt: Unterhaltungselektronik 14

3.9 Tabellenblatt: Informations- und Kommunikationstechnik 15

3.10 Tabellenblatt: Sonstige Geräte 16

3.11 Zusammenfassung 18

4 Die simulierten Strategietypen **19**

4.1 Überblick und Ziele 19

4.2 Unterscheidung der grundlegenden Strategietypen 20

4.2.1 Typ Durchschnitt 21

4.2.2 Typ Effizienz 21

4.2.3 Typ Easy 22

4.2.4 Typ Easy + Effizienz 22

4.2.5 Typ Gerätesuffizienz 22

4.2.6 Typ Verhaltenssuffizienz 23

4.2.7 Typ Kombination 23

4.3 Anwendungsspezifische Quantifizierung der grundlegenden Maßnahmen am Beispiel der Gerätegruppe Kühlen und Gefrieren 23

4.4 Die einzelnen Maßnahmen der simulierten Strategietypen 26

4.4.1 Typ Durchschnitt 26

4.4.2 Typ Effizienz 28

4.4.3 Typ Easy 29

4.4.4 Typ Easy + Effizienz 30
4.4.5 Typ Gerätesuffizienz 30
4.4.6 Typ Verhaltenssuffizienz 32
4.4.7 Typ Kombination 36
4.5 Die Simulationsergebnisse 37

5 Ausblick 39

Anhang 41

Literaturverzeichnis 50

Eidesstattliche Erklärung 53

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Entwicklung des Brutto- und Nettostromverbrauchs in Deutschland (Quelle: (BMWI, et al., 2012)) 3
Abb. 2: Jahresstromverbräuche der verschiedenen Strategietypen nach Gerätegruppen in kWh/a für einen beispielhaften Zwei-Personen-Haushalt (detaillierte Darstellung siehe Anhang Abb. 7 und CD) (Quelle: eigene Darstellung) 38
Abb. 3: Entwicklung des Stromverbrauchs der Haushalte in Deutschland 1990 – 2011 (Quelle: eigene Darstellung aus (DIW Berlin; EEFA, 2013)) 41
Abb. 4: Verteilung der Stromeffizienz bei ausgewählten Elektrogeräten, 2007, in Prozent (Quelle: (Hillebrand, 2012)) 42
Abb. 5: Verteilung der Stromeffizienz bei ausgewählten Elektrogeräten, 2011, in Prozent (Quelle: (Hillebrand, 2012)) 42
Abb. 6: Anteile der Gerätegruppen am Jahresstromverbrauch eines Zwei-Personen-Haushaltes (Quelle: eigene Darstellung aus (EA NRW, 2013)) 43
Abb. 7: Jahresstromverbräuche der verschiedenen Strategietypen nach Gerätegruppen in kWh/a für einen beispielhaften Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: eigene Darstellung) 49

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Waschmaschine: Stromverbrauch nach Effizienzklasse und Volumen bei 60 °C Waschtemperatur in kWh/Waschgang (Quellen: (NEI, 2013) und eigene Berechnungen) 10
Tab. 2: Waschmaschine: Korrekturfaktoren zur Stromverbrauchsberechnung in Abhängigkeit von der Waschtemperatur (Quellen: (Rüdenauer, et al., 2006) und eigene Berechnungen) 10
Tab. 3: Wäschetrockner: Stromverbrauch nach Effizienzklasse und Geräteart bei 1000 U/min in kWh/Trockengang (Quellen: (NEI, 2013), (Idealo Internet GmbH, 2013) und eigene Berechnungen) 11
Tab. 4: Gerätegruppe Kochen + Backen: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte und Betriebsmodi in kW (Quellen: (Bürger, 2009), (HEA, 2013) und eigene Berechnungen) 12
Tab. 5: Lichtausbeute in lm/W für verschiedene Leuchtmittel (Quellen: (licht.de, 2010), (OÖ Energiesparverband, 2007)) 13
Tab. 6: Gerätegruppe Unterhaltungselektronik: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte und Betriebsmodi in W (Quellen: (Bürger, 2009), (HEA, 2013) und eigene Berechnungen) 15
Tab. 7: IKT: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte und Betriebsmodi in W (Quellen: (Bürger, 2009), (HEA, 2013) und eigene Berechnungen) 15
Tab. 8: Smartphone/Handy: Stromverbrauch verschiedener Nutzungsformen in kWh/a (Quellen: (Bürger, 2009), (Fischer, 2013a) und eigene Berechnungen) 16
Tab. 9: Gerätegruppe Sonstige Geräte: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte in kW (Quellen: (EA NRW, 2013) und eigene Berechnungen) 17
Tab. 10: Gerätegruppe Sonstige Geräte: Stromverbrauch verschiedener Geräte in kWh/a (Quelle: (EA NRW, 2013)) 18
Tab. 11: Annährung der Tool-Verbrauchswerte an EA-NRW-Durchschnittswerte in den einzelnen EA-NRW-Gerätegruppen in kWh/a (Quellen: eigene Darstellung, (EA NRW, 2013)) 20
Tab. 12: EA-NRW-Verbrauchsdaten je Gerätegruppe und Haushaltsgröße (Quelle: (EA NRW, 2013) Stand 1.10.13) 41
Tab. 13: Aufteilung der Bestrahlungsstärken im Wohnbereich nach Sehaufgabe und Tätigkeiten (Quellen: Darstellung nach DIN EN 12464-1 und (OÖ Energiesparverband, 2007), (licht.de, 2010)) 43
Tab. 14: Pro-Kopf-Stromverbrauch nach Haushaltsgrößen in 2010 (Quellen:(Hillebrand, 2012), (RWI; forsa, 2013) und eigene Berechnungen) 43
Tab. 15: Jahresstromverbräuche der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: eigene Darstellung) 44
Tab. 16: Die Haushaltstypen und ihre Maßnahmen in den Gerätegruppen mit Stromverbrauchswerten in kWh/a (Quelle: eigene Darstellung) 45

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWI	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
DDM	Drop-Down-Menü(s)
EA NRW	Energieagentur Nordrhein-Westfalen
EFH	Einfamilienhaus
FONA	Forschung für nachhaltige Entwicklungen (BMBF-Rahmenprogramm)
HH	Haushalt
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
NEI	Niedrig Energie Institut
RLT	Raumlufttechnik
SÖF	Sozial-ökologische Forschung (Forschungszweig der FONA)
UE	Unterhaltungselektronik
Whg.	Wohnung

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren konzentrierte sich die Politik stark auf Konsistenz- und Effizienzstrategien, um die Ziele der Energiewende umzusetzen. Mittlerweile rückt jedoch die Änderung bestimmter Verhaltensweisen in Bezug auf Konsum- und Verbrauchsmuster vermehrt in den Fokus. In diesem Zusammenhang kommen Fragen auf wie: Wie groß müssen Einschnitte und Veränderungen in den bestehenden Verhaltensweisen sein, um eine sichtbare Reduktion des Stromverbrauchs zu bewirken? Kann diese Reduktion nur durch Verzicht, d. h. durch das tief einschneidende und als negativ wahrgenommene Aufgeben gewisser Konsum- und Verhaltensweisen, oder auch durch Änderungen in Konsum- und Verhaltensmustern erreicht werden? In der aktuellen Forschung wird dieser neue Baustein zu mehr Nachhaltigkeit als Suffizienz bezeichnet. Suffizienz steht im Mittelpunkt eines aktuellen Projekts am *Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH* (IFEU). Das vom BMBF-Rahmenprogramm *Forschung für nachhaltige Entwicklungen* (FONA) geförderte Projekt zum Thema Energiesuffizienz startete im Juni 2013 und wird bis Mai 2016 unter folgendem Titel bearbeitet: *Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen/Wohnen*. Im Rahmen dieses Projektes ist die vorliegende Arbeit entstanden.

Was können Suffizienzstrategien tatsächlich bewirken? Welches quantitative Potential besitzen diese Strategien? Diese und weitere Fragen werden hier behandelt und an einem Beispielhaushalt bearbeitet. Als wichtiges Arbeitsmittel wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Tool entwickelt, mit dem die Stromverbräuche einzelner Haushalte aufgrund verschiedener Verhaltensmuster und bestimmter Geräteausstattungen modelliert werden können, um anhand veränderlicher Parameter Einsparpotentiale auf Suffizienzebene zu bestimmen.

Im ersten Teil der Arbeit wird darauf eingegangen, warum Suffizienz eine zunehmend wichtige Rolle beim Erreichen der Energie- und Klimaziele der Bundesregierung spielt und was unter den Begriffen Suffizienz und Energiesuffizienz in diesem Zusammenhang zu verstehen ist. Danach werden Aufbau und Funktion des Tools beschrieben. Im Mittelteil wird auf die modellierten Strategietypen und deren Suffizienzmaßnahmen eingegangen sowie deren Potentiale quantifiziert. Im letzten Teil der Arbeit werden die Ergebnisse erläutert und Ausblicke in Bezug auf Entwicklungen und den weiteren Forschungsbedarf gegeben.

2 Fachliche Hintergründe

Bisher standen Effizienz- und Konsistenzstrategien im Mittelpunkt der Energie- und Klimapolitik. Warum diese allein als unzureichend und nicht richtungssicher zu bewerten sind und welche Strategie diese ergänzen kann, soll in diesem Kapitel aufgezeigt werden.

2.1 Notwendigkeit neuer Wege zur absoluten Stromeinsparung

Die Umsetzung der Ziele der Energie- und Klimapolitik erfolgt auf nationaler Ebene auf Grundlage des Energiekonzepts der Bundesregierung. Nach diesem ist es gesetztes Ziel den Stromverbrauch bis 2020 um 10 % und bis 2050 um 25 % gegenüber 2008 zu senken (BMWI, et al., 2010). Verfolgt man die Entwicklung des Stromverbrauchs in den letzten Jahren (vgl. Abb. 1), scheint eine Erreichung theoretisch möglich, aber kaum realistisch, da der Verbrauch auf ein Niveau ähnlich dem des Jahres 1996 sinken müsste.

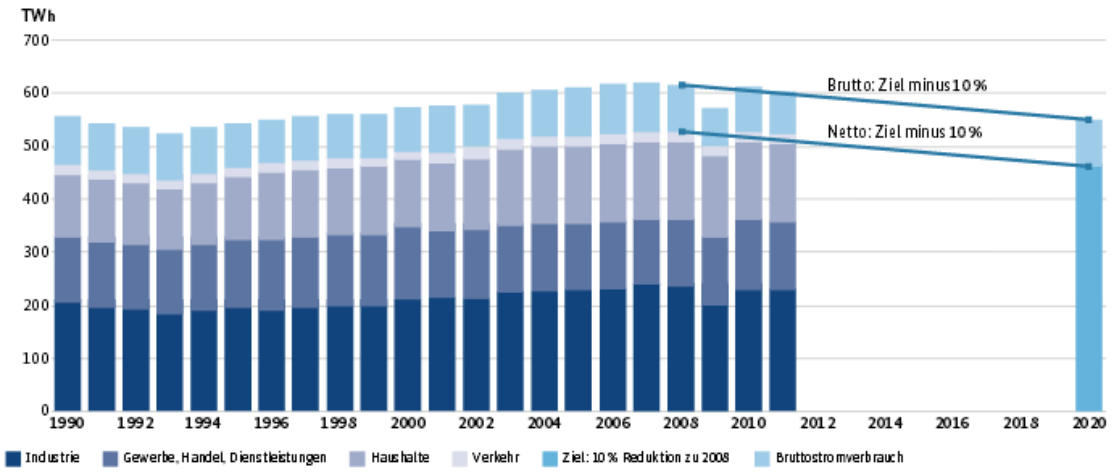


Abb. 1: Entwicklung des Brutto- und Nettostromverbrauchs in Deutschland (Quelle: (BMWI, et al., 2012))

Im Jahr 2011 gingen 25 % des deutschen Stromverbrauchs zu Lasten der Haushalte. Damit sind diese, neben der Gruppe Bergbau und verarbeitende Gewerbe (47 %) und dicht gefolgt von der Gruppe Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (23 %), die zweitgrößte Verbrauchergruppe im Stromsektor Deutschlands (BDEW, 2012). Bei der Entwicklung der Stromverbrauchswerte für Haushalte in den letzten Jahren (vgl. im Anhang Abb. 3) ist keine deutliche Reduktion des Stromverbrauchs bemerkbar. Erst

nach der Finanz- und Wirtschaftskrise 2009 scheint es zu Abweichungen vom bisherigen Aufwärtstrend zu kommen. Trotz wachsender Effizienzgeräteausstattung in den Haushalten (vgl. Abb. 4 und Abb. 5 im Anhang) und Steigerung der Energieeffizienz elektrischer Geräte um den Faktor 2 bis 3 (Brischke, 2013a) in den letzten zwei Jahrzehnten kommt es also zu keiner signifikanten Abnahme des Strombedarfs. Als Ursache hierfür wurden mittlerweile die sogenannten Rebound-Effekte identifiziert. Diese Effekte, die aktuell stark in Politik und Forschung diskutiert und untersucht werden, zeigen sich in vielfältigen Erscheinungsformen. Für die genaue Aufteilung und Definition der verschiedenen Formen ist in der aktuellen Forschung noch kein gemeinsamer Konsens gefunden. Rebound-Effekte entstehen beispielsweise, wenn beim Kauf neuer effizienterer Geräte gleichzeitig auf ein größeres oder funktionsreicheres Gerät umgestiegen wird oder wenn trotz Neuanschaffung eines effizienteren Gerätes das Altgerät weiterhin in Betrieb bleibt. Dies geschieht vergleichsweise oft bei Kühl-/Gefriergeräten und TV-Geräten (Bürger, 2009), (Brischke, 2013a). Somit „können Verbesserungen der Geräteausstattung (mehr Geräte, größere Geräte usw.), Veränderungen im Nutzungsverhalten sowie neue Stromanwendungen, die erreichten Effizienzfortschritte in Bezug auf den Stromeinsatz ganz oder teilweise zunichtemachen“ (Hillebrand, 2012 S. 28). Stromeffizienz, als vielbeschworene Strategie zur Reduktion des Stromverbrauchs in Haushalten, ist also keine richtungssichere und somit nicht die alleinige Lösung. Suffizienz, speziell die Energiesuffizienz, „adressiert diese Effekte, indem sie den konsumierten energieverbrauchsrelevanten Nutzen hinterfragt“ (Brischke, 2013a S. 65).

2.2 Definition von Suffizienz

Der Begriff der Suffizienz stammt aus dem Lateinischen *sufficere,* zu Deutsch *ausreichen*. Er ruft in der Bevölkerung häufig Abwehrreaktionen hervor, da die Bedeutung oft negativ verknüpft ist: „Verzicht, Ökodiktatur, Rückkehr ins Mittelalter" (Fischer, et al., 2013 S. 5). Suffizienz taucht schon früh im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit auf (vgl. (Sachs, 1993)). Laut Linz „bemüht sich [Suffizienz] um einen geringeren Verbrauch von Materie und Energie durch eine geringere Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen mit hohem Ressourcenanteil“ (Linz, 2006 S. 6). Da Suffizienz jedoch erst in der jüngeren Forschung Gegenstand von Untersuchungen geworden ist, gibt es noch keine einheitliche Definition. Im Folgenden werden drei Definitionsansätze aus aktuellen Studien aufgeführt:

Fischer et al. (2013) definieren Suffizienz als „Änderungen in Konsummustern, die helfen, innerhalb der ökologischen Tragfähigkeit der Erde zu bleiben, wobei sich

Nutzenaspekte des Konsums ändern" (Fischer, et al., 2013 S. 5). Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Bedeutung von *Nutzenaspekten*, denn jeder Konsum, jedes Gut bringt häufig nicht nur einen Nutzen, sondern ein ganzes Bündel verschiedener Nutzenaspekte mit sich (Fischer, et al., 2013). Dies lässt sich besonders gut am Beispiel des Individualverkehrs erläutern: Der Nutzen besteht darin, eine Person von A nach B zu transportieren. Diesen Nutzen bietet das Auto unter verschiedenen Nutzenaspekten: schnell, trocken, anstrengungsfrei und mit der Möglichkeit, weitere Personen und Güter zu transportieren. Der Umstieg auf das Fahrrad erfüllt diesen Nutzen auch, aber unter völlig anderen Nutzenaspekten: es hält fit, ermöglicht Aufenthalt und Bewegung an der Luft, erfordert keinen Führerschein und erspart die Parkplatzsuche (Fischer, et al., 2013).

Ein weiterer aktueller Definitionsversuch findet sich bei Brischke (2013): „Suffizienz [setzt] bei einer Reduktion oder Substitution des Nutzens an. Art und Umfang des konsumierten Nutzens gehen auf Entscheidungen zum Konsum- und Nutzungsverhalten der NutzerInnen zurück. Suffizienz ist somit das individuelle Hinterfragen des konsumierten Nutzens mit dem Ziel eines maßvollen Umgangs mit Ressourcen“ (Brischke, 2013 S. 1).

Nach einer Studie der Stadt Zürich aus dem vergangenen Jahr „heisst [sic] [Suffizienz] Genügsamkeit, Bescheidenheit und Zurückhaltung bei den Ansprüchen an die Ressourcen (Güter und Dienstleistungen). Suffizienz ist damit nicht durch technische Massnahmen [sic] zu erreichen, sondern erfordert ein Umdenken, Verhaltensänderungen beim Individuum (gefördert zum Beispiel über einen Wertewandel in der Gesellschaft), sowie allenfalls bewusstes Sparen (sei es aus finanziellen oder aus ideologischen Gründen)“ (Stadt Zürich, 2012 S. 7).

Allen gemein ist die Änderung von Konsum- und Verhaltensmustern im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch auf individueller Ebene. Ein auffälliger Unterschied findet sich darin, wie die Freiwilligkeit der Nutzerentscheidung bewertet wird. Während Brischke (2013) die Individualität des Hinterfragens betont, verzichten Fischer et al. (2013) in ihrer Definition bewusst auf diesen Punkt, um Handlungsräume für die Politik zu öffnen.

Suffizienz wird, neben der „Konsistenz[, die] die Art der Bereitstellung des Aufwandes (z.B. Substitution fossiler durch erneuerbarer Energieträger)[,] und Effizienz[, die] die Erhöhung des Wirkungsgrades der Energieumwandlung adressiert" (Brischke, 2013 S. 1), als dritte Säulen der Nachhaltigkeit verstanden. Während Effizienz und Konsistenz den technischen Wegen darstellen, bildet Suffizienz den soziokulturellen Weg. Diese Form der Unterteilung hat dazu geführt, dass die Politik ihre Zuständigkeit bisher nur in den Bereichen Effizienz und Konsistenz sieht, jedoch nicht im Gebiet der Suffizienz. In

diesem Zusammenhang wird kontrovers diskutiert, inwieweit die Einflussnahme durch die Politik mit der Freiwilligkeit von Nutzerentscheidungen einhergehen kann. Aktuell gibt es keine Einigkeit darüber, wo wessen Verantwortungen und Kompetenzen liegen, wohl aber darüber, dass Suffizienzmaßnahmen „kaum verordnet werden können" (Stadt Zürich, 2012 S. 51), sondern es die Aufgabe der Politik sein muss, ohne Zwang suffizientes Verhalten zu flankieren und „[zu] erleichtern oder [zu] bestärken" (Brischke, 2013a S. 66).

Dass Suffizienz als ein wichtiger Ansatzpunkt in der Nachhaltigkeitsdebatte zu sehen ist, zeigen die Grenzen von Effizienz und Konsistenz auf. Nutzungskonkurrenzen, die Risikohaftigkeit einiger Technologien sowie der bisher noch nicht absehbare vollständige Ersatz aller Güter und Dienstleistungen durch nachhaltige Varianten sind hierbei für den Bereich Konsistenz zu nennen (Fischer, et al., 2013). Als Grenzen der Effizienz sind zum einen die bereits genannten Rebound-Effekte (vgl. Kap. 2.1) und zum anderen das „Wirtschaftswachstum und gegenläufige Trends" (Fischer, et al., 2013 S. 14) zu sehen. Als relative Größe reicht sie also nicht aus, um zu einer absoluten Reduktion zu führen. Somit zeigt sich, dass erst die „integrierte Strategie [der drei Bereiche], die sich komplementär ergänzen, […] Richtungssicherheit im Sinne der Nachhaltigkeit [garantiert]“ (Brischke, 2013 S. 3). Entgegen der Meinung von Politik, Verbrauchern und Effizienz-Verfechtern muss „Suffizienz […] jedoch keineswegs nur eine Notlösung [sein], wo Effizienz- und Konsistenzstrategien versagen. […] Suffizienz kann […] manches Mal die einfachere, kostengünstigere, weniger konfliktträchtige [oder] die elegantere Lösung darstellen" (Fischer, et al., 2013 S. 15), besonders im Hinblick auf Investitionssummen und Amortisationszeiten. Mögliche Potentiale dieser Nachhaltigkeitsstrategie speziell im Bereich Stromanwendungen aufzuzeigen ist ein Gegenstand dieser Arbeit. Somit liegt das Hauptaugenmerk auf der Energiesuffizienz als spezielle Form der Suffizienz. Nach der Definition von Brischke „verfolgt [Energiesuffizienz] das Ziel einer absoluten Reduktion des Aufwandes an technisch bereitzustellender Energie in einer gesamthaften Perspektive […]. Ansatzpunkt ist dabei die Veränderung des energierelevanten Konsum- und Nutzungsverhaltens oder der energierelevanten Aspekte von Lebensstilen auf Basis freiwilliger Entscheidungen der VerbraucherInnen“ (Brischke, 2013 S. 1).

3 Das Tool

Das Tool wurde von der Autorin dieser Arbeit im Rahmen des Energiesuffizienz-Projektes am IFEU entwickelt, um die Potentiale von Suffizienzmaßnahmen im Bereich von Stromanwendungen auf Haushaltsebene zu quantifizieren.

3.1 Genereller Aufbau des Tools

In Anlehnung an den *STROM.check für Haushalte* der *Energieagentur Nordrhein-Westfalen* (EA NRW) (EA NRW, 2013) wurden dafür in *Microsoft Office Excel 2007* Tabellenblätter mit verschiedenen Eingabemasken (siehe CD im Anhang, Datei *Suffizienz_Tool,* grüne Registerfarbe) und zugehörige Tabellenblätter mit hinterlegten Werte- und Rechentabellen (siehe CD im Anhang, Datei *Suffizienz_Tool*, hellblaue Registerfarbe) generiert. Die einzelnen Eingabemasken sind an die gängige Einteilung von Gerätegruppen und an die Struktur im *STROM.check* angelehnt: Allgemeine Informationen, Kühlen und Gefrieren, Waschen und Spülen, Kochen und Backen, Beleuchtung, elektrisches Warmwasser, Unterhaltungselektronik (UE), Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), Sonstige Geräte. Im Tool können spaltenweise verschiedene Haushalte nebeneinander modelliert werden. In diesen werden die verschiedenen Ausstattungsgrade, Nutzungsdauern und -häufigkeiten sowie Funktionen und Eigenschaften der Geräte in den einzelnen Gerätegruppen abgefragt. Die Felder zur manuellen Dateneingabe heben sich optisch durch ihren weißen Farbhintergrund ab, da alle anderen Felder farblich hinterlegt sind. Diese Eingabefelder sind auch als Stellschrauben für Einsparmaßnahmen zu verstehen. Nach jedem Gerät und zusätzlich als Gesamtsumme über die Gerätegruppe am Ende der jeweiligen Eingabemaske wird der Jahresstromverbrauch in kWh/a ausgegeben. In den drei Tabellenblättern mit gelber Registerfarbe (siehe CD im Anhang, Datei *Suffizienz_Tool*) werden die Daten in verschiedenen Formen zusammengefasst und überblicksmäßig dargestellt: *Überblick und Diagramm* fasst die Verbrauchswerte je Haushaltstyp und je Gerätegruppen in einer Tabelle zusammen und generiert daraus ein Diagramm über die einzelnen Jahresstromverbräuche. *Überblick (Detail)* stellt alle Maßnahmen jedes Haushaltstyps denen der anderen gegenüber. Unter *weitere Tabellen* findet man eine Tabelle, die den durchschnittlichen Verbrauchswerten der EA NRW in den einzelnen Gerätegruppen die Verbrauchswerte des nachgebildeten Beispielhaushaltes gegenüberstellt (vgl. Tab. 11). Die EA-NRW-Werte für die passende Personenanzahl werden dabei automatisch anhand der Eingaben im Tabellenblatt *Allgemein* und mit Hilfe der hinterlegten Werte im Tabellenblatt *Werte_Allgemein* (vgl. Tab. 12 im Anhang)

generiert. Aufbau und Struktur des Tools wurden in der bestehenden Form gewählt, weil diese Form zum einen eine gängige Art der Strukturierung im Gerätebereich darstellt und das Tool zum anderen anbindbar und erweiterbar für bestehende und künftige Projekte sein soll. So ist eine Erweiterung um Bereiche, die über die Stromanwendung hinausgehen, aber dennoch für die Abbildung des Energieverbrauchs in Haushalten relevant sind, wie zum Beispiel der Bereich Heizen und Raumwärme, mitgedacht und berücksichtigt worden. Das Tool ist in viele Richtungen flexibel erweiterbar, um verschiedene neue Parameter genauso wie um weitere Haushalte oder weitere Gerätegruppen bzw. Anwendungsbereiche. Im Folgenden werden der Aufbau des Tools in den einzelnen Gerätegruppen (siehe CD im Anhang, Datei *Suffizienz_Tool*) und die Parameter genauer beschrieben.

3.2 Tabellenblatt: Allgemeine Informationen

In diesem Tabellenblatt werden grundsätzliche Haushaltsinformationen angegeben: die Größe der Wohnfläche in m^2, die Personenzahl, die Wohnform (Wohnung (Whg.) oder Einfamilienhaus (EFH)) sowie das Vorhandensein eines Gartens, die letzten Punkte anhand von Drop-down-Menüs (DDM).

Die Wohnfläche stellt für künftige Bewertungen einen wichtigen Faktor und auch Stellschraube dar, da sie sich auf viele Bereiche auswirkt, z.B. Geräteausstattungsgrade (Anzahl gängiger Haushaltsgeräte, Vorhandensein von nicht gängigen Geräten wie elektrische Sauna, Solarium, elektrische Heimtrainer, etc.) und Heizbedarf. Darauf zielt auch die Frage nach der Wohnform ab, denn die Pro-Kopf-Wohnfläche in Deutschland liegt in EFH wesentlich höher als in Wohnungen (Destatis, 2012). Die Frage nach dem Garten geht in eine ähnliche Richtung, denn das Vorhandensein eines Gartens zieht oft eine Erhöhung der Ausstattungsgrade von elektrischen Geräten nach sich: Teichpumpe, Gartengeräte, Werkzeuge etc. Diese Bereiche werden im Tabellenblatt *Sonstige Geräte* genauer abgedeckt. Zum Tabellenblatt *Allgemeine Informationen* ist auch die eingangs erwähnte Tabelle mit EA-NRW-Verbrauchswerten pro Haushaltsgröße im Hintergrund hinterlegt (vgl. Tab. 12 im Anhang).

3.3 Tabellenblatt: Kühlen und Gefrieren

Für diese Gerätegruppe werden Geräte wie Kühlschränke und Gefriergeräte aufgenommen. Es können jeweils drei Geräte pro Haushalt angegeben werden. Die

Abfrage und Berechnung erfolgt auf Basis der Verordnung EU 1060/2010 zur Energieverbrauchskennzeichnung von Haushaltskühlgeräten. Demnach werden für jedes Gerät folgende Aspekte abgefragt: die genaue Geräteart, die Volumina der einzelnen Fächertypen, ob ein Kaltlagerfach mit mindestens 15 l oder ein frostfreies Gefriergutfach vorhanden ist, ob es sich um ein Einbaugerät handelt, die Energieeffizienzklasse, die Klimaklasse, ob bzw. um wie viel K die Kühl-/ Gefriertemperatur erhöht wurde und ob bzw. welche Monate im Jahr das Gerät ausgeschaltet wird. Die Abfrage der ausgeschalteten Monate erfolgt nicht nur über die Eingabe der Monatsanzahl, sondern über die Auswahl der einzelnen Monate, da für die Zukunft angedacht ist, auch grobe Jahreslastgänge für Haushalte modellieren zu können.

3.4 Tabellenblatt: Waschen und Spülen

Für diese Gerätegruppe werden die Geräte Geschirrspüler, Waschmaschine und Wäschetrockner erfasst. Der Waschtrockner wurde aufgrund seiner geringen Verbreitung vorerst nicht mit aufgenommen, kann aber wie eingangs beschrieben durch eine Erweiterung des Tools eingefügt werden.

Für den *Geschirrspüler* werden Daten wie Effizienzklasse und Breite aus DDM und Daten wie Gedeckanzahl und Anzahl der Spülgänge pro Woche aus Eingabefeldern aufgenommen. Die Berechnung erfolgt auf Basis der Verordnung EU 1016/2010 zur umweltgerechten Gestaltung von Haushaltsgeschirrspülern.

Für die *Waschmaschine* muss die Effizienzklasse sowie das Gerätevolumen (Füllmenge in kg) aus DDM ausgewählt werden. Weiterhin muss die Anzahl der Waschgänge pro Woche eingegeben werden. In einem letzten DDM muss die Hauptwaschtemperatur (30 °C, 40 °C, 60 °C oder 90/95 °C) eingestellt werden. Die Verbrauchsberechnung geschieht nicht auf Basis der Verordnung EU 1015/2010 zur umweltgerechten Gestaltung von Haushaltswaschmaschinen bzw. EU 1061/2010 zur Energieverbrauchskennzeichnung von Haushaltswaschmaschinen, da die einzuarbeitenden Abfragen über die Geräteeigenschaften in diesem Zusammenhang zu kleinteilig für die Bedürfnisse dieses Tools sind. Stattdessen basiert die Berechnung auf recherchierten Daten, die mit Hilfe einer Online-Anwendung des *Niedrig Energie Institutes* (NEI) zu sparsamen Haushaltsgeräten (NEI, 2013) und daraus abgeleiteten Mittelwerten (vgl. Tab. 1) gewonnen wurden. Wie auch bei den NEI-Daten, wurden in dieser Arbeit nur Geräte ab Effizienzklasse A berücksichtigt, da nach der Verordnung EU 1015/2010 ab Dezember 2011 nur noch Geräte neu in den Handel kommen, die

mindestens diese Effizienzklasse haben, und ihre Relevanz in Hinblick auf ihre künftige Verbreitung in deutschen Haushalten dementsprechend sinken wird. Die Auswahl der Hauptwaschtemperatur fließt zu 75 % mit Hilfe abgeleiteter Korrekturwerte (vgl. Tab. 2) aus den Daten von (Rüdenauer, et al., 2006) in den Stromverbrauch pro Waschgang ein.

Tab. 1: Waschmaschine: Stromverbrauch nach Effizienzklasse und Volumen bei 60 °C Waschtemperatur in kWh/Waschgang (Quellen: (NEI, 2013) und eigene Berechnungen)

Volumen in kg	Effizienzklassen			
	A+++	A++	A+	A
5	-	0,66	0,78	0,88
6	0,70	0,79	0,89	1,01
7	0,77	0,88	1,08	1,14
8	0,82	0,95	-	0,93

Tab. 2: Waschmaschine: Korrekturfaktoren zur Stromverbrauchsberechnung in Abhängigkeit von der Waschtemperatur (Quellen: (Rüdenauer, et al., 2006) und eigene Berechnungen)

Waschtemperatur	Korrekturfaktor
90 °C/95 °C	1,6
60 °C	1
40 °C	0,55
30 °C	0,35

Für den *Wäschetrockner* muss die Art des Gerätes (Kondensationstrockner oder Ablufttrockner) ausgewählt werden. Die Füllmenge ist vorerst auf 7 kg festgelegt. Auch bei diesem Gerät muss die Effizienzklasse, welche je nach Geräteart unterschiedlich ausfällt, in einem DDM ausgewählt werden, außerdem muss angegeben werden, ob bzw. welche Monate im Jahr das Gerät ausgeschaltet wird. Die Abfrage der ausgeschalteten Monate erfolgt wie in der Gerätegruppe *Kühlen und Gefrieren* nicht nur über die Eingabe der Monatsanzahl, sondern auch über die Auswahl der einzelnen Monate. Als weitere Eingabe zur Berechnung des Jahresstromverbrauchs ist die Anzahl der Trockenvorgänge pro Woche nötig. Die Verbrauchsberechnung geschieht nicht auf Basis der Verordnung EU 932/2012 zur umweltgerechten Gestaltung von Haushaltswäschetrocknern bzw. EU 392/2012 zur Energieverbrauchskennzeichnung von Haushaltswäschetrocknern, sondern wie auch für die *Waschmaschine* auf der Basis von recherchierten Daten des NEI (NEI, 2013) und daraus abgeleiteten Mittelwerten (vgl. Tab. 3). Für die Ablufttrockner wurden zur Mittelwertsbestimmung noch weitere marktübliche Geräte mittels einer Internetrecherche (Idealo Internet

GmbH, 2013) hinzugezogen, um im Vergleich zu den NEI-Daten eine weitere Bandbreite an Effizienzklassen abbilden zu können.

Tab. 3: Wäschetrockner: Stromverbrauch nach Effizienzklasse und Geräteart bei 1000 U/min in kWh/Trockengang (Quellen: (NEI, 2013), (Idealo Internet GmbH, 2013) und eigene Berechnungen)

Effizienz-klasse	Ablufttrockner	Kondensations-trockner
A++	-	1,45
A+	-	1,65
A	-	2,09
B	3,50	3,68
C	3,74	4,30

3.5 Tabellenblatt: Kochen und Backen

Für diese Gerätegruppe werden die Geräte Herd/Backofen, Mikrowelle und Kaffeemaschine erfasst, andere Elektrokleingeräte für Zubereitung und Kochen in der Gerätegruppe *Sonstiges* (Kap. 3.10).

Für *Herd/Backofen* ist lediglich das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein des Gerätes auszuwählen und dessen Nutzungsdauer pro Woche in h einzugeben. Die Berechnung erfolgt nicht auf Basis von EU-Verordnungen, da die bestehenden Einteilungen der Effizienzklassen überholt sind und sich derzeit noch in der Überarbeitungsphase befinden (Öko-Institut e.V., 2013). Daher wurde eine ermittelte Durchschnittsleistungsaufnahme für Elektroherde/-backöfen hinterlegt. Die reellen Werte schwanken sehr stark je nach Herdart (gusseiserne Kochplatten, Induktionskochplatten, Glaskeramikkochfeld etc.) und Nutzungsstufe (Kochfeldstufe, Backtemperatur, Heiß-/Umluft, Grill, Ober-/Unterhitze etc.). Diese Bandbreite an Werten kann vermutlich erst nach Veröffentlichung der überarbeiteten EU-Verordnungen mit diesem Tool abgedeckt werden. Der hinterlegte Leistungswert (vgl. Tab. 4) wurde durch eigene Berechnungen auf Basis von (Bürger, 2009) generiert und mit marktüblichen Gerätewerten abgeglichen. Da Herd/Backofen üblicherweise außerhalb der Nutzungszeit nicht vom Netz getrennt wird, fließt bei diesem Gerät automatisch einen Anteil für den Bereitschaftszustand mit in die Rechnung ein.

Für die *Mikrowelle* sind die Eingabeparameter dieselben wie für Herd/Backofen, zusätzlich muss angegeben werden, was mit dem Gerät außerhalb der Nutzungszeit geschieht: Bereitschaftsmodus oder vom Netz getrennt. Die hinterlegten

Leistungswerte für Betrieb und Bereitschaftsmodus (vgl. Tab. 4) wurden durch eigene Berechnungen auf Basis von (Bürger, 2009) generiert und mit marktüblichen Gerätewerten abgeglichen.

Tab. 4: Gerätegruppe Kochen + Backen: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte und Betriebsmodi in kW (Quellen: (Bürger, 2009), (HEA, 2013) und eigene Berechnungen)

Gerät	Betrieb	Bereitschaftsmodus
Herd/Backofen	1,20	0,00301
Mikrowelle	0,70	0,00301
Kaffeemaschine	0,45	0,00231
Kaffeevollautomat	1,60	0,01050

Für die *Kaffeezubereitung* muss ausgewählt werden, ob und welche Geräteart vorhanden ist. Handelt es sich um eine gängige Kaffee(filter)maschine oder einen Kaffeevollautomat, der in der Regel tassenweise zubereitet und durch integrierte Warmhaltefunktionen hohe Verbräuche verursacht. Obwohl die Eingabe der täglichen Tassenanzahl intuitiver wäre, muss die Nutzungsdauer pro Woche in h angegeben werden, da es unmöglich war, belastbare Verbrauchswerte pro Kaffeetasse für die verschiedenen Gerätetypen zu recherchieren. Des Weiteren muss angeben werden, was mit dem Gerät außerhalb der Nutzungszeit geschieht: Bereitschaftsmodus oder vom Netz getrennt. Die hinterlegten Werte für die Leistungsaufnahmen (vgl. Tab. 4) stammen für die Kaffee(filter)maschine aus eigenen Berechnungen auf Basis von (Bürger, 2009), für den Betriebszustand des Kaffeevollautomaten ebenso. Dessen Wert für den Bereitschaftszustand wurden dem Arbeitspapier (HEA, 2013) entnommen. Da die dort aufgeführten Werte nur für Geräte bis Baujahr 2009 gelten und danach die geltenden Ökodesign-Anforderungen die Werte auf 1 W bzw. 0,5 W begrenzen, wurde der hinterlegte Wert so gewählt, dass er das Vorhandensein verschiedener Gerätealtersstrukturen in den Haushalten möglichst gut widerspiegelt.

3.6 Tabellenblatt: Beleuchtung

Für diese Gerätegruppe wird die technische Ausleuchtung des Haushaltes in vereinfachter Form rekonstruiert. Es werden die Leuchtmittel Glühlampe, Energiesparlampe und LED berücksichtigt, für deren jeweilige Lichtausbeute Werte in lm/W hinterlegt wurden (vgl. Tab. 5). Es müssen die Anteile der jeweiligen Leuchtmittel am Haushalt angegeben werden, sowie die mittlere Beleuchtungsdauer der gesamten Wohnung pro Tag in h und die mittlere Beleuchtungsstärke der Wohnung in lx. Da für den Privatbereich keine Verordnungen oder Ähnliches zur Einordnung der

Beleuchtungsstärken existieren, wurden auf Grundlage der DIN EN 12646–1 über die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen und durch Quellen aus Internetrecherchen wie (OÖ Energiesparverband, 2007) und (licht.de, 2010) eine eigene Einteilung der Beleuchtungsstärken im Wohnbereich aufgestellt. An dieser orientieren sich alle Änderungen der Beleuchtungsstärke, die im Zuge der Modellierung vorgenommen wurden (vgl. Tab. 13 im Anhang).

Tab. 5: Lichtausbeute in lm/W für verschiedene Leuchtmittel (Quellen:(licht.de, 2010), (OÖ Energiesparverband, 2007))

Leuchtmittelart	Lichtausbeute
Glühlampe	13,5
Energiesparlampe	50,0
LED	110,0

3.7 Tabellenblatt: Warmwasserbereitung

In diese Gerätegruppe fallen die elektrische Warmwassererzeugung, sofern im Haushalt vorhanden, und die Zirkulations- und Umwälzpumpen. Für die elektrische Warmwassererzeugung muss die Häufigkeit von Wannenbädern pro Monat und Person angegeben werden, dafür wurde ein gängiges Wannenvolumen von 150 l hinterlegt. Es muss die Häufigkeit des Duschens pro Woche und Person angegeben werden, die jeweilige Duschdauer pro Person in min und ausgewählt werden, ob Wasserspararmaturen verwendet werden oder nicht. Dafür wurde eine marktübliche mittlere Durchflussmenge von 15 l/min ohne und 8 l/min mit Wasserspararmaturen im Tool hinterlegt. Die Berechnung erfolgt auf Basis der Grundgleichung der Kalorik: $\Delta Q = m_{H2O} \cdot c_{H2O} \cdot \Delta T$, wobei 29 K als Temperaturdifferenz ΔT gewählt wurde. Für Umwälz- und Zirkulationspumpen wurde vorerst nur ein Pauschalwert von 75 kWh pro Jahr und Person angenommen (EA NRW, 2013), da für die vorliegende Arbeit Haushalte in einer Wohnungssituation simuliert werden sollten. Diese Haushalte haben in der Regel keine Einflussmöglichkeit auf diese Geräte. Es ist aber geplant, speziell für Haushalte in EFH das Tool so zu modifizieren, dass genauere Angaben möglich sind: für die Zirkulationspumpe mit Hauptaugenmerk auf die genaue Art der Pumpe und für die Umwälzpumpe auf die Betriebsweise der Pumpe.

3.8 Tabellenblatt: Unterhaltungselektronik

Für diese Gerätegruppe werden folgende Geräte erfasst: TV-Geräte, Set-Top-Boxen, Player und Recorder, Audiogeräte und Spielkonsolen.

Für *TV-Geräte* besteht die Möglichkeit, drei Neugeräte und drei Altgeräte pro Haushalt einzugeben. Unter Neugeräte fallen alle aktuellen Typen von Flachbildschirmen, unter Altgeräte eventuell noch vorhandene Röhrenfernseher. Für Neugeräte muss die genaue Geräteart und die Effizienzklasse in DDM ausgewählt werden. Weiterhin muss die Bildschirmdiagonale in cm angegeben werden sowie die Nutzungsdauer pro Tag in h. In einem letzten DDM muss ausgewählt werden, was mit dem Gerät außerhalb der Nutzungszeit geschieht: Bereitschaftsmodus oder vom Netz getrennt. Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der Verordnung EU 1062/2010 zur Energieverbrauchskennzeichnung von Fernsehgeräten. Für den Verbrauch im Bereitschaftsbetrieb wurde eine Leistung von 0,5 W nach Verordnung EG 1275/2008 zum Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und im Aus-Zustand hinterlegt. Da ihre Relevanz in den Haushalten zunehmend sinken wird, findet für die Altgeräte nur eine vereinfachte Abfrage statt: Nutzungsdauer pro Tag in h und was mit dem Gerät außerhalb der Nutzungszeit geschieht (Bereitschaftsmodus oder vom Netz getrennt). Es wurde eine Bildschirmdiagonale von 51 cm unterstellt, die laut (Zangl, 2007) gängig ist, und Leistungsaufnahmen für Betriebs- und Bereitschaftszustand hinterlegt (vgl. Tab. 6), die auf Erfahrungswerten von IFEU-internen Ingenieuren und auf Marktrecherchen beruhen.

Für *Set-Top-Boxen*, *Recorder* und *Konsolen* findet ebenfalls eine vereinfachte Abfrage statt. Es müssen jeweils die Anzahl der Geräte im Haushalt, die Nutzungsdauer (als Summe aller Einzelbetriebszeiten bei mehreren Geräten) pro Tag in h und was mit den Geräten außerhalb der Nutzungszeit geschieht (im Bereitschaftsmodus oder vom Netz getrennt) eingegeben werden. Für die Berechnung wurden Werte für die Leistungsaufnahmen im Betrieb und im Bereitschaftsmodus hinterlegt (vgl. Tab. 6), die auf Basis von (Bürger, 2009) berechnet wurden.

Für die *Audiogeräte* können zwei Geräte eingegeben werden. In einem DDM muss ausgewählt werden, ob und welche Geräteart (Kompaktanlage oder Stereoanlage) vorhanden ist und die Eingabe der Nutzungsdauer pro Tag in h muss erfolgen. Außerdem muss ausgewählt werden was mit dem Gerät außerhalb der Nutzungszeit geschieht (Bereitschaftsmodus oder vom Netz getrennt). Die zur Berechnung hinterlegten Werte für die Leistungsaufnahmen im Betrieb und Bereitschaftsmodus

(vgl. Tab. 6) wurden auf Basis von (Bürger, 2009) berechnet. Bei den Werten für den Bereitschaftsmodus der Stereoanlage wurden diese noch durch Daten von (HEA, 2013) ergänzt.

Tab. 6: Gerätegruppe Unterhaltungselektronik: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte und Betriebsmodi in W (Quellen: (Bürger, 2009), (HEA, 2013) und eigene Berechnungen)

Gerät	Betrieb	Bereitschaftsmodus
TV-Neugerät	VO EU 1062/2010	0,50
TV-Altgerät	75,00	6,00
Set-Top-Box	14,17	9,00
Recorder	21,60	4,98
Audio - Kompaktanlage	22,00	6,80
Audio - Stereoanlage	40,00	10,00
Konsole	40,00	1,56

3.9 Tabellenblatt: Informations- und Kommunikationstechnik

Für diese Gerätegruppe werden folgende Geräte erfasst: PCs, Monitore, Laptops/Tablets, Drucker, Scanner, Router/Modem, Telefon/Fax/Anrufbeantworter, Handy/Smartphone und Dockingstation mit Peripherie.

Tab. 7: IKT: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte und Betriebsmodi in W (Quellen: (Bürger, 2009), (HEA, 2013) und eigene Berechnungen)

Gerät	Betrieb	Bereitschaftsmodus
PC	75,06	5,75
Monitor	48,94	2,75
Laptops, Tablets etc.	30,12	2,50
Drucker	63,09	15,00
Scanner	16,67	7,00
Router/Modem	12,50	10,00
Telefon/Fax/AB	6,60	2,50
Dockingstation	40,00	0,50

Für den überwiegenden Teil der Geräte ist die Abfrage gleich aufgebaut: Es muss die Anzahl der jeweiligen Geräte angegeben werden, ihre Nutzungsdauer (als Summe aller Einzelbetriebszeiten bei mehreren Geräten) pro Tag in h und was mit den Geräten außerhalb der Nutzungszeit geschieht (im Bereitschaftsmodus oder vom Netz getrennt). Abweichend davon muss für *Telefon/Fax/Anrufbeantworter* nur die Anzahl der Geräte und die Nutzungsdauer (als Summe aller Einzelbetriebszeiten bei mehreren

Geräten) pro Tag in h eingegeben werden, da diese Geräte ihrer Funktion entsprechend den ganzen Tag in Bereitschaft sein müssen. Auch die Eingabemaske für *Handy/Smartphone* weicht vom bisherigen Schema ab. Hier wird die Anzahl der Geräte eingegeben, außerdem muss ausgewählt werden, ob diese in einer *durchschnittlichen* oder *erhöhten Weise* genutzt werden und ob das Ladegerät nach dem Ladevorgang am Netz bleibt oder nicht. Für die *Dockingstation mit Peripherie*, womit hier eine Station für das Smartphone gemeint ist und die durch Audioboxen, Bildschirm, Tastatur und Controller erweitert wird, erfolgt die Eingabe auf dieselbe Weise wie zu Beginn des Absatzes beschrieben.

Tab. 8: Smartphone/Handy: Stromverbrauch verschiedener Nutzungsformen in kWh/a (Quellen: (Bürger, 2009), (Fischer, 2013a) und eigene Berechnungen)

Nutzung	Stromverbrauch
durchschnittliche Nutzung	3,5
erhöhte Nutzung	4,5
Ladegerät eingesteckt	4,4

Die Berechnung wird für alle Geräte mittels hinterlegter Leistungsaufnahmen für Betrieb und Bereitschaftsmodus (vgl. Tab. 7) oder Verbrauchswerte (vgl. Tab. 8) umgesetzt. Diese wurden auf Basis von (Bürger, 2009) und (HEA, 2013) berechnet bzw. aus der Veröffentlichung (Fischer, 2013a) abgeleitet. Die hinterlegten Werte für die Dockingstation mit Peripherie stammen aus Näherungswerten für die Summe der Geräte, die sie als konvergentes[1] Gerät, ersetzen können (Laptop/Rechner, Audio, Konsole etc.).

3.10 Tabellenblatt: Sonstige Geräte

Diese Gerätegruppe ist in Unterkategorien aufgeteilt und enthält folgende Geräte: Hobby und Wellness mit Aquarium, Sauna, Solarium und Wasserbett; Raum-Luft-Technik mit Klimagerät und Heizgerät; sowie Bereich Garten mit Rasenmäher,

[1] Konvergente Geräte sind Geräte die die Funktionen mehrerer Einzelgeräte in sich vereinen und somit ressourcensuffizient sind. Üblicherweise sind diese multifunktionellen Geräte bei ihren Einzelfunktionen im Stromverbrauch sparsamer als das jeweilige für diese Funktion spezialisierte Einzelgerät. Somit sind sie auch energiesuffizient. Beispiele dafür reichen von einfachen Kühl-Gefrier-Kombinationen bis zu Tablet- und Smartphone-Dockingstationen. Smart-TVs sind generell auch hierzu zu zählen. Auch hier können sich die Suffizienzaspekte nur durchsetzen, wenn das Gerät nicht zusätzlich angeschafft wird, sondern die bisherigen Geräte ersetzt. Vgl. Kap. 4.3 Exnovation.

Häcksler, Heckenschere, Laubbläser und Teichpumpe. Des Weiteren fließen in diese Gerätegruppe alle anderen Elektrokleingeräte (wie Föhn, Mixer, Staubsauger, Bügeleisen etc.) mit einer Pauschale von 4 % des Gesamtstromverbrauchs des Haushaltes ein.

Für die Unterkategorie *Hobby und Wellness* ist die Eingabemaske je nach Gerät sehr unterschiedlich. Für ein *Aquarium* muss ausgewählt werden, ob und in welcher Größe (100 l, 300 l, 600 l, 1000 l) es vorhanden ist. Für eine *Sauna* muss die Leistungsaufnahme in kW, die Nutzungsdauer je Saunagang in h und die Anzahl der Saunagänge pro Jahr eingegeben werden. Die Berechnung erfolgt hier auf Basis der eingegebenen Werte. Für ein *Solarium* muss ausgewählt werden, ob und in welcher Form (nur Gesicht oder Ganzkörper) es vorhanden ist, außerdem muss die Nutzungsdauer pro Woche in h eingegeben werden. Für ein *Wasserbett* muss ausgewählt werden, ob und in welcher Ausführung (Einzelbett oder Doppelbett) es vorhanden ist. Die zur Berechnung hinterlegten Werte für Solarium (vgl. Tab. 9), Aquarium und Wasserbett (vgl. Tab. 10) stammen aus den Hintergrundwerten von (EA NRW, 2013).

In der Unterkategorie *Raum-Luft-Technik (RLT)* ist für ein *Klimagerät* auszuwählen, ob und welche Geräteart (Klimagerät oder Ventilator) vorhanden ist, sowie die Nutzungsdauer pro Jahr in h. In derselben Form ist die Nutzungsdauer der *Heizgeräte* anzugeben. Die hinterlegten Werte (vgl. Tab. 9) zur Berechnung stammen aus den Hintergrunddaten von (EA NRW, 2013) und für den Ventilator aus Recherchen und Mittelwerten für marktübliche Geräte.

Tab. 9: Gerätegruppe Sonstige Geräte: Leistungsaufnahmen verschiedener Geräte in kW (Quellen: (EA NRW, 2013) und eigene Berechnungen)

Gerät	Leistung
Solarium - nur Gesicht	0,12
Solarium - Ganzkörper	1,36
Klimagerät	1,00
Ventilator	0,05
Heizgerät	2,00
Rasenmäher	0,63
Häcksler	0,63
Heckenschere	0,14
Laubbläser	0,62
Teichpumpe	0,014

Tab. 10: Gerätegruppe Sonstige Geräte: Stromverbrauch verschiedener Geräte in kWh/a (Quelle: (EA NRW, 2013))

Gerät	Stromverbrauch
Aquarium 100 l	312,0
Aquarium 300 l	520,0
Aquarium 600 l	1040,0
Aquarium 1000 l	2080,0
Wasserbett - Einzelbett	257,5
Wasserbett - Doppelbett	520,5

In der Unterkategorie *Garten* erfolgt die Abfrage der Nutzungsdauer für *Rasenmäher* in h pro Woche, für *Häcksler*, *Heckenschere* und *Laubbläser* in h pro Jahr und für die *Teichpumpe* in h pro Tag. Die Berechnung erfolgt auf Basis von hinterlegten Werten (vgl. Tab. 9), die aus den Hintergrunddaten von (EA NRW, 2013) stammen.

3.11 Zusammenfassung

Mit diesem Tool wurde die Möglichkeit geschaffen, einzelne Haushalte und deren unterschiedliche Geräteausstattungen und -nutzung zu modellieren sowie deren Jahresstromverbräuche pro Gerät, Gerätegruppe und insgesamt zu bestimmen. Statistische Betrachtungen oder Hochrechnungen auf gesamtdeutscher Ebene sind mit diesem Tool nicht unmittelbar möglich. Eine Ergänzung dahingehend ist im Rahmen des Energiesuffizienz-Projektes des IFEU angedacht. Des Weiteren ist nur die Erfassung von Haushaltsgrößen bis maximal vier Personen möglich. Größere Haushalte werden noch nicht abgedeckt, weil die Daten aus Studien und Statistiken für diese Fälle zu ungenau sind, denn in der Regel findet eine Zusammenfassung zur Haushaltsgröße *Mehr als vier Personen* statt. Das Tool bzw. die hinterlegten Gerätewerte müssen in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden, um aussagekräftige Ergebnisse liefern zu können, denn besonders im technischen Bereich sind Produktlebenszyklen relativ kurz.

4 Die simulierten Strategietypen

In dieser Arbeit wurde beispielhaft ein Zwei-Personen-Haushalt modelliert, um die Potentiale von Suffizienzmaßnahmen für das Energiesuffizienz-Projekt des IFEU in einem ersten Schritt evaluieren zu können. Die Erläuterung dieser Modellierung ist Teil des folgenden Kapitels.

4.1 Überblick und Ziele

Auf Datenbasis des *STROM.check für Haushalte* der EA NRW (EA NRW, 2013) wurde im Tool ein Beispielhaushalt aufgebaut, dessen Verbrauchswerte in den einzelnen Gerätegruppen denen der EA-NRW-Auswertung entsprechen.[2] Auch wenn diese Gerätegruppen im Verlauf der Arbeit für das Tool umstrukturiert und umbenannt wurden (vgl. Kap. 3 und Tab. 11), fand die Annäherung der Verbrauchswerte noch auf der Basis der EA-NRW-Gerätegruppen statt (vgl. Tab. 11), um eine größere Genauigkeit gewährleisten zu können. Für diese Arbeit fiel die Entscheidung der Modellierung auf einen Zwei-Personen-Haushalt. Im Tool sind aber dennoch die EA-NRW-Werte für andere Haushaltsstrukturen hinterlegt (vgl. Tab. 12 im Anhang) und wurden im Rahmen des Energiesuffizienz-Projektes des IFEU auch modelliert. Zwei-Personen-Haushalte führen die Gruppe der Mehrpersonenhaushalte mit 35 % aller deutschen Haushalte an (Stand 2010) (Destatis, 2012). Sie sind neben den Ein-Personen-Haushalten mit 40 % die am zweithäufigsten vorkommende Haushaltsform (Stand 2010) (Destatis, 2012). Damit bilden die Wenig-Personen-Haushalte die Spitze in Deutschland. Sie sind gleichzeitig die Gruppe mit dem größten Pro-Kopf-Stromverbrauch (vgl. Tab. 14 im Anhang). Die Auswahl fiel auf den Zwei-Personen-Haushalt statt auf den Ein-Personen-Haushalt, weil die durchschnittliche Zahl der Personen pro Wohnung in Deutschland 2010 bei 2,1 Personen lag (Destatis, 2012) und weil ein möglichst vollständig ausgestatteter Haushalt aufgebaut werden sollte, was sich auf Basis der Verbrauchswerte eines Ein-Personen-Haushaltes und mit Hinblick auf die durchschnittlichen Ausstattungsgrade schwierig gestaltet (RWI; forsa, 2011) (Hillebrand, 2012). Auf Grundlage des Beispielhaushaltes wurden im späteren Verlauf verschiedene selbstdefinierte Strategietypen modelliert, um den Stromverbrauch des Haushaltes zu reduzieren und um Einsparpotentiale zu quantifizieren. Diese Typen sind im Folgenden näher beschrieben.

[2] Die Werte stammen vom 1.10.2013 und sind auf der Basis von 111034 Teilnehmern gebildet.

Tab. 11: Annährung der Tool-Verbrauchswerte an EA-NRW-Durchschnittswerte in den einzelnen EA-NRW-Gerätegruppen in kWh/a (Quellen: eigene Darstellung, (EA NRW, 2013))

2 - Personenhaushalt	EA-NRW-Durchschnitt	Beispiel-haushalt
Kühlen + Gefrieren	509	513
Kochen + Backen	335	334
Spülen	138	137
Waschen	130	133
Trocknen	140	141
Wasser + UP	1207	1210
Beleuchtung	267	270
TV/Audio	362	364
Büro	379	381
Sonstiges (Klima, Wellness, Garten, Diverses)	234	235
Gesamt	**3701**	**3719**

4.2 Unterscheidung der grundlegenden Strategietypen

Suffizienzmaßnahmen werden in der Literatur in verschiedene Stufen eingeteilt (vgl. (Brischke, 2013) und (Fischer, et al., 2013)). Allerdings wäre *Grade der Suffizienztiefe* vielleicht die bessere Formulierung, da der Begriff *Stufe* oft eine kaskadenförmige Abfolge suggeriert, was eine Missdeutung der Aufteilung nach sich ziehen kann. Denn die Stufen sind keineswegs aufeinander aufbauende, sich gegenseitig bedingende Schritte bis zur Erreichung eines Endpunktes, sondern je nach Haushalts- und Lebenssituation frei wählbare Grade, die auch beibehalten werden können, wenn die Lebenssituation dies erfordert. Da es zur Aufteilung dieser Suffizienzstufen in der Forschung noch keinen einheitlichen Konsens gibt, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine eigene Aufteilung nach Strategietypen entwickelt. Diese Strategietypen, die in diesem Kapitel näher beschrieben werden, finden sich in der Aufteilung nach (Brischke, 2013) wieder:

a. Reduktion von Übermaß ohne Auswirkungen auf individuellen Komfort[3]. Dieser Grad entspricht dem Typ *Easy* in dieser Arbeit.
b. Änderung des bisherigen individuellen Komforts in Art bzw. Umfang durch Substitution bzw. Reduktion von Nutzen und/oder Konsum. Je nach Tiefe des

[3] Individueller Komfort bedeutet im Kontext dieser Arbeit ein Zusammenspiel aus individuellem Verhalten und individuellem Konsum.

Einschnitts im bisherigen Nutzungs- und/oder Konsummuster entspricht dieser Grad den Typen *Gerätesuffizienz, Verhaltenssuffizienz* und *Kombination* und ihren jeweils zwei Ausprägungsformen *leicht* und *stark*.

c. Reduktion auf das minimal Notwendige (Subsistenz).
d. Komplettverzicht auf technisch bereitgestellte Energie (Askese).

Die beiden letzten Grade werden in dieser Arbeit nicht betrachtet, da sie für die Breite der Gesellschaft als nicht anschlussfähig gelten. Für Einzelfälle kann die Umsetzung dieser Suffizienzgrade als Möglichkeit geprüft werden, dies ist aber nicht Gegenstand dieser Arbeit.

4.2.1 Typ Durchschnitt

Der Typ *Durchschnitt* entspricht dem auf Basis der EA-NRW-Daten nachgebauten Beispielhaushalt. Die Wohnfläche wurde auf 97 m^2 festgelegt, da die durchschnittliche Wohnfläche eines deutschen Zwei-Personen-Haushaltes im Jahr 2010 laut Statistischem Bundesamt 97,5 m^2 (Destatis, 2012) beträgt. Ausstattungsgrade, Nutzungszeiten und Nutzungsarten entsprechen allerdings nicht den deutschen Durchschnittswerten. Der Grund dafür ist, dass ein möglichst komplett ausgestatteten Haushalt aufgebaut werden sollte, was mit durchschnittlich 0,67 Gefriergeräten, 0,76 Mikrowellen, 0,83 Spül- und 0,95 Waschmaschinen sowie 0,48 Wäschetrocknern (Stand 2010/11) (RWI; forsa, 2011) nicht möglich war. Daher fiel die Entscheidung, einen Beispielhaushalt statt eines Durchschnittshaushaltes aufzubauen. Dabei wurde sich immer an statistischen Durchschnittswerten, eigenen Erfahrungen und einem realistisches Maß orientiert.

4.2.2 Typ Effizienz

Der Typ *Effizienz* behält das bestehende Nutzungsverhalten und sämtliche Geräteausstattungen und -größen des Typs *Durchschnitt* bei und zeigt nur die Einsparpotentiale auf, die entstehen, wenn der gegebene Gerätebestand auf die jeweils höchste Effizienzklasse umgestellt würde. Sinn dieses Typs ist, die weithin kommunizierten Effizienzpotentiale den noch wenig untersuchten Suffizienzpotentialen gegenüberzustellen. Da (noch) nicht alle Geräte nach Richtlinie 2010/30/EU zur Energieverbrauchskennzeichnung und Richtlinie 2009/125/EG zur umweltgerechten Gestaltung (Ökodesign-Richtlinie) in Effizienzklassen eingeteilt sind (z.B. Herde) bzw. ihre eigenmächtige Einteilung in Höher- oder Minderverbrauchsgruppen aufgrund von Bauarten und Funktionalität nicht so einfach möglich ist, gibt es im Tool nicht für alle Geräte Einstellmöglichkeiten für die Effizienzklasse.

4.2.3 Typ Easy

Der Typ *Easy* beschreibt den am einfachsten umsetzbaren Fall von Suffizienzstrategien, der die geringsten bzw. gar keine Einschnitte in bestehende Verhaltensweisen und Nutzungsformen darstellt. Ihm wird das größte Potential in Bezug auf breitenwirksame Anwendbarkeit zugesprochen, somit stellt dieser Typ in Kreisen der Nachhaltigkeitsforschung einen der interessantesten Fälle dar, besonders vor dem Hintergrund diese Strategien und Maßnahmen in die Werkseinstellungen der Geräte übernehmen zu können. Das Augenmerk liegt hier hauptsächlich bei Maßnahmen, die nur einmalig ausgeführt werden müssen, ohne dabei unverhältnismäßige Investitionskosten nach sich zu ziehen, und die den Energieaufwand reduzieren, ohne den Nutzen-Output[4] merklich zu verändern.

4.2.4 Typ Easy + Effizienz

Im Typ *Easy + Effizienz* werden die Maßnahmen aus den beiden oben genannten Fällen kombiniert, um das Potential des künftig anzustrebenden Durchschnittshaushaltes zu quantifizieren: hoch effiziente Geräte und sparsame Werkseinstellungen.

4.2.5 Typ Gerätesuffizienz

Der Typ *Gerätesuffizienz* umfasst nur Maßnahmen, die die Konsumentscheidungen in der Kaufsituation beeinflussen. Sie schließen also immer eine finanzielle Investition in Form eines Neukaufes mit ein. Demzufolge zielen die Maßnahmen auf alle Entscheidungen ab, die die Größe bzw. das Volumen eines Gerätes und seine technische Ausstattung bzw. Funktionen beeinflussen. Der reine Verzicht auf ein Gerät fällt nicht in diese Kategorie und wird erst in der nächsten erfasst (siehe Kap. 4.2.6). Verzicht tritt hier nur auf, wenn ein Gerät infolge der Anschaffung von konvergenten Geräten abgeschafft wird. Trotz Neuanschaffungen schließt dieser Typ jedoch nicht den Kauf effizienterer Geräte ein, da in dieser Arbeit Effizienz- und Suffizienzpotentiale klar getrennt werden sollen. Hier umfasst dieser Typ nur Haushalte, die bereit sind, sich eine suffizientere Geräteausstattung zuzulegen, ihr Nutzungsverhalten aber nicht ändern wollen oder aus verschiedenen Gründen nicht können. Von dieser Kategorie gibt es in der Modellierung eine starke und eine leichte Ausprägung.

---

[4] Der Nutzen-Output ist in diesem Kontext die Gesamtheit aller vom jeweiligen Gerät bereitgestellten Anwendungen und (Dienst-)Leistungen.

4.2.6 Typ Verhaltenssuffizienz

Der *Typ Verhaltenssuffizienz* umfasst nur Maßnahmen, die das Nutzungsverhalten beeinflussen. Die Maßnahmen schließen also Änderungen in den Geräteeigenschaften aus und zielen nur auf Entscheidungen ab, die Nutzungsdauer, -häufigkeit sowie die Nutzungsart (z.B. Waschtemperatur, Bereitschaftsbetrieb etc.) beeinflussen. In diese Kategorie fällt auch der Verzicht auf ein Gerät und somit auf dessen gelieferten Nutzen. Ein praktisches Beispiel hierfür wäre der Verzicht auf einen vorhandenen Gefrierschrank bzw. eine Gefriertruhe in der Gerätegruppe *Kühlen + Gefrieren*. Mit dieser Entscheidung verzichtet der Haushalt auf den Nutzen *Einfrieren.* Er muss demzufolge sein Verhalten dahingehend ändern, Lebensmittel zukünftig in anderer Form haltbar zu machen (z.B. einwecken, dörren) oder Lebensmittel regelmäßig frisch zuzubereiten. In dieser Arbeit umfasst dieser Typ nur Haushalte, die bereit sind, ihr Nutzungsverhalten zu ändern, sich aber keine suffizientere Geräteausstattung zulegen wollen oder aus verschiedenen Gründen nicht können. Auch von dieser Kategorie gibt es in der Modellierung eine starke und eine leichte Ausprägung.

4.2.7 Typ Kombination

Der Typ *Kombination* umfasst Maßnahmen aus den drei vorangegangen Strategietypen: *Easy, Gerätesuffizienz* und *Verhaltenssuffizienz*. Auch von dieser Kategorie gibt es in der Modellierung eine starke und eine leichte Ausprägung.

4.3 Anwendungsspezifische Quantifizierung der grundlegenden Maßnahmen am Beispiel der Gerätegruppe Kühlen und Gefrieren

Für jede Gerätegruppe wurde im Laufe der Arbeit ein Maßnahmenkatalog (siehe CD im Anhang Datei *Suffizienz_Maßnahmenkatalog*) aufgestellt, der verschiedenen Suffizienzmaßnahmen und deren Potentiale im Zwei-Personen-Beispielhaushalt aufführt. Anhand der Strategietypen in den Graden *a* und *b* (vgl. Kap. 4.2) findet die Einteilung der Suffizienzmaßnahmen im Maßnahmenkatalog statt. Dieser stellt eine Orientierungshilfe, aber keine Auflistung aller möglichen Maßnahmen. Die Vielschichtigkeit und der Facettenreichtum an Maßnahmen soll hier am Beispiel der Gerätegruppe *Kühlen und Gefrieren* aufgezeigt werden. Neben der elektrischen Warmwasserbereitung (welche jedoch nur in etwa einem Fünftel der deutschen Haushalte auftritt (Destatis, 2012)) ist die Gerätegruppe *Kühlen und Gefrieren* aktuell mit 14 % der Bereich mit dem höchsten Verbrauch in den Haushalten (vgl. Abb. 6 im

Anhang). Vermutlich wird sie jedoch in absehbarer Zeit durch die verschmelzenden Gerätegruppen IKT und UE ersetzt, da Geräte in Zukunft zunehmend den Nutzen aus beiden Gerätegruppen adressieren werden, wie es z. B. jetzt schon das Smartphone übernimmt (UE: Internet, Spielen, Surfen, Filme etc.; IKT: Telefonieren, E-Mails etc.). Der hier betrachtete Beispielhaushalt besitzt einen 190-l-Kühlschrank mit integriertem 5-l-Zwei-Sterne-Gefrierfach, der 250 kWh/a verbraucht, und zusätzlich einen 30 l-Gefrierschrank mit 260 kWh/a Verbrauch. Beide Geräte sind der Effizienzklasse B zuzuordnen. Es gibt eine Vielzahl von Parametern, an denen Änderungen hin zu mehr Energiesuffizienz vorgenommen werden können, immer vor dem Vordergrund ganz individueller Möglichkeiten und Situationen.

Reduktion von Übermaß (a): Hierzu ist die Erhöhung der Kühl- und Gefriertemperatur zu zählen, da diese häufig zu tief eingestellt ist. 1 K bringt dabei eine Stromeinsparung von rund 7 % (Bürger, 2009). Diese Temperaturerhöhung führt zu keinerlei Veränderungen in den Geräteeigenschaften oder im Nutzungsverhalten, auch hat sie in diesem Bereich keinen negativen Einfluss auf die Haltbarkeit der Lebensmittel. In diesem Fall wird lediglich Übermaß reduziert, welches durch fehlerhafte manuelle oder Werkseinstellungen generiert wird. Eine Erhöhung um 2 K kann dabei zu einer Einsparung von 60 kWh/a im Beispielhaushalt führen.

Änderung des bisherigen individuellen Komforts (b): Hier gibt es viele verschiedene Stellschrauben zur Beeinflussung des Verbrauchs. **Geräteseitig** kann auf andere *technische Eigenschaften und Umsetzungen* umgestiegen werden, die zu Einsparungen führen. Der Umstieg von Gefrierschrank auf Gefriertruhe bringt im Beispielhaushalt eine Einsparung von 25 kWh/a. Diese Veränderung kann ganz individuell als mehr oder minder starker Komfortverlust wahrgenommen werden, denn nun muss sich der Nutzer nach den eingelagerten Lebensmitteln bücken. Zudem lagern die Lebensmittel, welche vorher in senkrechten Fächern sortiert werden konnten, jetzt übereinander geschichtet. Wenn die Wahl auf ein Gefrierfach/-gerät mit geringerer Sterne-Kennzeichnung fällt, kann durch die Reduktion der Gefrierleistung der Stromverbrauch verringert werden. Damit wird aber auch die Gefrierfähigkeit und Lagerzeit von Lebensmitteln beschränkt. Der Umstieg von zwei Einzelgeräten auf ein Kombigerät bringt eine Stromeinsparung von 135 kWh/a. Mit diesem Schritt sind aber beide Geräteteile nicht mehr getrennt voneinander aufstellbar, was einige Haushalte wiederum als Komforteinbuße empfinden können. Wird dieser Umstieg gleichzeitig mit einer Reduktion der Gefrierleistung auf ein Zwei-Sterne-System kombiniert, ist sogar eine Einsparung von 250 kWh/a möglich. Eine weitere Stellschraube auf der Geräteseite ist das *Volumen der Kühl- und Gefrierbereiche*. Für diese häufig

überdimensionierten Geräte empfiehlt (Öko-Institut e.V., 2011) ein Kühlvolumen von 100-160 l für einen Zwei-Personen-Haushalt. Folgt man dieser Empfehlung und reduziert das Kühlvolumen des Haushalts von 190 l auf 100 l und verzichtet auf das Volumen des internen Gefrierfachs, da ein externes Gefriergerät vorhanden ist, so würde dies zu einer Einsparung von 50 kWh/a führen. Umgekehrt bringt auch die Reduktion des Gefriervolumens Einsparpotentiale mit sich, die wiederum durch Kombination mit zuvor genannten Maßnahmen erhöht werden können. Die Volumenreduktion beeinflusst je nach Einschnitttiefe zunehmend das Nutzerverhalten, da ein kleineres Kühl- bzw. Gefriervolumen Änderungen in Beschaffungs- und Zubereitungshäufigkeit von Lebensmitteln nach sich ziehen kann. Mit dem zeitweisen oder ganzjährigen *Verzicht* auf bestimmten elektrisch bereitgestellten Nutzen, was eine weitere wichtige Stellschraube zur Verbrauchsreduktion darstellt, betritt man vollends den Bereich des **Nutzungsverhaltens**. So bringt das Abschalten beider Geräte für einen Monat, z.B. während des Urlaubs, eine Einsparung von 40 kWh/a. Wird dieser Zeitraum auf vier Monate verlängert, indem zum Beispiel im Winter eine Kühlnische in der Wohnung, der Keller oder ein Lagerbereich auf dem Balkon genutzt wird, kann der Verbrauch um 170 kWh/a reduziert werden. Der Komplettverzicht auf das Gefriergerät bzw. das Kühlgerät bringt sogar eine Einsparung von 260 kWh/a bzw. 250 kWh/a.

Als weitere wichtige Stellschraube ist die *Exnovation* zu nennen, was bedeutet, dass durch eine Neuanschaffung das Altgerät ersetzt werden muss und nicht additiv weiterbetrieben werden darf (Brischke, 2013b). Besonders häufig sind die Gerätegruppen *Kühlen* + *Gefrieren* sowie *UE* vom Weiterbetrieb der Altgeräte betroffen (Brischke, 2013a).

Als mögliche ganzheitliche und breitenwirksame Kombination aus den vorgestellten Einzelmaßnahmen wäre zum Beispiel die Umstellung auf folgendes Gerät vorstellbar: Kühl-Gefrier-Kombination (100 l/15 l), Effizienzklasse B, Temperaturerhöhung um 2 K, 1 Monat abgeschaltet. Dies würde zu einer Einsparung von 270 kWh/a führen. Bei gleichzeitiger Reduktion der Tiefkühlleistung von bisher Vier-Sterne-Leistung (Gefrierschrank) auf einen Zwei-Sterne-Gefrierbereich würde die Einsparung sogar auf 330 kWh/a steigen. Vorstellbar ist die Umsetzung dieser Maßnahmen der Substitution, Reduktion und des Verzichtes auf elektrisch bereitgestellten Kühl- bzw. Gefriernutzen z. B. durch Gemeinschaftsgefriergeräte[5] in Wohnhäusern, durch Umstellung der

[5] *Sharing economy* oder *Collaborative Consumption*: Unter dem Motto „Teilen statt Besitzen“ verbreitet sich aktuell eine neue Form der Konsumkultur. Zur Ressourcenschonung wird dabei auf das gemeinschaftliche Nutzen von Gütern und Dienstleistungen z.B. durch Teilen und Verleihen, statt des Besitzens durch jeden Einzelnen, gesetzt.

Konsummuster auf regulär frisches Zubereiten der Lebensmittel durch tägliches Einkaufen, Lieferung von Lebensmitteln oder Gerichten und Anlegen von Gärten zum frisch Ernten statt gekühltem Einlagern und auch auswärtiges Essen kann dies begünstigen. Den Ideen zum Ausbau bestehender Infrastrukturen und der Entwicklung neuer sind dafür quasi keine Grenzen gesetzt. Als Schwierigkeit sei auch hier das Risiko von Verlagerungseffekten und deren Kanalisierung genannt (vgl. Kap. 2.1), denn z. B. kann der Verzicht auf Gefrierfunktionen im Haushalt auch dazu führen, das nicht vermehrt frisch gekauft und verarbeitet wird, sondern in Anbetracht von Alltagsroutinen und allgegenwärtigem Zeitmangel die tägliche Nachfrage nach Fertiggerichten als Tiefkühlkost in den Läden zunimmt, was zu einer dortigen Kapazitätssteigerung und somit zu einer Erhöhung des Stromverbrauchs im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen führen würde. Diese Risiken zu untersuchen und abzuwägen ist jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit und erfordert weitere Forschung.

Diese vielen verschiedenen Parameter und Stellmöglichkeiten sind analog auf andere Gerätegruppen übertragbar. Die wichtigsten Stellschrauben sind Gerätegröße und Geräteausstattung sowie Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer. Je nach Geräteart können noch andere spezifische Stellmöglichkeiten hinzukommen.

4.4 Die einzelnen Maßnahmen der simulierten Strategietypen

Wie bereits in Kapitel 4.1 beschrieben, wurde für diese Arbeit ein Zwei-Personen-Haushalt und dessen mögliche Einspartypen modelliert. Den Ausgangspunkt bildet ein Beispielhaushalt, der auf der Basis von Daten des *STROM.check für Haushalte* der EA NRW (EA NRW, 2013) aufgebaut wurde. Wie in Kap. 4.2 beschrieben, wurden daraufhin verschiedene Strategietypen definiert und mit Hilfe des ausgearbeiteten Maßnahmenkatalogs deren Maßnahmen ausgewählt und modelliert. Diese sollen hier detailliert dargestellt werden. Eine ausführliche, tabellarische Gegenüberstellung der Haushaltstypen und deren Maßnahmen inklusive der einzelnen Verbrauchswerte befindet sich im Anhang (vgl. Tab. 16 und CD).

4.4.1 Typ Durchschnitt

Wie bereits beschrieben, handelt sich beim modellierten Durchschnittstyp um einen Zwei-Personen-Haushalt in einer 97-m^2-Wohnung mit kleinem angrenzenden Garten. Der Haushalt verfügt über alle gängigen Geräte, ist somit voll ausgestattet und nutzt

diese auch regelmäßig. Die meisten Geräte werden außerhalb ihrer Nutzungszeit im Bereitschaftsbetrieb belassen.

Kühlen + Gefrieren: Zusätzlich zum großen Kühlschrank (190 l, Effizienzklasse B) mit Zwei-Sterne-Gefrierfach (5 l) hat der Haushalt einen Gefrierschrank (30 l, Effizienzklasse B) in Betrieb, der aufgrund seiner Funktionstüchtigkeit vor der Verschrottung (z.B. durch Bekannte) *gerettet* wurde. Seitdem bleibt jedoch das integrierte Zwei-Sterne-Gefrierfach, welches vorher völlig ausreichend war, ungenutzt.

Waschen + Spülen: Der Geschirrspüler (Effizienzklasse B, 12 Gedecke, > 50 cm breit) wird 2-mal pro Woche genutzt. Die Waschmaschine (Effizienzklasse A, 7 kg Fassungsvermögen) läuft durchschnittlich 2,25 Gänge pro Woche mit 60 °C als Hauptwaschtemperatur, ist aber in der Regel nicht voll beladen. Der Wäschetrockner (Kondensationstrockner, Effizienzklasse A) läuft 1,3-mal pro Woche.

Kochen + Backen: Der Herd/Backofen wird durchschnittlich 2,5 h und die Mikrowelle 0,25 h pro Woche verwendet und wird außerhalb der Nutzungszeit im Bereitschaftsbetrieb belassen. Zur Kaffeezubereitung wird in diesem Haushalt ein Kaffeevollautomat verwendet, der auch außerhalb seiner Nutzungsdauer von 0,3 h wöchentlich im Bereitschaftsbetrieb verbleibt.

Beleuchtung: Die Wohnung ist zu 2/3 mit Glühlampen und zu 1/3 mit Energiesparlampen ausgestattet. Für die mittlere Bestrahlungsstärke der Wohnung wurde eine Annahme von 80 lx basierend auf Tab. 13 (siehe Anhang) gemacht. Dafür wurde angenommen, dass die Wohnung im Mittel gleichmäßig mit ca. 50 lx ausgeleuchtet wird (Bereiche wie Flur und Garderobe mit geringerer Beleuchtungsstärke und vereinzelte Stellen der Wohnung überhaupt nicht, Bereiche wie Wohnzimmer und Bad eher höhere Beleuchtungsstärken) und dass es nur einige Spots gibt, die die Beleuchtungsstärke für schwierigere Sehaufgaben erhöhen, womit sich die Beleuchtungsstärke im Mittel bei 80 lx einpegelt. Die mittlere tägliche Beleuchtungsdauer der gesamten Wohnung liegt bei 1,7 h.

Warmwasser: Das Warmwasser wird elektrisch erzeugt, daher ist hier das Nutzungsverhalten ausschlaggebend: pro Person wird 5-mal wöchentlich für jeweils 4 min geduscht, durchschnittlich 0,17-mal pro Monat gebadet (was in etwa einem Vollbad pro Person und Halbjahr entspricht) und es werden keine Wasserspararmaturen verwendet.

UE: In diesem Bereich findet man im Beispielhaushalt ein modernes TV-Gerät mit Festplatte und integrierten Signalempfängern (80 cm Bildschirmdiagonale, Effizienzklasse B), welches täglich 2 h genutzt wird, sowie ein TV-Altgerät (Röhrenfernseher mit gängiger Diagonale von 51 cm) mit zugehöriger Set-Top-Box, welche täglich 0,5 h laufen. Außerdem gibt es einen Player (DVD, Blue-Ray oder

Video) mit einer Nutzungszeit von 0,25 h pro Tag, eine Stereo-Anlage, die täglich 1,5 h genutzt wird, und eine Spielkonsole, deren tägliche Nutzungszeit 0,5 h beträgt. Alle Geräte verbleiben außerhalb ihrer Nutzungszeit im Bereitschaftsbetrieb.

IKT: In dieser Gerätegruppe ist ein PC mit externem Monitor sowie ein Laptop mit Nutzungszeiten von je 3 h pro Tag vorhanden. Alle drei Geräte verbleiben außerhalb der Nutzungszeiten im Bereitschaftsbetrieb. Drucker und Scanner werden wöchentlich jeweils für ca. 0,04 h genutzt (was einer Nutzungszeit von jeweils 5 min aller zwei Wochen entspricht) und sind aufgrund dieser seltenen Nutzungsintervalle ansonsten vom Netz getrennt. Weiterhin ist ein Router vorhanden, welcher 10 h täglich genutzt wird und außerhalb dieser Zeit im Bereitschaftsmodus verbleibt, in dem er jedoch annähernd genauso viel Strom verbraucht. Das Telefon wird im Schnitt täglich für 0,25 h aktiv genutzt und verbleibt die restliche Zeit funktionsbedingt im Bereitschaftsbetrieb. Im Haushalt befindet sich außerdem ein Smartphone, welches *durchschnittlich intensiv genutzt* wird und dessen Ladegerät außerhalb der Ladezeiten eingesteckt bleibt.

Sonstiges: Der Haushalt betreibt im Sommer ein Klimagerät mit 32 h jährlicher Nutzungszeit. Ausgehend von 2 heißen Sommermonaten im Jahr, entspricht das 16 h Nutzungszeit pro Monat. Werktags ist tagsüber niemand daheim und abends/nachts kann der Wärmeentwicklung in den Räumen mit ausreichend Lüften entgegengewirkt werden. Daher beschränkt sich die Nutzung hauptsächlich auf die Wochenenden, was einer Nutzungszeit von 4 h pro Wochenende entspricht, um heiße Tageszeiten abzupuffern. Im kleinen Garten werden folgende Geräte betrieben: ein elektrischer Rasenmäher mit einer Nutzungszeit von 0,25 h pro Woche, eine Heckenschere und ein Häcksler für je 3 h jährlich, ein Laubbläser für 6 h pro Jahr und eine Teichpumpe, die 9 h am Tag läuft. Hinzu kommt die bereits beschriebene 4-%-Pauschale (vgl. Kap. 3.10) für alle übrigen haushaltsüblichen Elektrogeräte. Insgesamt kommt dieser Beispielhaushalt auf einen jährlichen Stromverbrauch von 3720 kWh.

4.4.2 Typ Effizienz

Wie bereits in Kap. 4.2.2 beschrieben, wird bei diesem Strategietyp nicht das bestehende Nutzungsverhalten und die Geräteausstattungen geändert, sondern der Gerätebestand lediglich auf die jeweils höchste Effizienzklasse umgestellt, z. B. wird die komplette Beleuchtung auf LED umgestellt. Der Effizienzfall des Beispielhaushaltes hat einen jährlichen Stromverbrauch von 2780 kWh. Das entspricht einem Einsparpotential von rund 940 kWh/a.

4.4.3 Typ Easy

Wie bereits in Kap. 4.2.3 beschrieben, werden bei diesem Einspartyp nur einmalige Maßnahmen durchgeführt, die das Übermaß reduzieren, aber den Nutzen-Output nicht merklich ändern. In diesem Kontext wurden am Beispielhaushalt die Kühl- und Gefriertemperaturen um 2°K erhöht, es wurden Wasserspararmaturen eingebaut, die den Verbrauch an elektrisch bereitgestelltem Warmwasser fast halbieren, und die durchschnittliche Beleuchtungsstärke wurde auf 75 lx reduziert, was durch punktuelle Reduktion von qualitativ überdimensionierten Leuchtmitteln[6] sowie durch punktuelles Eliminieren von quantitativ überdimensionierten Leuchtmitteln[7] umsetzbar ist. Es wurde in Erwägung gezogen, das Senken der Hauptwaschtemperatur der Waschmaschine auf 40°C mit aufzunehmen, was jedoch in Anbetracht der Beschreibung in Kap. 4.2.3 eher strittig ist. Dafür spricht, dass es keinen Einschnitt im Verhalten darstellt, da der Handgriff der Temperaturauswahl sowieso stattfinden muss und somit kein zusätzlicher oder veränderter Handgriff nötig wird. Des Weiteren sind mit heutigen Waschmitteln keine qualitativen oder hygienischen Unterschiede bei Niedrigtemperaturwaschgängen zu verzeichnen, somit bleibt auch der Nutzen-Output unverändert. Dagegen spricht, dass es eine tägliche bewusste Entscheidung für die niedrigere Temperatur verlangt und somit einen Einschnitt in bisherige Routinen und Komfort darstellt. Nach Meinung der Autorin ist es jedoch vorstellbar, dass dieser Punkt durch zukünftige Innovationen und Änderungen im Gerätedesign entkräftet werden kann. Vorstellbar wäre eine Waschmaschine, deren Waschtemperatur automatisch auf 40 °C vorprogrammiert ist, sodass ein zusätzlicher Handgriff durch den Nutzer nötig wird, wenn mit einer höheren Temperatur gewaschen werden soll. Auf Grund des bisherigen Stands der Technik wurde der Punkt der Waschtemperatursenkung jedoch nicht mit in den Typ *Easy* aufgenommen. Der Typ *Easy* hat einen jährlichen Stromverbrauch von 3120 kWh und bringt somit eine Einsparung von 600 kWh/a.

---

[6] Qualitativ überdimensionierte Leuchtmittel d.h., die Leistung (in W) bzw. der Lichtstrom (in lm) von Leuchtmitteln ist an einigen Stellen im Haushalt höher als nötig. Die Reduktion der Leuchtmittelleistung behält die Art der Ausleuchtung (hier: flächenmäßige Ausleuchtung) des Haushaltes bei, zieht aber eine finanzielle Investition nach sich, was der Definition von Gerätesuffizienz nach Kap. 4.2.5 entspricht.

[7] Quantitativ überdimensionierte Leuchtmittel d.h., die Anzahl von Leuchtmitteln ist an einigen Stellen im Haushalt höher als nötig. Die Reduktion der Leuchtmittelanzahl verschiebt die Ausleuchtung des Haushaltes eher in Richtung einer punktuellen Ausleuchtung und zieht keine finanzielle Investition nach sich, sondern eher eine Verhaltensänderung durch räumliche Umorientierung, und ist somit nach der Definition in Kap. 4.2.6 eher als Verhaltenssuffizienz zu verstehen.

4.4.4 Typ Easy + Effizienz

Wie in Kap. 4.2.4 beschrieben, werden hier die Maßnahmen aus den beiden vorher genannten Typen kombiniert. Dieser Strategietyp hat somit einen Jahresstromverbrauch von 2250 kWh und eine Einsparung von 1470 kWh/a gegenüber dem Durchschnittsbeispielhaushalt.

4.4.5 Typ Gerätesuffizienz

Ausprägung leicht

Kühlen + Gefrieren: Bei diesem Strategietyp in der *Ausprägung leicht* ist der Haushalt nicht bereit oder nicht fähig, sein aktuelles Kühl-Gefrier-Volumen zu reduzieren, verzichtet aber auf die räumliche Trennbarkeit beider Geräte und schafft eine Kühl-Gefrier-Kombination (190 l/30 l) an.

Waschen + Spülen: Beim Geschirrspüler wird auf ein Gerät mit einer Breite unter 50 cm umgestiegen, die aktuelle Gedeckanzahl wird beibehalten. Das Fassungsvermögen der Waschmaschine wird mit 6 kg statt 7 kg besser an das Wäscheaufkommen des Haushaltes angepasst, was nicht zu einer Änderung der Nutzungshäufigkeit führt, sondern nur zu einer besseren Auslastung des neuen Gerätes. Der Wäschetrockner bleibt in bestehender Form erhalten.

Kochen + Backen: Herd/Backofen und Mikrowelle bleiben in bestehender Form erhalten. Der Kaffeevollautomat wird durch eine Kaffee(filter)maschine ersetzt, was nichts an der elektrischen Nutzungsdauer ändert, aber für den Nutzer eine Komforteinbuße in Form eines erhöhten Zeitaufwandes darstellen kann. Denn jetzt nehmen Bestücken und Aufheizvorgang mehr Zeit in Anspruch als bei einem Einzelkochgerät bei dem aufgeheiztes Wasser vorgehalten wird.

Beleuchtung: Im Bereich Beleuchtung wird die Beleuchtungsstärke auf 75 lx reduziert, jedoch im Vergleich zum Typ *Easy* nur durch Reduktion der Leuchtmittelleistung bzw. des Leuchtmittellichtstroms und nicht der Leuchtmittelanzahl.

Warmwasser: Wasserspararmaturen werden angeschafft.

UE: Der modernere Fernseher bleibt in Typ und Ausstattung erhalten, wird aber durch eine kleinere Bildschirmdiagonale von 70 cm ersetzt. Die Stereoanlage weicht einer Kompaktanlage. Alle anderen Geräte der UE bleiben von Veränderungen unberührt.

IKT: Im Bereich IKT wird lediglich der bisher genutzte PC mit externem Monitor durch einen Laptop ersetzt. Der PC stammt noch aus der Zeit, als Desktoprechner üblich waren, die Rechenleistung eines PC wird jedoch in diesem Haushalt nicht benötigt und kann daher reduziert werden. Alle anderen IKT-Geräte bleiben in bestehender Form erhalten.

Sonstiges: Der Haushalt ist weiterhin bereit, das Klimagerät gegen einen Ventilator zu tauschen. Im Garten wird auf die Häckslerarbeit verzichtet, da sie in einem kleinen Garten nicht zwingend erforderlich ist. Der wenige anfallende Verschnitt kann auf verschiedene Weise genutzt werden, z. B. um ein Insektenhotel aufzubauen, Futterhölzer können an Tierheime und Zoos gespendet werden oder finden Verwendung für Basteln und Dekoration etc. Alle anderen Gartengeräte bleiben unverändert. Der jährliche Stromverbrauch des Typs *Gerätesuffizienz – leicht* beläuft sich damit auf 2700 kWh, was einer Einsparung von 1020 kWh/a entspricht.

Ausprägung stark

Kühlen + Gefrieren: Wie in der *Ausprägung leicht* steigt man auch in der *Ausprägung stark* auf eine Kühl-Gefrier-Kombination um, reduziert jedoch gleichzeitig das Volumen (100 l/15 l). Eine Erklärung dafür ist, dass vor der Anschaffung des externen Gefrierschrankes das Gefriervolumen des internen Gefrierfachs ausreichend war. Allein durch das Vorhandensein der größeren Option hat sich das Gefrierbedürfnis erhöht, somit ist ein volumentechnischer Rückschritt in diesem Fall eine zumutbare Maßnahme. Der Haushalt findet sich also bei einem Kompromiss zwischen 30 l und 5 l Gefriervolumen ein. Das Kühlvolumen wird reduziert, da 100 l als ausreichend für einen Zwei-Personenhaushalt angesehen werden (Öko-Institut e.V., 2011).

Waschen + Spülen: Beim Geschirrspüler wird zusätzlich zur Breite (unter 50 cm) auch die Gedeckzahl (8 Gedecke) reduziert. Die Auslastung der Waschmaschine wird weiter optimiert und auf 5 kg Fassungsvermögen verkleinert. Laut (HEA, 2011) ist von 500 kg durchschnittlichem jährlichen Wäscheaufkommen auszugehen. Somit wäre eine 5-kg-Waschmaschine bei bisherigen 2,25 Waschgängen pro Woche rechnerisch ausreichend. Der Trockner verbleibt unverändert.

Kochen + Backen: Herd/Backofen und Mikrowelle bleiben auch in diesem Fall unverändert. Wenn es die Nutzung zulässt, ist der Umstieg auf einen sogenannten Tisch- bzw. Minibackofen technisch möglich, aber energetisch nicht sinnvoll. Die Energieeinsparung infolge der Volumenreduktion wird von den durch Bauweise und Isolation verursachten Verlusten aufgezehrt. Auch hier wird von einem Kaffeevollautomat auf eine Kaffee(filter)maschine gewechselt.

Beleuchtung: Die Beleuchtungsstärke wird bei dieser Ausprägung noch weiter auf 65 lx reduziert. Dies ist unter der Annahme möglich, dass die in Kap. 4.4.3 beschriebene qualitative Überdimensionierung der Beleuchtungsmittel noch weiteren Spielraum für Einsparungen lässt, z. B. indem statt einer großflächig hellen Ausleuchtung auf punktuelle helle Spots (welche zeitlich befristet genutzt werden) je

nach Sehaufgabe umgestiegen wird und die Beleuchtungsstärke des übrigen Raums reduziert werden kann.

Warmwasser: Auch bei dieser Ausprägung werden Wasserspararmaturen eingebaut.

UE: Der modernere Fernseher wird in seinen Funktionen und der Größe reduziert. Nun wird er als Gerät mit einem Signalempfänger, ohne Festplatte und mit 60 cm Bildschirmdiagonale betrieben. Player, Stereoanlage und Konsole werden abgeschafft und durch ein konvergentes Gerät im IKT-Bereich ersetzt.

IKT: Auch PC und Monitor werden abgeschafft und durch ein konvergentes Gerät ersetzt. Laptop, Drucker, Scanner und Router bleiben in bestehender Form erhalten. Das Telefon wird abgeschafft. Es wird ein weiteres Smartphone angeschafft, welches das Telefon ersetzt und gleichzeitig Voraussetzung für die Abschaffung der diversen Geräte bzw. Substitution durch das konvergente Gerät ist: Als konvergente Geräte werden zwei Dockingstationen angeschafft, die mittels Smartphone genutzt werden und die durch ihre vorhandene bzw. integrierte Peripherie (Tastatur, Maus, Bildschirm, Lautsprecherboxen) die Funktionen von PC, Player, Stereoanlage und Konsole übernehmen können. Die Nutzungsdauer beider Dockingstationen beträgt infolge dessen zusammen 5 h pro Tag.

Sonstiges: Wie bei der *Ausprägung leicht* ist der Haushalt bereit, seine Komfortansprüche im Bereich RLT zu reduzieren und das Klimagerät gegen einen Ventilator zu tauschen. Im Garten wird ein Großteil der elektrisch betriebenen Geräte durch mechanische ersetzt: Spindelrasenmäher, mechanische Heckenschere und Laubrechen werden angeschafft. Dies bringt nicht nur Vorteile in Bezug auf den Energieverbrauch, sondern spart zum Teil Platz und vermeidet Kabel-Handling und Lärm. Alle anderen Geräte bleiben unverändert erhalten. Der Stromverbrauch des Typs *Gerätesuffizienz - stark* beläuft sich auf 2400 kWh/a und bringt somit eine Einsparung von 1320 kWh/a.

4.4.6 Typ Verhaltenssuffizienz

Ausprägung leicht

Dieser Typ setzt bei seinen Maßnahmen überwiegend auf die Reduktion der Stand-by-Verluste als einfachste Form der Verhaltensänderung z. B. mittels Schaltersteckdosen.

Kühlen + Gefrieren: Bei diesem Suffizienztyp in der *Ausprägung leicht* ist der Haushalt dazu bereit, seine beiden Geräte 1 Monat im Jahr komplett abzuschalten, z. B. im Fall längerer Abwesenheit wie Urlaub oder in sehr kalten Jahreszeiten, in denen die Außentemperatur zur Kühlung genutzt werden kann, was mit einem Mehraufwand in Form von Ausräumen, Abtauen etc. einhergeht.

Waschen + Spülen: Die Nutzungsweise des Geschirrspülers bleibt unverändert. Die Nutzung der Waschmaschine wird von 2,25 Gängen pro Woche auf 1,5 Gänge reduziert. Dies ist möglich durch Vermeidung von Schmutzwäschemengen, durch längeres Tragen bzw. Nutzen von Kleidung und Handtüchern und durch häufigeres Auslüften statt Waschen. Durch die Senkung der Waschmaschinennutzung sinkt auch die Trocknernutzung von 1,3 Gängen pro Woche auf 1 Gang. Des Weiteren ist der Haushalt bereit, im Sommer (4 Monaten im Jahr) die Wäsche mittels Wäscheleine oder Trockenkeller zu trocknen und das Gerät auszuschalten.

Kochen + Backen: Die Nutzungszeit von Herd/Backofen wird von 2,5 h pro Woche auf 1,75 h reduziert. Dies ist unter der Annahme möglich, dass vermehrt die Restwärme des Gerätes genutzt und immer mit Deckel und Schnellkochtöpfen gekocht wird. Für Mikrowelle und Kaffeevollautomat wird bei diesem Strategietyp darauf geachtet, dass die Geräte außerhalb der Nutzungszeit stets vom Netz getrennt werden.

Beleuchtung: Im Bereich Beleuchtung wird die Beleuchtungsstärke auf 75 lx reduziert, jedoch im Vergleich zum Typ *Easy* nur durch Reduktion der Leuchtmittelanzahl und nicht der Leuchtmittelleistung oder des Leuchtmittellichtstroms. Des Weiteren wird die mittlere Beleuchtungsdauer der gesamten Wohnung von 1,7 h pro Tag auf 1,25 h gesenkt. Dies geschieht unter der Annahme, dass die Beleuchtungsdauer ein Maß an ungenutzter Beleuchtung enthält, z. B. durch Licht, das nach dem Verlassen des Zimmers nicht gelöscht wird, oder eine Gesamtraumbeleuchtung, die angeschaltet bleibt, obwohl man sich für eine bestimmte Tätigkeit unter eine punktuelle Lichtquelle zurückgezogen hat. Außerdem kann durch erhöhte Tageslichtnutzung die Dauer des elektrisch bereitgestellten Lichtes verkürzt werden. Die Nutzer können gezielt bestimmte Aufgaben und Tätigkeiten, die einer hohen Ausleuchtung bedürfen, auf die natürlich hellen Phasen des Tages verlegen und anderen Tätigkeiten eher in den Abendstunden nachgehen.

Warmwasser: Dieser Einspartyp ist bereit, auf Wannenbäder zu verzichten und stattdessen zu duschen, womit sich die wöchentliche Duschhäufigkeit minimal erhöht.

UE: In dieser Gerätegruppe wird darauf geachtet, die Geräte außerhalb der Nutzungszeit stets vom Netz zu trennen.

IKT: Auch hier wird darauf geachtet, die Geräte außerhalb der Nutzungszeit stets vom Netz zu trennen bzw. Ladegeräte nach der Nutzung auszustecken.

Sonstiges: Im Bereich RLT ist dieser Strategietyp bereit, die Komfortverluste einer Nutzungsreduktion des Klimagerätes auf sich zu nehmen, daher wird die jährliche Nutzungszeit von 32 h auf 16 h halbiert. Die Laufzeit der Teichpumpe wird an Teichvolumen, Tier- und Pflanzenbesatz angepasst und läuft zudem nur noch intervallweise. Somit reduziert sich deren Nutzungszeit von 9 h täglich auf insgesamt

3 h täglich. Die anderen Geräte bleiben von Veränderungen unberührt. Der Stromverbrauch des Typs *Verhaltenssuffizienz - leicht* beläuft sich auf 2810 kWh/a und zieht somit eine Einsparung von 910 kWh/a nach sich.

Ausprägung stark

Kühlen + Gefrieren: Bei diesem Strategietyp ist der Haushalt bereit, sein Verhalten insoweit zu ändern, dass er mit dem vorhandenen integrierten Zwei-Sterne-Gefrierfach auskommt, und schafft den externen Gefrierschrank ab. Somit muss er sich andere Lagermöglichkeiten (z. B. Konserven, Dörren) zu eigen machen und regelmäßig frisch zubereiten, statt über lange Zeitperioden Tiefgekühltes zu bevorraten. Wie bei der *Ausprägung leicht* wird das verbleibende Gerät einen Monat im Jahr komplett abgeschaltet (vgl. 4.3).

Waschen + Spülen: Die Nutzungshäufigkeit des Geschirrspülers wird von 2-mal pro Woche auf 1-mal pro Woche gesenkt. Dies ist durch eine Reduktion des Geschirraufkommens möglich. Z. B. können bestimmte Geschirrstücke, wie Gläser und Tassen, öfter genutzt werden, Holzbrettchen können abgebürstet werden und es kann auf eine Vollbeladung des Geschirrspülers geachtet werden. Was nicht zu einer Einsparung führt, ist das (teilweise) Umsteigen auf Handwäsche, da bei dieser Pseudo-Suffizienzmaßnahme[8] mehr Wasser und Strom verbraucht wird als bei einer maschinellen Wäsche (Universität Bonn, 2011). Die Nutzung der Waschmaschine wird weiter auf 1-mal pro Woche gesenkt. Möglich ist dies durch die Maßnahmen der *Ausprägung leicht* in Verbindung mit der Nutzung einer Gemeinschaftswaschmaschine[9] im Wohnhaus. Dies führt zu einer Erhöhung der Auslastung des Gerätes und somit im Schnitt zu einer Reduktion der Nutzungshäufigkeit pro Haushalt. Außerdem ist vorstellbar, dass allein der Komfortverlust des eigenen Gerätes in der Wohnung und des damit verbundenen kurzen Weges dazu führt, dass auf einige Waschgänge verzichtet wird. Des Weiteren

---

[8] Pseudo-Suffizienzmaßnahmen sind Maßnahmen, die aufgrund ihrer Beschaffenheit den Anschein von Nachhaltigkeit, genauer Suffizienz, wecken - Einfachheit, Komfortverlust, Besinnung auf die Basis etc. - jedoch einen erhöhten Energieaufwand nach sich ziehen.

[9] Diese Maßnahme ist nur in Verbindung mit gemeinschaftlichen Waschgängen energiesuffizient. Wäscht jeder Haushalt seine Wäsche getrennt in der Gemeinschaftsmaschine, so kann man nur von Ressourcensuffizienz sprechen, da die Anzahl der Maschinen pro Haus reduziert wird, aber nicht der Energieverbrauch bei deren Nutzung. Würde z. B. die Wäsche des Hauses in Körben nach Waschprogrammen gesammelt werden (durch Wäschenetze nach Haushalten getrennt) und somit die Wäsche aus mehreren Haushalten in einem Gang gewaschen werden, würde dies zu einer Vollauslastung der Maschine führen und zu einer Stromverbrauchsreduktion pro Haushalt und Waschgang.

wird bei dieser Ausprägung die Hauptwaschtemperatur von 60 °C auf 40 °C gesenkt, da keinerlei hygienischen oder qualitativen Nachteile zu befürchten sind (Rüdenauer, et al., 2006). Der Wäschetrockner wird abgeschafft und der Haushalt steigt ganzjährig auf eine Trocknung mittels Wäscheleine oder Trockenraum um.

Kochen + Backen: Im Vergleich zur *Ausprägung leicht* wird die Nutzungsdauer von Herd/Backofen weiter auf 1 h pro Woche reduziert. Dies ist durch eine Vielzahl von zusätzlichen Maßnahmen möglich. Auch hier bietet das gemeinschaftliche Kochen im Haus, aber auch schon im Falle einer Wohngemeinschaft große Potentiale, da sich beim Kochen/Backen häufig die Nutzungszeit nicht in Abhängigkeit von der zubereiteten Menge ändert. Somit wird durch diese Maßnahme eine Nutzungszeit auf viele Nutzer bzw. Haushalte verteilt, wohingegen sich vorher die Nutzungszeiten der einzelnen Nutzer aufsummiert haben. Des Weiteren können einmalig große Mengen vorgekocht werden, die in der Woche als Einzelportionen wiedererwärmt (am Besten in der Mikrowelle und nicht auf dem Herd) werden. Erhöhung der Rohkostanteile in der Nahrung und das Essen außer Haus senken auch den Stromverbrauch im Haushalt. Der vollständige Verzicht auf den Herd im Haushalt und somit ein Komplettumstieg auf Rohkost und Außer-Haus-Essen wird als gesellschaftlich nicht anschlussfähig bewertet. Es wird angenommen, dass die Mikrowellennutzung der bisherigen Nutzungsweise bis gegen null reduziert werden konnte, doch durch die Verhaltensänderung hin zum Wiederaufwärmen von vorgekochten Speisen findet eine Verlagerung auf die Mikrowelle statt, deren Höhe auf 0,1 h pro Woche veranschlagt wird. Unter der Annahme, dass auch bei der Kaffeezubereitung Einsparpotentiale im Verhaltensbereich möglich sind, z. B. weil gelegentlich ein Übermaß an Kaffee bereitet wird und auch ein Verzicht auf einige Tassen Kaffee am Tag bzw. die Substitution einiger Tassen Kaffee durch Schwarztee möglich ist, wird die Nutzungszeit des Kaffeevollautomaten auf 0,2 h pro Woche gesenkt. Mikrowelle und Kaffeevollautomat werden außerdem außerhalb der Nutzungszeit vom Netz getrennt.

Beleuchtung: Im Vergleich zur *Ausprägung leicht* wird auch hier die Beleuchtungszeit auf 1,25 h pro Tag gesenkt, jedoch die Beleuchtungsstärke weiter auf 65 lx reduziert. Dies ist möglich, da der Haushalt zusätzlich bereit bzw. fähig ist, sein Verhalten vermehrt an eine Tageslichtnutzung anzupassen.

Warmwasser: Bei der *Ausprägung stark* wird nicht nur auf das Baden verzichtet, sondern das Duschen auf alle zwei Tage mit einer Duschdauer von jeweils 3 min reduziert.

UE: Die Nutzungszeit des TV-Neugerätes wird auf 1,5 h täglich reduziert und außerhalb derer wird das Gerät vom Netz getrennt. Das TV-Altgerät und der Player, dessen Nutzung auf den IKT-Bereich verlagert wird, werden abgeschafft. Die Nutzung

der Stereoanlage wird auf 1 h täglich und die der Konsole auf 0,25 h täglich verkürzt. Beide Geräte werden außerhalb der Nutzungszeit vom Netz getrennt.

IKT: Der PC inklusive Monitor wird abgeschafft. Unter der Annahme, dass die Nutzungszeit des Laptops noch Reduktionspotential beinhaltet, z. B. indem Leerlaufzeiten vermieden werden oder das Gerät nur effizient und zielorientiert genutzt wird, kann auch die Nutzungszeit des Laptops gesenkt werden. Da dieser jedoch auch den Verzicht auf Player, TV und PC kompensiert, steigt seine Nutzungszeit auf 4 h an. Auch die Nutzung des Smartphones steigt aus Kompensationsgründen auf eine *erhöhte Nutzung* an. Sein Ladekabel wird außerhalb der Nutzungszeit ausgesteckt und auch der Router wird außerhalb seiner Nutzungszeit vom Netz getrennt.

Sonstiges: In der *Ausprägung stark* wird komplett auf das Klimagerät verzichtet und die Teichpumpe wird wie in der *Ausprägung leicht* auf eine Laufzeit von 3 h pro Tag reduziert. Der Stromverbrauch des Typs *Verhaltenssuffizienz-stark* beläuft sich auf 1550 kWh/a und führt somit zu einer Einsparung von 2170 kWh/a.

4.4.7 Typ Kombination

Ausprägung leicht

Mit Ausnahme der Gerätegruppe *Kühlen + Gefrieren* ist der Typ *Kombination Ausprägung leicht* eine Verschmelzung der Einsparmaßnahmen aus den Typen *Easy*, *Gerätesuffizienz - leicht* und *Verhaltenssuffizienz - leicht*. In der Gerätegruppe *Kühlen + Gefrieren* wurden neue Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog umgesetzt, um den Handlungsspielraum, der dem Nutzer auch in der *Ausprägung leicht* zur Verfügung steht, zu verdeutlichen. Im Vergleich zum Typ *Durchschnitt* wird hier ein Kühlschrank (190 l) mit vergrößertem Zwei-Sterne-Gefrierfach (15 l) angeschafft. Der Haushalt ist also bereit, auf ein leistungsstarkes Gefrierfach zu verzichten und den damit verbundenen Komfortverlust auf sich zu nehmen (vgl. 4.3), jedoch sollen größere Volumenausprägungen des Gerätes weiterhin erhalten bleiben. Aus dem Typ *Easy* werden zusätzlich die 2 K Temperaturerhöhung übernommen. Die Kombination der Maßnahmen aus den verschiedenen Strategietypen führt zu einer Erhöhung der Einsparpotentiale auf 1850 kWh/a. Das entspricht einem Stromverbrauch des Typs *Kombination – leicht* von 1870 kWh/a.

Ausprägung stark

Mit Ausnahme der Gerätegruppe *Kühlen + Gefrieren* ist der Typ *Kombination Ausprägung stark* eine Verschmelzung der Einsparmaßnahmen aus den Typen *Gerätesuffizienz - stark* und *Verhaltenssuffizienz – stark* mit einzelnen Ergänzungen

um Maßnahmen des Typs *Easy*. In der Gerätegruppe *Kühlen + Gefrieren* wurden neue Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog umgesetzt, um den Handlungsspielraum, der dem Nutzer in der *Ausprägung stark* zur Verfügung steht, zu verdeutlichen. Im Vergleich zum Typ *Durchschnitt* wird hier ein Kühlschrank (100 l) mit Kaltlagerzone oder Null-Sterne-Fach angeschafft. Der Haushalt verzichtet somit komplett auf die Funktion *Gefrieren* und ist bereit, den damit verbundenen Komfortverlust auf sich zu nehmen (vgl. 4.3). Auch hier wird zusätzlich die Temperaturerhöhung um 2 K aus dem Typ *Easy* übernommen sowie die Abschaltung des Gerätes für 1 Monat im Jahr. Die Kombination der Maßnahmen aus den verschiedenen Strategietypen führt zu einer Erhöhung der Einsparpotentiale auf 2590 kWh/a. Das entspricht einem Stromverbrauch des Typs *Kombination – stark* von 1130 kWh/a.

4.5 Die Simulationsergebnisse

Als Ergebnis der Modellierung wird im Tool ein Säulendiagramm generiert, welches die Stromverbräuche der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Gerätegruppen aufzeigt und gegenüberstellt (vgl. Abb. 2). Wie in Kap. 4.24.3 beschrieben, sind die Säulen nicht als Kaskaden-Stufen zu verstehen, sondern als einzelne Grade von Suffizienztiefe. Die paarweise Anordnung der *Ausprägungen leicht* und *stark* ist dabei als Spannweite der Einsparpotentiale des jeweiligen Strategietyps zu verstehen. In diesem Rahmen kann sich, je nach Wahl der individuellen Suffizienztiefe, der Jahresstromverbrauch des Haushaltes (hier Zwei-Personen-Haushalt) einspielen. Theoretisch betrachtet bildet dabei der Verbrauch des Durchschnittshaushaltes immer die obere Grenze des Rahmens und der Null-Verbrauch (Askese) die untere Grenze. Dies bedeutet, dass der eigentliche theoretische Handlungsrahmen wesentlich größer ist als hier abgebildet, abhängig von der Wahl der einzelnen Maßnahmen und ihrer Einschnitttiefe in das bestehende Nutzungs- und Konsummuster. Da die Zahl der möglichen Einsparmaßnahmen jedoch unbegrenzt groß und sehr vielschichtig ist, soll das Ergebnis als beispielhafte Darstellung eine Orientierung zur Einordnung der möglichen Potentiale liefern und ist keine Darstellung der gesamten Breite des Maßnahmenspektrums. Es zeigt sich, dass mittels der Strategien *Gerätesuffizienz - leicht* und *Verhaltenssuffizienz - leicht* ähnliche Potentiale erreicht werden können, wie sie bisher der *Effizienzstrategie* zugeschrieben werden. Je nach Suffizienztiefe kann dieses Potential noch erhöht werden und durch Kombination der einzelnen Strategietypen noch weiter gesteigert werden. Das Potential der Strategie *Easy* fällt zwar zahlenmäßig geringer aus, doch aufgrund dessen breiterer Akzeptanz in der

Gesellschaft birgt es dennoch ein großes Einsparvermögen im Hinblick auf den gesamtdeutschen Stromverbrauch.

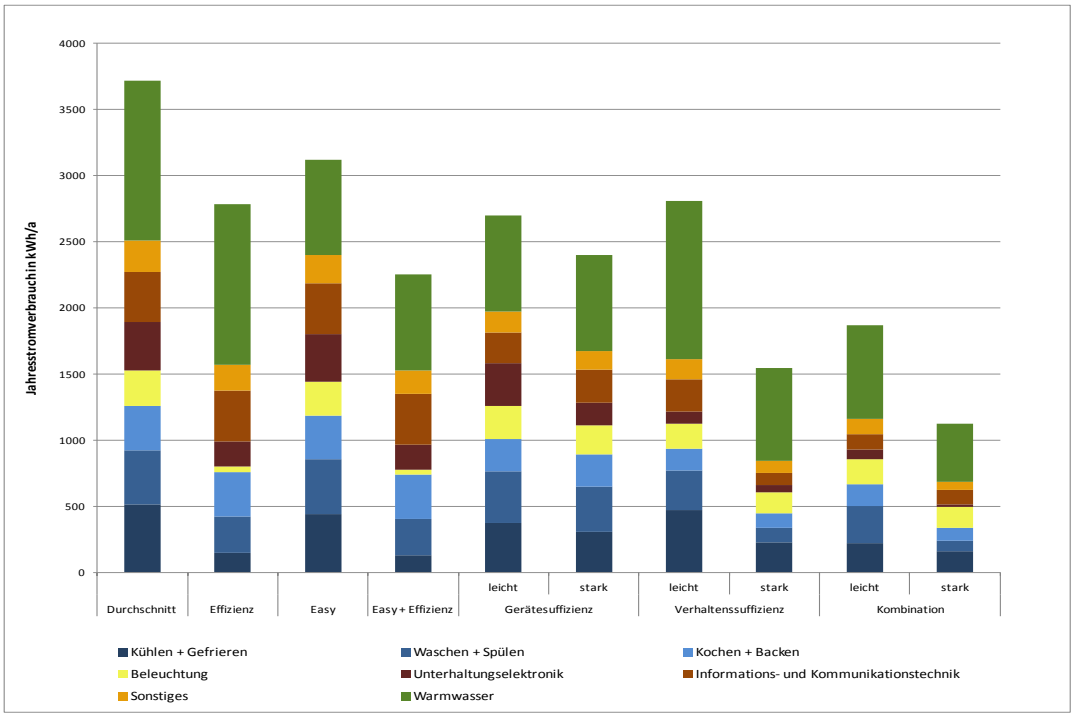


Abb. 2: Jahresstromverbräuche der verschiedenen Strategietypen nach Gerätegruppen in kWh/a für einen beispielhaften Zwei-Personen-Haushalt (detaillierte Darstellung siehe Anhang Abb. 7 und CD) (Quelle: eigene Darstellung)

Anhand der Verbrauchswerte in den einzelnen Gerätegruppen der Strategietypen (vgl. Tab. 15 im Anhang) ist ersichtlich, dass es Gerätegruppen gibt, in denen entweder eher das Nutzungsverhalten oder eher die technischen Gegebenheiten den Verbrauch beeinflussen. Somit sind z. B. in der Gerätegruppe *Waschen + Spülen* größere Einsparpotentiale durch Verhaltensänderungen generierbar als über technische Veränderungen, in der Gerätegruppe *Warmwasser* andersherum. Dementsprechend gibt es aber auch Gerätegruppen in denen über Effizienzstrategien das größere Potential generiert werden kann, so z. B. in der Gerätegruppe *Beleuchtung.* Wie zu Beginn der Arbeit beschrieben (vgl. Kap. 2.2), zeigt sich, dass es sinnvoll ist, Suffizienzstrategien zusammen mit Effizienzstrategien und auch Konsistenzstrategien (die in dieser Arbeit nicht betrachtet wurden) einhergehen zu lassen.

5 Ausblick

Da Suffizienzstrategien auch schon bei kleineren Einschnitten und somit leichterer Anbindungsfähigkeit eine ähnliche Einsparung wie Effizienzstrategien erreichen, kann somit die zu Beginn der Arbeit gestellte Frage nach der notwendigen Einschnitttiefe von Suffizienzmaßnahmen in bestehende Verhaltens- und Konsummuster beantwortet werden. Es ist davon auszugehen, dass Suffizienz aufgrund der Schlichtheit vieler Maßnahmen im Vergleich zu Effizienz und Konsistenz tatsächlich häufig die „kostengünstigere […] [und] elegantere Lösung“ (Fischer, et al., 2013 S. 15) zur Erreichung des Ziels der Stromverbrauchssenkung darstellen kann. Eine Berechnung und Gegenüberstellung der finanziellen Aufwände muss jedoch noch erfolgen.

In dieser Arbeit wurde jede Form von Veränderung, die eine Komforteinbuße nach sich zieht, ohne Wertung aufgeführt, da die Wahrnehmung von Nutzen bzw. Komfort und dessen Verlust von subjektiven Bedürfnissen (geprägt von sozialem Umfeld, psychischer Stabilität und Selbstbewusstsein, Persönlichkeitsentwicklung, Weltsicht etc.) abhängt. Aufgrund dieser Subjektivität ist keine allgemeingültige Aussage über die Tiefe eines Einschnittes möglich. Ein und dieselbe Maßnahme hat unterschiedliche Bedeutungen, je nachdem, wer sie durchführt. Für den einen Nutzer zieht sie einen Komfortverlust nach sich, für den anderen ist sie ein Zugewinn an Komfort (Fischer, et al., 2013). Die in dieser Arbeit verwendete Formulierung „Komfortverlust“, um Punkte zu verdeutlichen, an denen Veränderungen im Nutzungs- und/oder Konsumverhalten und Auswirkungen von Suffizienz auftreten, ist aufgrund der subjektiven Behaftung kritisch zu bewerten. Die Erörterung von Motivationen für Suffizienz und die Bewertung von übermäßigen Komfortansprüchen etc. ist jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit, sondern sie zeigt nur technische Umsetzungsmöglichkeiten auf. Die Bewertung dieser sollte in weiterführenden Studien besonders unter gesellschaftsspezifischen Gesichtspunkten betrachtet werden. Aufgrund dieses hohen Maßes an Subjektivität und Individualität ist es schwer, Suffizienzstrategien in die Politik zu überführen. Vergessen werden dürfen dabei nicht jene Haushalte, die zwar die Bereitschaft zur Suffizienz, aber nicht die Handlungsfähigkeit dazu besitzen. Darunter fallen unter anderem Haushalte, die pflegebedürftige Personen betreuen. Von diesen Haushalten werden aufgrund verschiedener äußerer Zwänge bestimmte Verhaltens- und Konsummuster verlangt. Für diese Haushalte wäre der Strategietyp *Easy* aufgrund seiner kaum spürbaren Einschnitttiefe eine Möglichkeit, den Stromverbrauch nicht unerheblich zu reduzieren. Diese Ausführungen zeigen, dass es nicht möglich ist, Suffizienz gleichermaßen verpflichtend für alle Menschen durchzusetzen. Es muss ein Weg gefunden werden, der Raum für die Freiwilligkeit und Individualität der

Maßnahmen zulässt, aber dennoch das Ziel der notwendigen Verbrauchsreduktion nicht aus den Augen verliert. Diesen zu erarbeiten ist nicht Gegenstand dieser Arbeit und bedarf noch weiteren Forschungsanstrengungen, denn das Verhalten, insbesondere das Routineverhalten von Menschen anzusprechen und zu verändern, ist zudem eine schwierige Aufgabe, wie zahlreiche umweltpsychologische Studien belegen. Erleichternd würde sich in diesem Punkt auswirken, wenn es möglich wäre, Suffizienzmaßnahmen in zukünftiges Gerätedesign oder in die Werkseinstellungen der Geräte zu überführen. Denn erfolgen diese Handlungen automatisiert von Geräten, kann der Faktor Mensch in diesem System reduziert werden. Vorstellbar wären verschiedenste Innovationen wie modulare Kühlschränke, deren Volumen an den saisonal schwankenden Bedarf angepasst werden kann, Waschmaschinen mit voreingestellter Niedrigwaschtemperatur, die einen weiteren Handgriff zur Temperaturerhöhung verlangen. Außerdem sind Systeme denkbar, wie es sie schon ähnlich für Heizungssysteme in Wohnungen gibt: beim Verlassen der Wohnung werden mit dem Umdrehen des Wohnungsschlüssels alle Geräte abgeschaltet.

Ein wichtiger Punkt ist weiterhin, dass die durch die Maßnahmen (besonders in den Gerätegruppen UE und IKT) gewonnene freie Zeit durch ressourcenleichte Aktivitäten gefüllt werden muss, um Rebound- und Verlagerungseffekte zu vermeiden. Ressourcenleichte Aktivitäten, die weitere Vorteile wie Vertiefung bzw. Festigung des sozialen Umfeldes, körperliche Ertüchtigung oder bewusste Entspannung und Muße mit sich bringen, sind z. B. Lesen, Zeichnen, Radfahren, Spazieren gehen, Gärtnern, Gesellschaftsspiele, Gespräche etc. Die in dieser Arbeit vorgestellten Maßnahmen sind nur sinnvoll, wenn keine Verlagerung der Stromverbräuche in andere Sektoren oder neue Aktivitäten stattfindet, sondern der Verbrauch absolut gesenkt wird.

Anhang

Dateien *Suffizienz_Tool* und *Suffizienz_Maßnahmenkatalog* auf CD im Buchdeckel

Tab. 12: EA-NRW-Verbrauchsdaten je Gerätegruppe und Haushaltsgröße (Quelle: (EA NRW, 2013) Stand 1.10.13)

		Durchschnitt EA NRW in kWh/a			
Gerätegruppe	**Personen/HH**	**1**	**2**	**3**	**4**
Kühlen + Gefrieren		379	509	595	670
Kochen		294	335	370	463
Spülen		53	138	221	296
Waschen		82	130	194	246
Trocknen		50	140	261	376
Wasser + UP		795	1207	1633	2036
Beleuchtung		196	267	335	417
TV/Audio		253	362	478	503
Büro		313	379	473	538
Sonstiges (Klima, Wellness, Garten, Diverses)		197	234	297	368
Gesamt		**2612**	**3701**	**4856**	**5912**

Abb. 3: Entwicklung des Stromverbrauchs der Haushalte in Deutschland 1990 – 2011 (Quelle: eigene Darstellung aus (DIW Berlin; EEFA, 2013))

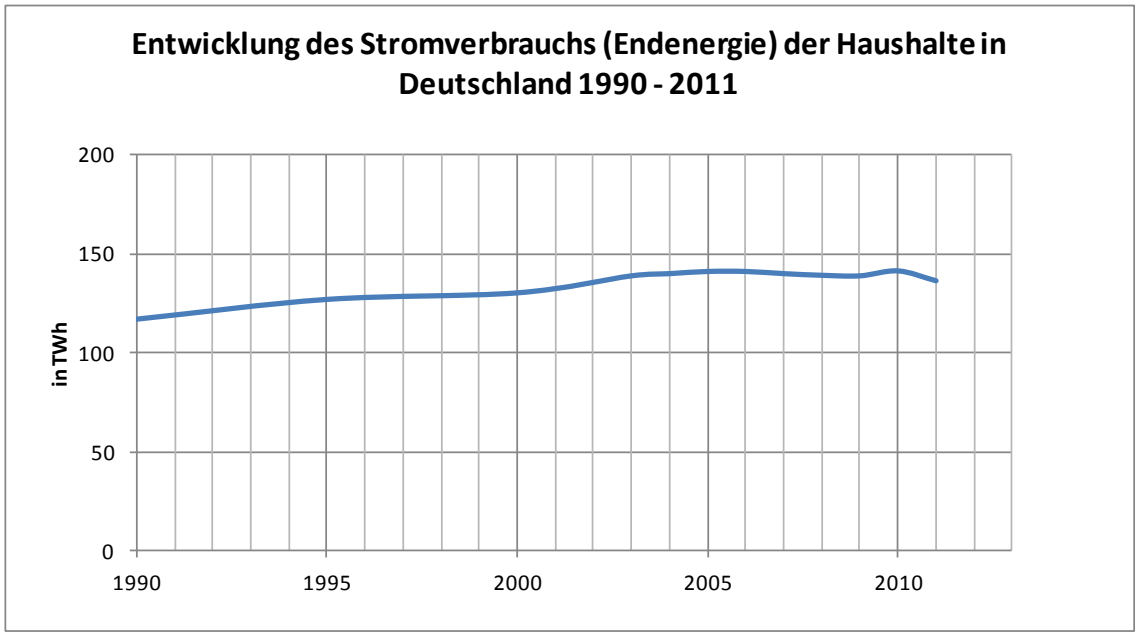


Abb. 4: Verteilung der Stromeffizienz bei ausgewählten Elektrogeräten, 2007, in Prozent (Quelle:(Hillebrand, 2012))

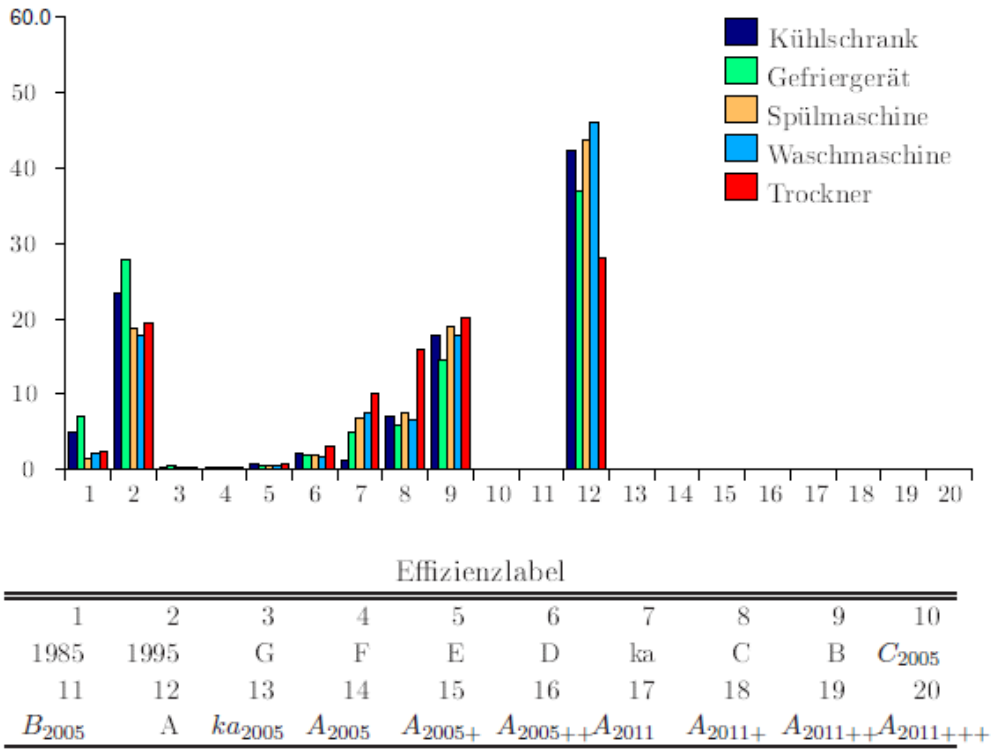
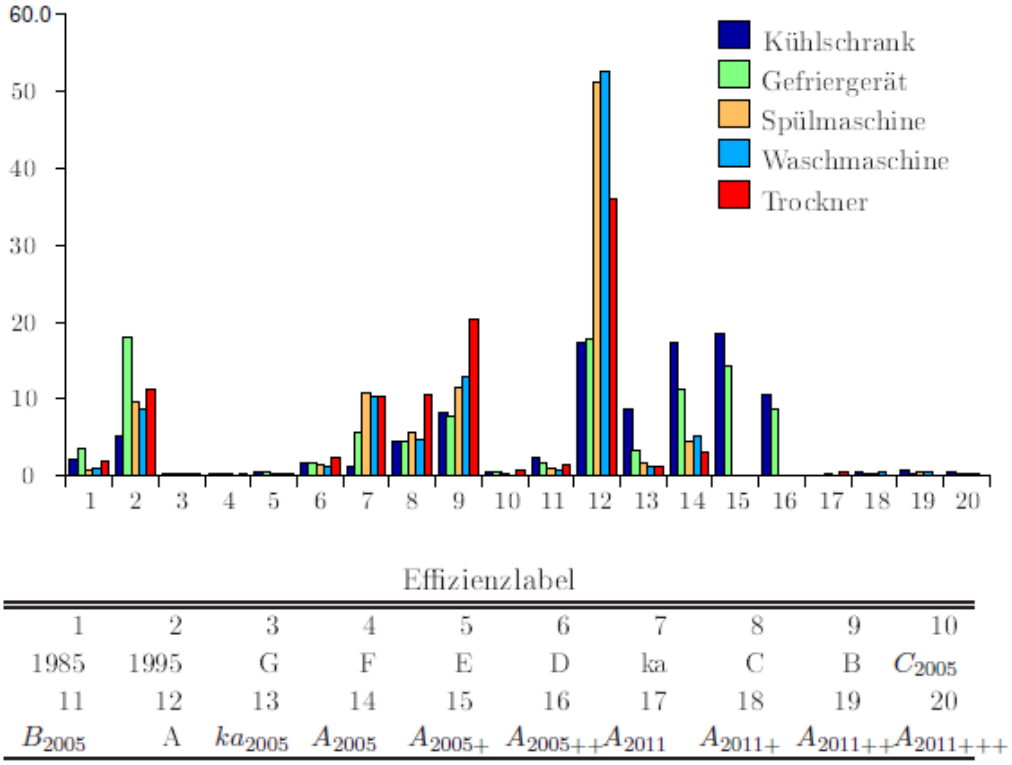


Abb. 5: Verteilung der Stromeffizienz bei ausgewählten Elektrogeräten, 2011, in Prozent (Quelle:(Hillebrand, 2012))



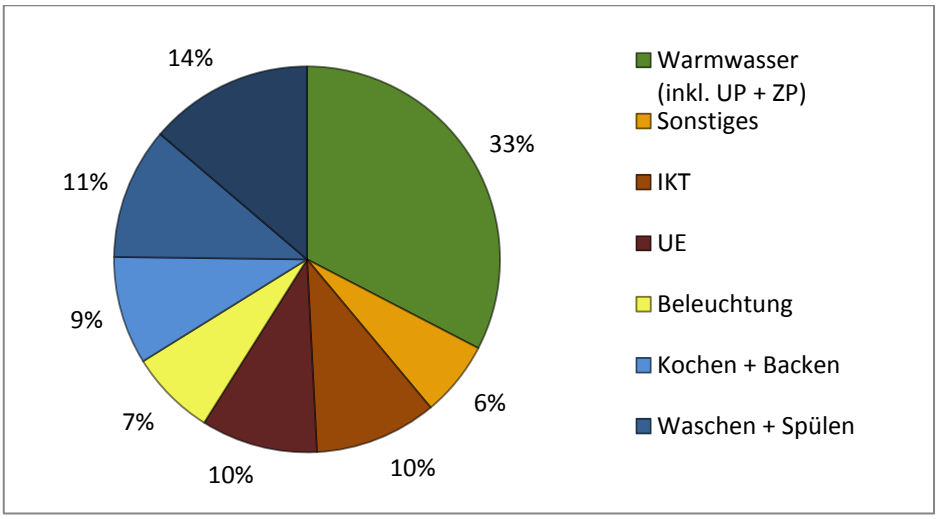
Tab. 13: Aufteilung der Bestrahlungsstärken im Wohnbereich nach Sehaufgabe und Tätigkeiten (Quellen: Darstellung nach DIN EN 12464-1 und (OÖ Energiesparverband, 2007), (licht.de, 2010))

Anforderung an die Sehaufgabe	Beleuchtungsstärken in lx	Räume und Tätigkeiten im Wohnbereich	Verteilung im Wohnbereich
Orientierung	10–50	Flure, Treppen und Garderobe	eher flächig
Leichte Sehaufgaben (große Details mit hohen Kontrasten)	50–300	Allgemeinbeleuchtung (Schlafzimmer, Badezimmer, Wohnzimmer, Kinderzimmer)	
Normale Sehaufgaben (kleinere Details mit mittleren Kontrasten)	300–1000	Küchenarbeiten, Körperpflege, Hausarbeiten, Lesen, Schreiben	eher punktuell
Schwierige Sehaufgaben (kleine Details mit geringen Kontrasten)	1000–2000	feine Handarbeiten, Basteln und Zeichnen	

Tab. 14: Pro-Kopf-Stromverbrauch nach Haushaltsgrößen in 2010 (Quellen:(Hillebrand, 2012), (RWI; forsa, 2013) und eigene Berechnungen)

Personen-Haushalt	Pro-Kopf-Stromverbrauch in kWh/a	
	forsa	STROM.check
1	1901	1908
2	1761	1514
3	1473	1345
4	1226	1206

Abb. 6: Anteile der Gerätegruppen am Jahresstromverbrauch eines Zwei-Personen-Haushaltes (Quelle: eigene Darstellung aus (EA NRW, 2013))



Tab. 15: Jahresstromverbräuche der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: eigene Darstellung)

	Durch-schnitt	Effizienz	Easy	Easy + Effizienz	Gerätesuffizienz		Verhaltenssuffizienz		Kombination	
					leicht	stark	leicht	stark	leicht	stark
Kühlen + Gefrieren	513	150	441	129	375	304	470	230	221	158
Waschen + Spülen	412	274	412	274	387	342	298	108	279	79
Kochen + Backen	334	334	334	334	245	245	169	109	169	97
Beleuchtung	270	44	253	41	253	219	186	161	186	161
Warmwasser	1210	1210	725	725	725	725	1199	703	709	445
Unterhaltungselektronik	364	189	364	189	319	175	92	52	74	20
Informations- und Kommunikationstechnik	381	381	381	381	232	247	241	95	116	107
Sonstiges	235	199	212	179	164	142	154	89	116	59
Gesamt	3719	2781	3122	2251	2700	2398	2810	1546	1870	1126

Tab. 16: Die Haushaltstypen und ihre Maßnahmen in den Gerätegruppen mit Stromverbrauchswerten in kWh/a (Quelle: eigene Darstellung)

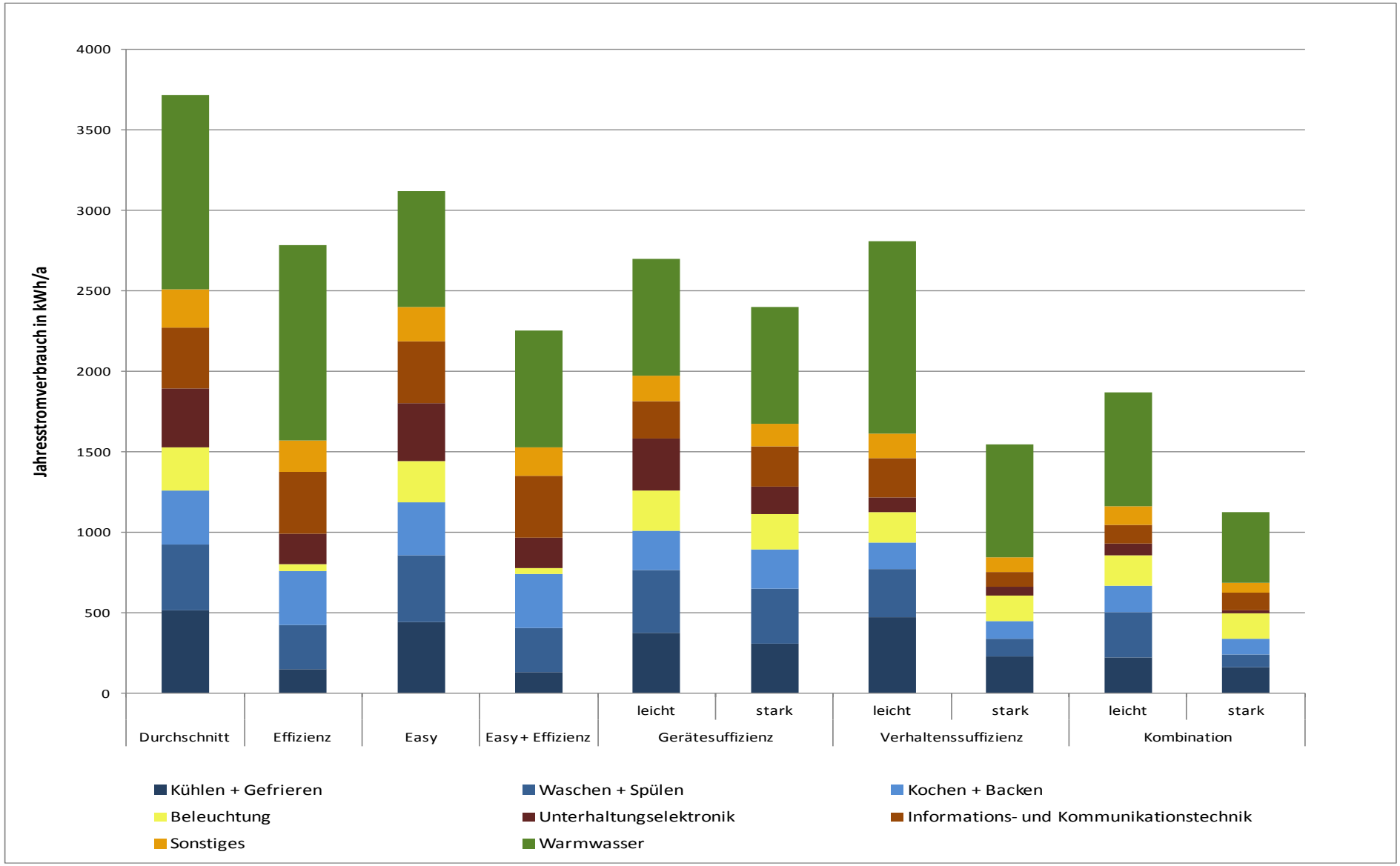
			Durchschnitt	Effizienz	Easy	Easy + Effizienz	Gerätesuffizienz		Verhaltenssuffizienz		Kombination	
							leicht	stark	leicht	stark	leicht	stark
Kühlen + Gefrieren	Gerät 1	Kategorie	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühl-Gefriergerät	Kühl-Gefriergerät	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühlschrank mit Kaltlagerzone oder Null-Sterne-Fach
		Kühlvolumen (in l)	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	100,00	190,00	190,00	190,00	100,00
		Gefriervolumen (in l)	5,00	5,00	5,00	5,00	30,00	15,00	5,00	5,00	15,00	-
		Effizienzklasse	B	A+++	B	A+++	B	B	B	B	B	B
		Temperaturerhöhung (in K)	nein	nein	2,00	2,00	nein	nein	nein	nein	2,00	2,00
		Abschalten (Monate)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00
		Verbrauch (in kWh/a)	*250,66*	*73,29*	*215,57*	*63,03*	*375,06*	*303,91*	*229,77*	*229,77*	*220,93*	*158,42*
	Gerät 2	Kategorie	Gefrierschrank	Gefrierschrank	Gefrierschrank	Gefrierschrank	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gefrierschrank	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden
		Kühlvolumen (in l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Gefriervolumen (in l)	30,00	30,00	30,00	30,00	-	-	30,00	-	-	-
		Effizienzklasse	B	A+++	B	A+++	-	-	B	-	-	-
		Temperaturerhöhung (in K)	nein	nein	2,00	2,00	-	-	nein	-	-	-
		Abschalten (Monate)	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	1,00	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*261,97*	*76,60*	*225,30*	*65,87*	-	-	*240,14*	-	-	-
	Gerät 3	Kategorie	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden
		Kühlvolumen (in l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Gefriervolumen (in l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Effizienzklasse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Temperaturerhöhung (in K)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Abschalten (Monate)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Summe	**512,64**	**149,89**	**440,87**	**128,91**	**375,06**	**303,91**	**469,92**	**229,77**	**220,93**	**158,42**
Waschen + Spülen	Geschirrspüler	Effizienzklasse	B	A+++	B	A+++	B	B	B	B	B	B
		Gedecke	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	8,00	12,00	12,00	12,00	8,00
		Breite	> 50 cm	> 50 cm	> 50 cm	> 50 cm	≤ 50 cm	≤ 50 cm	> 50 cm	> 50 cm	≤ 50 cm	≤ 50 cm
		Gänge pro Woche	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00
		Verbrauch (in kWh/a)	*137,11*	*85,63*	*137,11*	*85,63*	*127,14*	*97,22*	*137,11*	*68,55*	*127,14*	*48,61*
	Wasch-maschine	Effizienzklasse	A	A+++	A	A+++	A	A	A	A	A	A
		Fassungsvermögen (in kg)	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	5,0	7,0	7,0	6,0	5,0
		Hauptwaschtemperatur (in °C)	60°C	60°C	60°C	60°C	60°C	60°C	60°C	40°C	60°C	40°C
		Gänge pro Woche	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	1,50	1,00	1,50	1,00
		Verbrauch (in kWh/a)	*133,31*	*89,94*	*133,31*	*89,94*	*118,43*	*103,06*	*88,87*	*39,25*	*78,96*	*30,34*
	Trockner	Typ	Kondensationstrockner	Kondensationstrockner	Kondensationstrockner	Kondensationstrockner	Kondensationstrockner	Kondensationstrockner	Kondensationstrockner	Gerät nicht vorhanden	Kondensationstrockner	Gerät nicht vorhanden
		Effizienzklasse	A	A++	A	A++	A	A	A	-	A	-
		Gänge pro Woche	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	-	1,00	-
		Abschalten (Monaten)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-	4,00	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*141,32*	*98,02*	*141,32*	*98,02*	*141,32*	*141,32*	*72,47*	-	*72,47*	-
		Summe	**411,73**	**273,59**	**411,73**	**273,59**	**386,89**	**341,60**	**298,45**	**107,81**	**278,56**	**78,96**
Kochen + Backen	Herd	Gerät vorhanden	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
		Nutzungsdauer pro Woche (in h)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	1,75	1,00	1,75	1,00
		Verbrauch (in kWh/a)	*181,98*	*181,98*	*181,98*	*181,98*	*181,98*	*181,98*	*135,30*	*88,62*	*135,30*	*88,62*
	Mikrowelle	Gerät vorhanden	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
		Nutzungsdauer pro Woche (in h)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,10	0,25	0,10
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	*35,39*	*35,39*	*35,39*	*35,39*	*35,39*	*35,39*	*9,10*	*3,64*	*9,10*	*3,64*
	Kaffee	Typ	Kaffeevollautomat	Kaffeevollautomat	Kaffeevollautomat	Kaffeevollautomat	Kaffeemaschine	Kaffeemaschine	Kaffeevollautomat	Kaffeevollautomat	Kaffeevollautomat	Kaffeemaschine
		Nutzungsdauer pro Woche (in h)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,30	0,20
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	*116,78*	*116,78*	*116,78*	*116,78*	*27,20*	*27,20*	*24,96*	*16,64*	*24,96*	*4,68*
		Summe	**334,15**	**334,15**	**334,15**	**334,15**	**244,57**	**244,57**	**169,36**	**108,90**	**169,36**	**96,94**

			Durchschnitt	Effizienz	Easy	Easy + Effizienz	Gerätesuffizienz		Verhaltenssuffizienz		Kombination	
							leicht	stark	leicht	stark	leicht	stark
Beleuchtung	Ausstattung (Anteil)	Glühlampen	2/3	0	2/3	0	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3
		Energiesparlampen	1/3	0	1/3	0	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
		LED	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Beleuchtungsdauer/ Tag		1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,25	1,25	1,25	1,25
	Beleuchtungsstärke (in lx)		80,00	80,00	75,00	75,00	75,00	65,00	75,00	65,00	75,00	65,00
	Verbrauch (in kWh/a)		*269,88*	*43,77*	*253,01*	*41,04*	*253,01*	*219,28*	*186,04*	*161,23*	*186,04*	*161,23*
	Summe		**269,88**	**43,77**	**253,01**	**41,04**	**253,01**	**219,28**	**186,04**	**161,23**	**186,04**	**161,23**
Warmwasser	elektrische Warmwasserbereitung	Duschen (Häufigk./ Woche)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,04	3,54	5,04	3,54
		Duschen (Dauer in min)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00
		Baden (Häufigk./ Woche)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
		Wassersparmaturen	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja
		Verbrauch (in kWh/a)	*1060,47*	*1060,47*	*575,10*	*575,10*	*575,10*	*575,10*	*1048,91*	*552,67*	*559,42*	*294,76*
	UP/ZP	*Verbrauch (in kWh/a)*	*150,00*	*150,00*	*150,00*	*150,00*	*150,00*	*150,00*	*150,00*	*150,00*	*150,00*	*150,00*
	Summe		**1210,47**	**1210,47**	**725,10**	**725,10**	**725,10**	**725,10**	**1198,91**	**702,67**	**709,42**	**444,76**
Unterhaltungselektronik	TV, Gerät 1	Typ	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit einem Signalempfänger und ohne Festplatte	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit Festplatte und zwei oder mehr Signalempfängern	Fernsehapparat mit einem Signalempfänger und ohne Festplatte
		Diagonale (in cm)	80,00	80,00	80,00	80,00	70,00	60,00	80,00	80,00	70,00	60,00
		Effizienzklasse	B	A+++	B	A+++	B	B	B	B	B	B
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50	2,00	1,50
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	*48,73*	*13,62*	*48,73*	*13,62*	*40,26*	*30,47*	*44,72*	*33,54*	*36,25*	*19,84*
	TV, Gerät 2	Typ	Gerät nicht vorhanden	Fernsehapparat mit einem Signalempfänger und ohne Festplatte	Gerät nicht vorhanden	Fernsehapparat mit einem Signalempfänger und ohne Festplatte	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden
		Diagonale (in cm)	-	51,00	-	51,00	-	-	-	-	-	-
		Effizienzklasse	-	A+++	-	A+++	-	-	-	-	-	-
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	-	0,50	-	0,50	-	-	-	-	-	-
		außerhalb der Nutzungszeit	-	im Bereitschaftsmodus	-	im Bereitschaftsmodus	-	-	-	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	-	*5,41*	-	*5,41*	-	-	-	-	-	-
	TV, Gerät 3	Typ	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden	Gerät nicht vorhanden
		Diagonale (in cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Effizienzklasse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		außerhalb der Nutzungszeit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Altgerät 1	Nutzungsdauer pro Tag (in h)	0,50	-	0,50	-	0,50	0,50	0,50	-	0,50	-
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	-	im Bereitschaftsmodus	-	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	-	vom Netz getrennt	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*65,15*	-	*65,15*	-	*65,15*	*65,15*	*13,69*	-	*13,69*	-
	Altgerät 2	Nutzungsdauer pro Tag (in h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		außerhalb der Nutzungszeit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Altgerät 3	Nutzungsdauer pro Tag (in h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		außerhalb der Nutzungszeit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

			Durchschnitt	Effizienz	Easy	Easy + Effizienz	Gerätesuffizienz		Verhaltenssuffizienz		Kombination	
							leicht	stark	leicht	stark	leicht	stark
Unterhaltungselektronik	Set-Top-Box	Anzahl	1,00	-	1,00	-	1,00	1,00	1,00	-	1,00	-
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	0,50	-	0,50	-	0,50	0,50	0,50	-	0,50	-
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	-	im Bereitschaftsmodus	-	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	-	vom Netz getrennt	-
		Verbrauch (kWh/a)	*79,78*	-	*79,78*	-	*79,78*	*79,78*	*2,59*	-	*2,59*	-
	Player	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	-	1,00	-
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	-	0,25	-	0,25	-
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	-	vom Netz getrennt	-	vom Netz getrennt	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*45,14*	*45,14*	*45,14*	*45,14*	*45,14*	-	*1,97*	-	*1,97*	-
	Audio, Gerät 1	Typ	Stereoanlage	Stereoanlage	Stereoanlage	Stereoanlage	Kompaktanlage	Anlage nicht vorhanden	Stereoanlage	Stereoanlage	Kompaktanlage	Anlage nicht vorhanden
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	-	1,50	1,00	1,50	-
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	-	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*104,03*	*104,03*	*104,03*	*104,03*	*67,89*	-	*21,90*	*14,60*	*12,05*	-
	Audio, Gerät 2	Typ	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden	Anlage nicht vorhanden
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		außerhalb der Nutzungszeit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Konsole	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	-
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	-	0,50	0,25	0,50	-
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	-	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*20,68*	*20,68*	*20,68*	*20,68*	*20,68*	-	*7,30*	*3,65*	*7,30*	-
		Summe	**363,52**	**188,87**	**363,52**	**188,87**	**318,91**	**175,41**	**92,16**	**51,79**	**73,84**	**19,84**
Informations- und Kommunikationstechnik	PC, PC	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	1,00	-	-	-
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	3,00	3,00	3,00	3,00	-	-	3,00	-	-	-
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	-	-	vom Netz getrennt	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*126,26*	*126,26*	*126,26*	*126,26*	-	-	*82,19*	-	-	-
	PC, Monitor	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	1,00	-	-	-
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	3,00	3,00	3,00	3,00	-	-	3,00	-	-	-
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	-	-	vom Netz getrennt	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*74,67*	*74,67*	*74,67*	*74,67*	-	-	*53,59*	-	-	-
	PC, Laptop, Tablet	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	3,00	3,00	3,00	3,00	6,00	3,00	3,00	4,00	6,00	3,00
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	*52,14*	*52,14*	*52,14*	*52,14*	*104,28*	*52,14*	*32,98*	*43,97*	*65,96*	*32,98*
	Drucker	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		Nutzungsdauer pro Woche (in h)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		außerhalb der Nutzungszeit	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	*0,82*	*0,82*	*0,82*	*0,82*	*0,82*	*0,82*	*0,82*	*0,82*	*0,82*	*0,82*
	Scanner	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		Nutzungsdauer pro Woche (in h)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		außerhalb der Nutzungszeit	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	*0,22*	*0,22*	*0,22*	*0,22*	*0,22*	*0,22*	*0,22*	*0,22*	*0,22*	*0,22*
	Router	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
		außerhalb der Nutzungszeit	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	im Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	*96,73*	*96,73*	*96,73*	*96,73*	*96,73*	*96,73*	*45,63*	*45,63*	*45,63*	*45,63*

			Durchschnitt	Effizienz	Easy	Easy + Effizienz	Gerätesuffizienz		Verhaltenssuffizienz		Kombination	
							leicht	stark	leicht	stark	leicht	stark
Informations- und Kommunikationstechnik	Telefon	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	-	-	-
		Nutzungsdauer pro Tag (h)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*22,27*	*22,27*	*22,27*	*22,27*	*22,27*	-	*22,27*	-	-	-
	Smartphone	Anzahl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
		Nutzungsweise	durchschnittliche Nutzung	durchschnittliche Nutzung	durchschnittliche Nutzung	durchschnittliche Nutzung	durchschnittliche Nutzung	durchschnittliche Nutzung	durchschnittliche Nutzung	erhöhte Nutzung	durchschnittliche Nutzung	erhöhte Nutzung
		Ladegerät	Ladegerät eingesteckt	Ladegerät eingesteckt	Ladegerät eingesteckt	Ladegerät eingesteckt	Ladegerät eingesteckt	Ladegerät eingesteckt	Ladegerät ausgesteckt	Ladegerät ausgesteckt	Ladegerät ausgesteckt	Ladegerät ausgesteckt
		Verbrauch (in kWh/a)	*7,90*	*7,90*	*7,90*	*7,90*	*7,90*	*15,80*	*3,50*	*4,50*	*3,50*	*9,00*
	Dockingstation	Anzahl	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	2,00
		Nutzungsdauer pro Tag (in h)	-	-	-	-	-	5,00	-	-	-	1,25
		außerhalb der Nutzungszeit	-	-	-	-	-	im Bereitschaftsmodus	-	-	-	vom Netz getrennt
		Verbrauch (in kWh/a)	-	-	-	-	-	*80,85*	-	-	-	*18,25*
	Summe		**381,01**	**381,01**	**381,01**	**381,01**	**232,22**	**246,55**	**241,19**	**95,13**	**116,12**	**106,89**
Sonstiges	RLT – Klimagerät	Typ	Klimagerät	Klimagerät	Klimagerät	Klimagerät	Ventilator	Ventilator	Klimagerät	Gerät nicht vorhanden	Klimagerät	Ventilator
		Nutzungsdauer im Jahr (in h)	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	16,00	0,00	16,00	16,00
		Verbrauch (in kWh/a)	*32,00*	*32,00*	*32,00*	*32,00*	*1,60*	*1,60*	*16,00*	-	*16,00*	*0,80*
	RLT – Heizgerät	Nutzungsdauer im Jahr (in h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Garten – Rasenmäher	Nutzungsdauer pro Woche (in h)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	-	0,25	0,25	0,25	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*8,19*	*8,19*	*8,19*	*8,19*	*8,19*	-	*8,19*	*8,19*	*8,19*	-
	Garten – Häcksler	Nutzungsdauer im Jahr (in h)	3,00	3,00	3,00	3,00	-	3,00	3,00	3,00	-	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*1,89*	*1,89*	*1,89*	*1,89*	-	*1,89*	*1,89*	*1,89*	-	-
	Garten – Heckenschere	Nutzungsdauer im Jahr (in h)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	-	3,00	3,00	3,00	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*0,42*	*0,42*	*0,42*	*0,42*	*0,42*	-	*0,42*	*0,42*	*0,42*	-
	Garten – Laubbläser	Nutzungsdauer im Jahr (in h)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	-	6,00	6,00	6,00	-
		Verbrauch (in kWh/a)	*3,72*	*3,72*	*3,72*	*3,72*	*3,72*	-	*3,72*	*3,72*	*3,72*	-
	Garten – Teichpumpe	Nutzungsdauer am Tag (in h)	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	3,00	3,00	3,00	3,00
		Verbrauch (in kWh/a)	*45,99*	*45,99*	*45,99*	*45,99*	*45,99*	*45,99*	*15,33*	*15,33*	*15,33*	*15,33*
	Summe		**92,21**	**92,21**	**92,21**	**92,21**	**59,92**	**49,48**	**45,55**	**29,55**	**43,66**	**16,13**
	Sonstige Elektrogeräte pauschal 4% des Gesamtstromverbrauchs im HH		143,02	106,96	120,06	86,60	103,83	92,24	108,06	59,47	71,92	43,33
	Summe		**143,02**	**106,96**	**120,06**	**86,60**	**103,83**	**92,24**	**108,06**	**59,47**	**71,92**	**43,33**
Gesamt in kWh/a			**3718,63**	**2780,92**	**3121,67**	**2251,48**	**2699,51**	**2398,13**	**2809,65**	**1546,33**	**1869,85**	**1126,49**
Einsparung in kWh/a				**937,70**	**596,96**	**1467,15**	**1019,12**	**1320,49**	**908,98**	**2172,30**	**1848,78**	**2592,13**

Abb. 7: Jahresstromverbräuche der verschiedenen Strategietypen nach Gerätegruppen in kWh/a für einen beispielhaften Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: eigene Darstellung)



Literaturverzeichnis

AGEB, Arbeitsgem. Energiebilanzen e.V., et al. 2013. *Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2010 und 2011.* Berlin : s.n., 2013.

BDEW, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. 2012. Netto-Stromverbrauch nach Verbrauchergruppen Vergleich 2001 und 2011. [Online] November 2012. [Zitat vom: 10. November 2013.] https://www.bdew.de/internet.nsf/id/8B40B6C711A99D8DC12579F4003EB08B/$file/12%2011%2020%20Netto-Stromverbrauch%20nach%20Verbrauchergruppen%20Vergleich%202001_2011%2020Nov2012_o_jaehrlich_Ki.pdf.

BMWI, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 2010. *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.* Berlin : BMWI, BMU, 2010.

BMWI, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 2012. *Erster Monitoring-Bericht "Energie der Zukunft".* Berlin : BMWI, BMU, 2012.

Brischke, Lars-Arvid. 2013. *Projektinternes Arbeitspapier: Definition Energiesuffizienz.* Berlin : s.n., 2013.

Brischke, Lars-Arvid. 2013b. *Projektinternes Arbeitspapier: Mainstreaming von Energiesuffizienz - Systematische Integration von Ansätzen zur absoluten Energieverbrauchsreduktion in das energiepolitische Instrumentarium.* 2013b.

Brischke, Lars-Arvid. 2013a. Tschüss, 5.500-Watt-Gesellschaft! *politische ökologie - Vom rechten Maß. Suffizienz als Schlüssel zu mehr Lebensglück und Umweltschutz.* 2013a, Bd. 2013, 135.

Bürger, Veith. 2009. *Identifikation, Quantifizierung und Systematisierung technischer und verhaltensbedingter Stromeinsparpotenziale privater Haushalte, Transpose Working Paper No.3.* Freiburg : s.n., 2009.

Destatis, Statistisches Bundesamt. 2012. *Bauen und Wohnen - Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010, Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Wohnsituation der Haushalte.* Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, 2012. Fachserie 5 Heft 1.

DIW Berlin; EEFA. 2013. *Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 - 2012.* Berlin, Köln : AGEB e.V., 2013.

EA NRW, Energieagentur Nordrhein-Westfalen. 2013. STROM.check. [Online] Hochhardt & Partner, 2013. [Zitat vom: 1. Oktober 2013.] http://www.energieagentur.nrw.de/tools/energiecheck/default.asp?site=ea.

Fischer, Barry. 2013a. Outlier- Analyzing Opower's Energy Data. *How much does it cost to charge an iPhone 5? A thought-provokingly modest $0.41/year.* [Online] Opower, 2013a. [Zitat vom: 12. Oktober 2013.] http://blog.opower.com/2012/09/how-much-does-it-cost-to-charge-an-iphone-5-a-thought-provokingly-modest-0-41year/.

Fischer, Corinna, et al. 2013. *Working Paper, Mehr als nur weniger - Suffizienz: Begriff, Begründung und Potenziale. Öko-Institut Working Paper 2/2013.* Freiburg, Darmstadt, Berlin : Öko Institut e.V., 2013.

HEA, Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. 2011. *Hausgeräte-Plus, Checkliste für ihre Kaufentscheidung - Waschmaschinen.* Berlin : s.n., 2011.

HEA, Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. 2013. Strommesstabellen. [Online] 2013. [Zitat vom: 10. Oktober 2013.] http://www.hea.de/download-extern/strommesstabellen-formular-2013.pdf.

Hillebrand, Ellmar. 2012. *Energie und Umwelt - Analysen: Stromverbrauch nach Anwendungszwecken der privaten Haushalte: Auswertung und Analyse des STROM.check der EnergieAgentur.NRW, Endbericht.* Münster, Berlin : s.n., 2012.

Idealo Internet GmbH. 2013. Idealo Preisvergleich, Haushalt und Wohnen - Wäschetrockner. [Online] Januar 2013. [Zitat vom: 2. Oktober 2013.] http://www.idealo.de/preisvergleich/ProductCategory/2461.html.

licht.de, Fördergemeinschaft Gutes Licht. 2010. licht.wissen 14 - Ideen für Gutes Licht zum Wohnen. [Online] 2010. [Zitat vom: 17. Oktober 2013.] http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lichtwissen14_Licht_Wohnen.pdf.

Linz, Manfred. 2006. *Was wird dann aus der Wirtschaft? Über Suffizienz, Wirtschaftswachstum und Arbeitslosigkeit. Wuppertal Papers. N157.* Wuppertal : Wuppertal Institut GmbH, 2006.

NEI, Niedrig Energie Institut. 2013. Besonders sparsame Haushaltsgeräte. [Online] 2013. [Zitat vom: 02. Oktober 2013.] http://www.spargeraete.de.

Öko-Institut e.V. 2013. EcoTopTen. *Kaufempfehlung für Herde & Backöfen .* [Online] Öko-Institut e.V., 17. Mai 2013. [Zitat vom: 6. Dezember 2013.] http://www.ecotopten.de/prod_kochen_prod.php.

Öko-Institut e.V. 2011. Pressemitteilungen. *Wenn der Sommer doch noch kommt: Sparen mit A+++ Kühl- und Gefriergeräten.* [Online] 08. August 2011. [Zitat vom: 10. November 2013.] http://www.oeko.de/presse/pressemitteilungen/dok/1223.php.

OÖ Energiesparverband. 2007. Richtig hell zu Hause - Strom- und kostensparende Beleuchtung im Haushalt. [Online] 2007. [Zitat vom: 17. Oktober 2013.] http://www.richtig-hell.at/fileadmin/richtig-hell/Wohnen/Folder_Richtig_hell.pdf.

Rüdenauer, Ina, Eberle, Ulrike und Grießhammer, Rainer. 2006. *Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung Wäschewaschen - Vergleich des Waschens bei durchschnittlichen Waschtemperaturen mit Waschen bei niedrigeren Waschtemperaturen.* Freiburg, Hamburg : s.n., 2006.

RWI; forsa. 2011. *Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006 - 2008, Teilbereicht für das Projekt Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006 - 2010.* 2011.

RWI; forsa. 2013. *Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2009 - 2010, Teilbericht für das Projekt Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006 - 2010.* 2013.

Sachs, Wolfgang. 1993. Die vier E's. *politische ökologie - Lebensstil oder Stillleben. Lebenswandel durch Wertewandel.* 1993, Bd. 1993, 33.

Stadt Zürich. 2012. *Grundlagen zu einem Suffizienzpfad Energie - Das Beispiel Wohnen.* s.l. : Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, 2012.

Universität Bonn. 2011. Universität Bonn - Pressemitteilungen. *Verbraucher nutzen ihre Spülmaschinen zu ineffizient (Pressemitteilung zur Studie: In-house Consumer Study on Dishwashing Habits in Four European Countries: Saving Potentials in Households with Dishwashing machine).* [Online] 24. Februar 2011. [Zitat vom: 26. Dezember 2013.] http://www3.uni-bonn.de/Pressemitteilungen/058-2011.

WBGU, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. 2011. *Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation.* Berlin : s.n., 2011.

Zangl, Stephanie. 2007. *Fernseher als EcoTopTen-Produkte - Produkt-Nachhaltigkeitsanalyse (PROSA) für Fernseher und Ableitung von Kriterien für die EcoTopTen-Verbraucherinformationskampagne.* Freiburg : s.n., 2007.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel

Modellierung von Suffizienzstrategien zur Verringerung des Stromverbauchs in Haushalten

selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie alle wörtlich oder sinngemäß übernommenen Stellen in der Arbeit als solche und durch Angabe der Quelle gekennzeichnet habe. Dies gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen sowie für Quellen aus dem Internet.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift