INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Stromeinspareffekte durch Energieeffizienz und Energiesuffizienz im Haushalt

Modellierung und Quantifizierung für den Sektor private Haushalte in Deutschland

Arbeitspapier im Rahmen des Projektes „Energiesuffizienz - Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen“

Franziska Lehmann, Uta Weiß, Dr. Lars-Arvid Brischke (Projektleitung)

Berlin, November 2015

ifeu GmbH. Reinhardtstr. 50. 10117 Berlin. T: 030.2844578-16. F: 030.2844578-10. M: ifeu@ifeu.de H: www.ifeu.de

Erstellt im Rahmen Forschungsprojekts „Energiesuffizienz – Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen (Kurz: Energiesuffizienz)“ des Bundesministeriums für Forschung und Wissenschaft.

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

FONA Sozial-ökologische Forschung BMBF

IMPRESSUM

Autoren: Franziska Lehmann, Uta Weiß,
Dr. Lars-Arvid Brischke (Projektleitung)

Herausgeber: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstr. 3, 69120 Heidelberg

Erscheinungsjahr: 2015

Inhalt

Abbildungsverzeichnis **4**

Tabellenverzeichnis **5**

1 Einleitung **6**

2 Die Modellierung **8**

2.1 Das Tool 8

2.2 Die Strategietypen 9

2.3 Die Modellierung des Zwei-Personen-Haushaltes 12

2.3.1 Die konkreten Annahmen zu Suffizienzentscheidungen und -handlungen 12

2.3.2 Das Ergebnis der Modellierung des Zwei-Personen-Haushalts 23

2.4 Die Potenzialabschätzung für Deutschland 25

2.5 Die Ergebnisdiskussion 27

3 Fazit und Ausblick **31**

4 Literaturverzeichnis **32**

5 Anhang **34**

Dieses Arbeitspapier entstand im Rahmen des Projektes „Energiesuffizienz - Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen“, das im Rahmen der sozial-ökologischen Forschung des BMBF im Forschungsprogramm „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems“ gefördert wird.

Energiesuffizienzmaßnahmen werden in diesem Projekt innerhalb der Haushalte durch drei Ansätze (Reduktion, Substitution und Anpassung), die auf dem Arbeitspapier von Brischke und Thomas (2014) „Energiesuffizienz im Kontext der Nachhaltigkeit – Theorie und Definition“ basieren, strukturiert und zwei verschiedenen Zugangsebenen (Suffizienz bei der Geräteausstattung, Suffizienz beim Gerätegebrauch) zugeordnet. Die Ansätze und Zugänge werden in diesem Arbeitspapier beschrieben und ihre Stromeinspareffekte analysiert und quantifiziert.

Eine erste Veranschaulichung und mögliche Zahlen gingen dabei aus der Bachelorarbeit „Modellierung von Suffizienzstrategien zur Verringerung des Stromverbrauchs in Haushalten“ hervor, in deren Rahmen ein Tool zur Quantifizierung entwickelt wurde. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden später projektspezifisch verändert und angepasst. Im Zuge der Auseinandersetzung mit den einzelnen Maßnahmen und deren Charakterisierungsmöglichkeiten entstanden Pfaddiagramme, welche die Fülle an Substitutionsmaßnahmen aufzeigen. Schon hier zeigte sich, dass soziale und gesellschaftliche Restriktionen eingehender berücksichtigt werden müssen. Für eine genaue Auseinandersetzung mit den Restriktionen und Hemmnissen gegenüber Energiesuffizienzmaßnahmen, ist das Arbeitspapier von Thema (2015) „Kriteriengestützte Analyse von Optionen energiesuffizienten Handelns auf Haushaltsebene im Sektor Bauen/Wohnen“ heranzuziehen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ausschnitt des strukturellen Aufbaus des HHStrom-Tools	9
Abbildung 2:	Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen in kWh/a für einen Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: Eigene Darstellung)	24
Abbildung 3:	Darstellung der Suffizienzsprektren als Potentialabschätzung für Deutschland über die Stromeinsparungen im gesamten Sektor Private Haushalte (Jahresstromverbrauch nach Gerätegruppen für verschiedene Einsparstrategien)	28
Abbildung 4:	Jahresstromverbrauch pro Kopf in den verschiedenen Haushaltsgrößen und Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: Eigene Darstellung)	30
Abbildung 5:	Stromeinsparungen pro Kopf in den verschiedenen Haushaltsgrößen und Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: eigene Darstellung)	30
Abbildung 6:	Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Sicherstellung der Verfügbarkeit von Lebensmitteln* (Quelle: eigene Darstellung)	34
Abbildung 7:	Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Lebensmittelzubereitung* (Quelle: eigene Darstellung)	35
Abbildung 8:	Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Behaglichkeit* (Quelle: eigene Darstellung)	36
Abbildung 9:	Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Hygiene* (Quelle: eigene Darstellung)	37
Abbildung 10:	Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen speziell für den Strategietyp Easy in kWh/a für einen Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: eigene Darstellung)	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Annährung der Tool-Verbrauchswerte an EA-NRW-Durchschnittswerte in den einzelnen EA-NRW-Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: Eigene Darstellung)	10
Tabelle 2:	Überblickshafte Darstellung der Einsortierung der konkreten Suffizienzentscheidungen und-handlungen in die verschieden Kategorien und Ansätze (Quelle: eigene Darstellung)	21
Tabelle 3:	Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Zwei-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)	22
Tabelle 4:	Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen in kWh/a für einen Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: Eigene Berechnungen)	23
Tabelle 5:	Quantitative Abschätzung der Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen in TWh/a in Deutschland für den gesamten Sektor Private Haushalte (Quelle: eigene Darstellung)	27
Tabelle 6:	Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Ein-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)	38
Tabelle 7:	Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Drei-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)	39
Tabelle 8:	Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Vier-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)	40
Tabelle 9:	Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Fünf-Plus-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)	41

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 der aktuellen Forschung wird diese weitere Nachhaltigkeitsstrategie als Suffizienz bezeichnet. Energiesuffizienz legt dabei den Fokus auf energieverbrauchsrelevante Handlungs- und Lebensweisen.

Der Begriff der Energiesuffizienz stellt zunächst eine begriffliche Übertragung der in der Nachhaltigkeitstheorie bereits verankerten und untersuchten Suffizienz auf den Energiebereich dar. „Energiesuffizienz ist neben Energiekonsistenz und Energieeffizienz eine Strategie zur Transformation von nicht-nachhaltigen in nachhaltige Energiesysteme. Ziel von Energiesuffizienz in unserem Verständnis ist es, den Aufwand an technisch bereitzustellender Energie auf ein nachhaltiges Niveau zu begrenzen oder zu reduzieren. Energiesuffizienz muss nicht nur mit den Energieaspekten, sondern grundsätzlich mit den Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung im Einklang stehen, also z.B. unter Berücksichtigung des gesamten Ressourceneinsatzes, der zeitlichen und räumlichen Verlagerungseffekte sowie der ökologischen, versorgungsökonomischen, Gender- und sozialen Auswirkungen konzipiert und bewertet werden“ (Brischke, et al., 2015). Weitergehende Informationen und Definitionen sind dem Arbeitspapier von Brischke und Thomas (2014) sowie dem oben zitierten Bericht von Brischke, et al. (2015) zu entnehmen.

Um die konkreten Handlungsoptionen für Energiesuffizienz im Haushalt zu systematisieren, wurden drei prinzipielle Ansätze identifiziert: Reduktion, Substitution und Anpassung.

Energiesuffizienz kann durch eine rein **quantitative *Reduktion*** des angeforderten Techniknutzens, der benötigten Entlastungen oder der gewünschten Nutzenaspekte sowohl bei Entscheidungen zur Geräteausstattung (z.B. Erwerb eines kleineren TV-Geräts) als auch beim Technikgebrauch (z.B. geringere Waschtemperatur) praktiziert werden, ohne den primären Nutzen dabei qualitativ zu verändern. Der Techniknutzen, die Entlastungen und Nutzenaspekte stehen den Haushaltsmitgliedern weiterhin prinzipiell und in gleicher Form zur Verfügung, werden aber in geringerem Umfang in Anspruch genommen. Reduktion kann sowohl beim angeforderten Techniknutzen (z.B. Raumklimatisierung im Sommer auf 27°C statt auf 18°C) als auch bei den benötigten Entlastungen und gewünschten Nutzenaspekten (z.B. Einschaltung der Klimaanlage im Sommer bei 32°C statt bei 27°C Raumtemperatur) ansetzen. ***Reduktion* geht dabei explizit vom Nutzer aus**.

Beiträge zur Energiesuffizienz können außerdem durch **qualitative *Substitution*** von energierelevantem Konsum und Technikgebrauch sowie von Aspekten der Versorgungsweise (z.B. frische Nahrungsmittel einkaufen statt Tiefkühlprodukte einlagern) oder des Lebensstils (z.B. vegane Ernährung, Innenstadt-Wohnung statt Eigenheim am Stadtrand) durch solche, die mit geringerem Energieaufwand verbunden sind, geleistet werden. Um eine Substitution vornehmen zu können, müssen in der Regel entsprechende gemeinschaftliche, öffentliche oder private Infrastrukturen und Dienstleistungsangebote verfügbar sein. So sind z.B. die Flexibilität bzw. die Möglichkeiten eines Haushalts stark vom

Vorhandensein einer zu pflegenden Person im Haushalt charakterisiert. Auch ist die Substitution hinsichtlich ihrer Verlagerungseffekte zu analysieren, denn auch bei Suffizienzentscheidungen kann es zu Rebound- oder Backfire-Effekten kommen, wenn der Energieverbrauch des Substitutionspfades kaum geringer oder sogar höher als der des ursprünglichen Pfades ist.

Beim dritten Ansatz wird Energiesuffizienz durch ***Anpassung*** des gelieferten an den angeforderten Techniknutzen realisiert. Voraussetzung dabei ist, dass tatsächlich benötigte Entlastungen und gewünschte Nutzenaspekte nicht verändert werden. *Anpassung* zielt damit auf den Abbau oder die Vermeidung überdimensionierter, nicht angeforderter oder nicht in Anspruch genommener Lieferung von Techniknutzen ab (z.B. durch die Nutzung von entsprechender Sensorik, die Licht und Geräte beim Verlassen des Raumes oder langer Inaktivität abschalten). ***Anpassung* geht dabei explizit vom Gerät aus**.

2 Die Modellierung

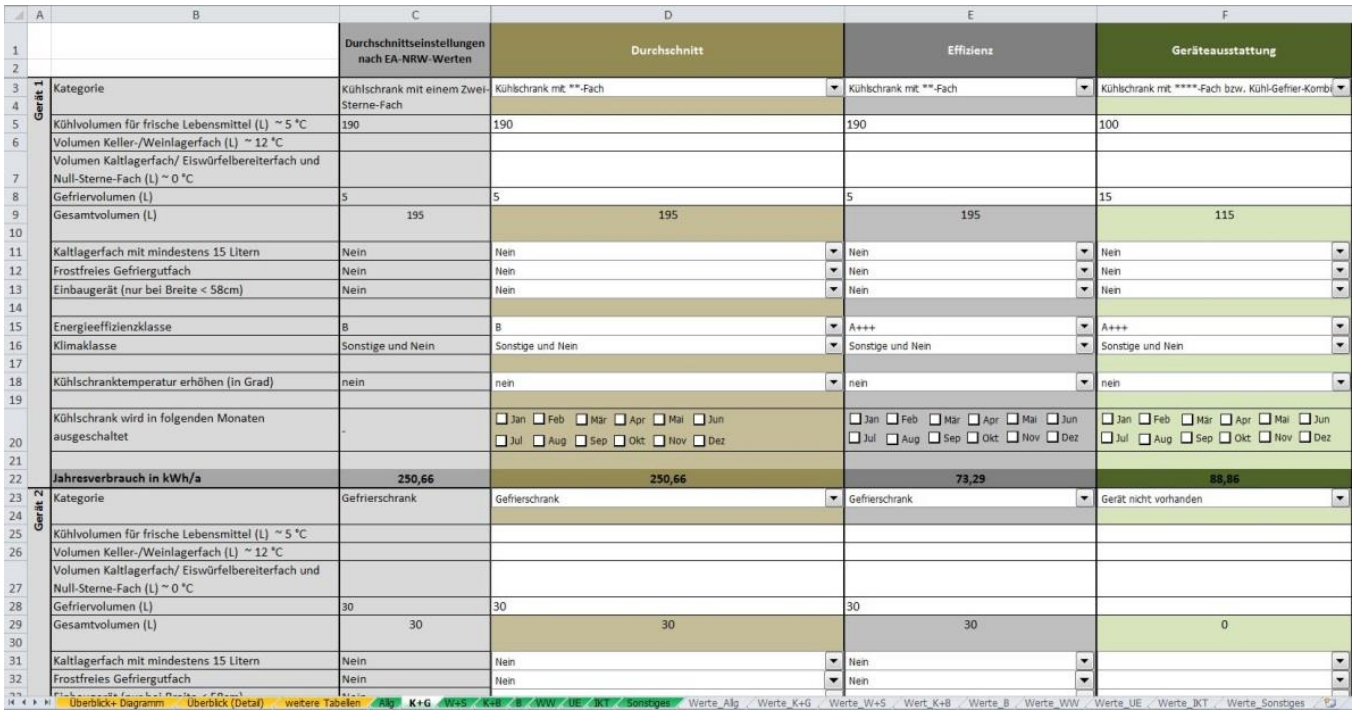
Die Modellierung der Einspareffekte durch Suffizienzmaßnahmen wurde mit Hilfe eines Tools umgesetzt, welches im Folgenden näher beschrieben wird. Im ersten Schritt wurde darin ein Beispielhaushalt (Zwei-Personen-Haushalt) auf Basis der Daten des *STROM.check für Haushalte* der Energieagentur Nordrhein-Westfalen (EA NRW, 2013) und in Annäherung an den deutschen Durchschnitt aufgebaut. Dieser Haushalt wurde dann im Rahmen von eigens dafür entwickelten Strategietypen und mit Hilfe der Stellschrauben des Tools verändert, um den Jahresstromverbrauch zu minimieren. In einem letzten Schritt wurden die Erkenntnisse und Erfahrungen angewandt, um im Tool auch Ein-, Drei- und Vier-Personen-Haushalte zu modellieren, und somit im Ergebnis eine quantitative Abschätzung der Stromspareffekte für den gesamten Sektor Private Haushalte für Deutschland vorzunehmen. Die Komponenten des gesamten Prozesses werden im vorliegenden Kapitel näher beschrieben.

Die Modellierung sowie damit verbundene Überlegungen fußen dabei in einem erheblichen Maß auf den Vorarbeiten von Lehmann (2013). Im Laufe der Projektarbeit haben sich verschiedene neue Herangehensweisen und Überlegungen entwickelt, die zu einer Anpassung des Tools und der Strategietypen (in Bezug auf ihre Anzahl, Benennung, Art und beinhaltende Maßnahmen) geführt haben.

2.1 Das Tool

Für die Abbildung der Haushaltsstromverbräuche wurde das *HHStrom-Tool* entwickelt. Dieses basiert auf den Ausarbeitungen von Lehmann (2013). Das Excel-Tool ermöglicht die Modellierung des Stromverbrauchs beliebiger Haushalte in Abhängigkeit der Geräteausstattung (Volumen, Größe, technische Ausstattung und Funktionen, Geräteanzahl/Ausstattungsgrad) und des Gerätegebrauchs (Nutzungsdauer und -häufigkeit, Nutzungsart) in den einzelnen Gerätegruppen sowie in Abhängigkeit allgemeiner Haushaltskenngrößen. Mit dem Tool können die jährlichen Stromverbräuche pro Gerät, Gerätegruppe und Haushalt anhand hinterlegter Daten (Vgl. Abbildung 1) quantifiziert werden. Es können bis zu zehn Haushalte bzw. für dieses Projekt Strategietypen parallel eingetragen und verglichen werden. Die Ergebnisse aus den Eintragungen werden in einem Säulen-Diagramm ausgegeben. Der genaue Aufbau des Tools, der Ursprung der hinterlegten Daten und Formeln sowie das Tool selbst in seiner Ursprungsform sind Lehmann (2013) zu entnehmen. Projektintern fanden geringfügige Anpassungen statt, beispielsweise wurden für die Ausgabe des Ergebnisdiagramms die Gerätegruppen anders strukturiert und zusammengefasst (Vgl. dazu Tabelle 1).

Abbildung 1: Ausschnitt des strukturellen Aufbaus des HHStrom-Tools



		Durchschnittseinstellungen nach EA-NRW-Werten	Durchschnitt	Effizienz	Geräteausstattung
Gerät 1	Kategorie	Kühlschrank mit einem Zwei-Sterne-Fach	Kühlschrank mit **-Fach	Kühlschrank mit **-Fach	Kühlschrank mit ****-Fach bzw. Kühl-Gefrier-Kombi
	Kühlvolumen für frische Lebensmittel (L) ~ 5 °C	190	190	190	100
	Volumen Keller-/Weinlagerfach (L) ~ 12 °C				
	Volumen Kaltlagerfach/ Eiswürfelbereiterfach und Null-Sterne-Fach (L) ~ 0 °C				
	Gefriervolumen (L)	5	5	5	15
	Gesamtvolumen (L)	195	195	195	115
	Kaltlagerfach mit mindestens 15 Litern	Nein	Nein	Nein	Nein
	Frostfreies Gefriergutfach	Nein	Nein	Nein	Nein
	Einbaugerät (nur bei Breite < 58cm)	Nein	Nein	Nein	Nein
	Energieeffizienzklasse	B	B	A+++	A+++
	Klimaklasse	Sonstige und Nein	Sonstige und Nein	Sonstige und Nein	Sonstige und Nein
	Kühlschranktemperatur erhöhen (in Grad)	nein	nein	nein	nein
	Kühlschrank wird in folgenden Monaten ausgeschaltet	-	☐ Jan ☐ Feb ☐ Mär ☐ Apr ☐ Mai ☐ Jun ☐ Jul ☐ Aug ☐ Sep ☐ Okt ☐ Nov ☐ Dez	☐ Jan ☐ Feb ☐ Mär ☐ Apr ☐ Mai ☐ Jun ☐ Jul ☐ Aug ☐ Sep ☐ Okt ☐ Nov ☐ Dez	☐ Jan ☐ Feb ☐ Mär ☐ Apr ☐ Mai ☐ Jun ☐ Jul ☐ Aug ☐ Sep ☐ Okt ☐ Nov ☐ Dez
	Jahresverbrauch in kWh/a	**250,66**	**250,66**	**73,29**	**88,86**
Gerät 2	Kategorie	Gefrierschrank	Gefrierschrank	Gefrierschrank	Gerät nicht vorhanden
	Kühlvolumen für frische Lebensmittel (L) ~ 5 °C				
	Volumen Keller-/Weinlagerfach (L) ~ 12 °C				
	Volumen Kaltlagerfach/ Eiswürfelbereiterfach und Null-Sterne-Fach (L) ~ 0 °C				
	Gefriervolumen (L)	30	30	30	
	Gesamtvolumen (L)	30	30	30	0
	Kaltlagerfach mit mindestens 15 Litern	Nein	Nein	Nein	
	Frostfreies Gefriergutfach	Nein	Nein	Nein	

Überblick+ Diagramm | Überblick (Detail) | weitere Tabellen | Allg | K+G | W+S | K+B | B | WW | UE | IKT | Sonstiges | Werte_Allg | Werte_K+G | Werte_W+S | Wert_K+B | Werte_B | Werte_WW | Werte_UE | Werte_IKT | Werte_Sonstiges

2.2 Die Strategietypen

Die Strategietypen wurden entwickelt, um die konkreten Annahmen zu Suffizienzentscheidungen und –handlungen nach verschiedenen Zugängen strukturieren zu können. Die Strategietypen verstehen sich als gleichberechtigt nebeneinanderstehende Umsetzungsmöglichkeiten, welche die Spannbreite der möglichen Effekte aufzeigen.

Typ Durchschnitt

Der *Typ Durchschnitt* wurde auf Datenbasis von EA NRW (2013) aufgebaut. Seine Verbrauchswerte in den einzelnen Gerätegruppen entsprechen denen der EA-NRW-Auswertung[1]. Auch wenn diese Gerätegruppen im Projektverlauf umstrukturiert und umbenannt wurden, fand die Annäherung der Verbrauchswerte noch auf der Basis der EA-NRW-Gerätegruppen statt, um eine größere Genauigkeit gewährleisten zu können (vgl. Tabelle 1).

Die eingestellten Ausstattungsgrade, Nutzungszeiten und Nutzungsarten, die zu den angegebenen Verbrauchswerten führen, entsprechen allerdings nicht den deutschen Durchschnittswerten. Der Grund dafür ist, dass ein möglichst komplett ausgestatteter 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 statistischen Durchschnittshaushaltes aufzubauen. Dabei

[1] Die Werte stammen vom 1.10.2013 und sind auf der Basis von 111.034 Teilnehmern gebildet.

dienten die statistischen Durchschnittswerte, eigene Erfahrungen und Einschätzungen zu einem realistischen Maß als Orientierung.

Tabelle 1: Annährung der Tool-Verbrauchswerte an EA-NRW-Durchschnittswerte in den einzelnen EA-NRW-Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: Eigene Darstellung)

2 - Personenhaushalt	EA NRW-Durchschnit	Beispiel-haushalt	Einteilung der Gerätegruppen im Projekt	
Kühlen + Gefrieren	509	504	Kühlen + Gefrieren	504
Kochen + Backen	335	340	Kochen + Backen	340
Spülen	138	137	Waschen + Spülen	412
Waschen	130	133		
Trocknen	140	141	elekt. Warmwasser	1060
Wasser + UP	1207	1210	UP + ZP	150
Beleuchtung	267	270	Beleuchtung	270
TV/Audio	362	364	Unterhaltung/Informa-	745
Büro	379	381	tion/Kommunikation	
Sonstiges (Klima, Wellness, Garten, Diverses)	234	235	Sonstiges	235
Gesamt	**3701**	**3715**	**Gesamt**	**3715**

Typ Effizienz

Der *Typ Effizienz* behält das bestehende Nutzungsverhalten und sämtliche Geräteausstattungen und -größen des *Typs Durchschnitt* bei und zeigt nur die Einspareffekte auf, die entstehen, wenn der gegebene Gerätebestand auf die jeweils **höchste Effizienzklasse** umgestellt wird. Die Maßnahmen der folgenden Strategietypen wurden immer aufbauend auf diesen Effizienzmaßnahmen modelliert. Dies ist in der Realität jedoch nicht erforderlich, da Suffizienzentscheidungen und -handlungen auch ohne vorherige Umsetzung von Effizienzmaßnahmen realisiert werden können.

Typ Suffizienz bei der Geräteausstattung

Der *Typ Suffizienz bei der Geräteausstattung* umfasst nur Handlungen bzw. Entscheidungen der Geräteauswahl explizit zum Zeitpunkt der Anschaffung. Demzufolge zielen die Handlungen auf alle Entscheidungen ab, die **Vorhandensein, Größe bzw. das Volumen eines Gerätes und seine technische Ausstattung bzw. Funktionen** beeinflussen. Nicht nur der Verzicht auf ein Gerät bzw. der Ersatz eines Gerätes infolge der Anschaffung von konvergenten[1] Geräten, auch der komplette Verzicht auf die entsprechende Stromanwendung (Null-Option) zählt zu diesem Strategietyp.

[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 Tablets und Smartphones sowie deren 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.

Typ Suffizienz beim Gerätegebrauch

Der *Typ Suffizienz beim Gerätegebrauch* umfasst nur Entscheidungen und Handlungen, welche explizit den Zeitraum der Gerätenutzung im Haushalt sowie soziale Praktiken und Alltagsroutinen betreffen. Die Handlungen 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.

Typ Kombination

Typ Kombination kombiniert die **Entscheidungen und Handlungen aus den beiden vorangegangenen Strategietypen**: *Suffizienz bei der Geräteausstattung* und *beim Gerätegebrauch.* Auch hier bauen die Handlungen auf vorangegangenen Effizienzmaßnahmen auf.

Typ Easy

Zusätzlich sei der *Typ Easy* genannt. Der *Typ Easy* beschreibt den **am einfachsten umsetzbaren Fall von Suffizienzentscheidungen und -handlungen**, der **geringe bis keine Einschnitte** in bestehende Verhaltensweisen und Nutzungsformen darstellt und **geringe bis keine Investitionen** voraussetzt. Der Fokus liegt hierbei auf Entscheidungen und Handlungen, die nur einmalig ausgeführt werden müssen oder die generell von automatisierten Techniklösungen umgesetzt werden. Bei allen Handlungen bleibt der Nutzen-Output[1] unverändert. Es wird demzufolge ein Übermaß gekappt, welches durch nicht angeforderten aber dennoch gelieferten Nutzen durch die Geräte entsteht, z.B.: eine zu tief eingestellte Kühlschranktemperatur. Ihm wird eine besonders breitenwirksame Anwendbarkeit unterstellt. Somit stellt dieser Typ nach Meinung der Autorin einen interessanten Fall dar, besonders vor dem Hintergrund diese Handlungen zukünftig in die **Werkseinstellungen** der Geräte und somit in eine (nutzerentlastende) Automatisierung zu überführen.

Der *Typ Easy* fand in Lehmann (2013) Anwendung, innerhalb des Projektes wurde sich, aus Gründen der Übersichtlichkeit und weil aktuell nur wenige Handlungen in ihm vereint werden konnten, gegen eine Weiterführung dieses Typs entschieden. Im Hinblick auf zukünftige Gerätefähigkeiten kann sich dieses Bild jedoch verändern.

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

2.3 Die Modellierung des Zwei-Personen-Haushaltes

In diesem Abschnitt sollen die einzelnen Parameter des Zwei-Personen-Haushaltes, sowie die Annahmen zu Suffizienzentscheidungen und -handlungen, die im Hintergrund getroffen wurden, beschrieben werden. Die Beschreibung erfolgt Geräte- oder Gerätegruppenweise, da dies der Logik im Tool entspricht. Wie eingangs erwähnt, werden die Effizienzmaßnahmen von allen Strategietypen umgesetzt, daher werden im Folgenden nur noch die Suffizienzentscheidungen und -handlungen näher beleuchtet. In den angegebenen quantifizierten Stromeinspareffekten sind die Effizienzmaßnahmen mit berücksichtigt. Die nähere Beschreibung der Handlungen erfolgt wie in Brischke und Thomas (2014) definiert nach Unterteilung in die **Ansätze Reduktion, Substitution und Anpassung** (Vgl. Kapitel 1).

Ein Hilfsmittel auf dem Weg zur Analyse der Einspareffekte stellten Pfaddiagramme dar. Diese wurden erarbeitet um die verschiedenen Maßnahmen und ihre Facetten zu entwickeln, ihre Abhängigkeiten untereinander zu untersuchen und zu visualisieren und um die Maßnahmen zu systematisieren. Die Pfaddiagramme geben ausschließlich Substitutionspfade wieder, eine Visualisierung der Reduktions- und Anpassungspfade wurde nicht erarbeitet. Dem Anhang sind die Pfaddiagramme für den Bereich *Sicherstellung der Verfügbarkeit von Lebensmitteln* (vgl. Abbildung 6), *Lebensmittelzubereitung* (vgl. Abbildung 7), *Behaglichkeit* (Vgl. Abbildung 8) und für den Bereich *Hygiene* (vgl. Abbildung 9) zu entnehmen. Schon hier hat sich deutlich gezeigt welche Vielzahl es an „positiven“ und „negative“ Möglichkeiten gibt. Eine Berücksichtigung von Rebound- und Verlagerungseffekten war jedoch bei dieser Darstellungsform nicht möglich, daher wurden die Pfaddiagramme als solches nicht weiterverfolgt. Die Erkenntnisse aus der Auseinandersetzung mit ihnen, also der Notwendigkeit der Berücksichtigung von Restriktionen, Hemmnisse, Grundvoraussetzungen oder mögliche Reboundeffekte, haben das Projekt jedoch entscheidend beeinflusst.

Die hier aufgeführten Entscheidungen und Handlungen greifen teilweise aktuelle Trends auf (z.B. Urban Gardening, Share Economy), aber auch Maßnahmen aus Nischen und von Pionieren (z.B. Verzicht auf elektrische Gefriergeräte), die nicht breitenwirksam sein müssen, sowie noch nicht entwickelte Lösungen, die erst in Abhängigkeit von zukünftigen Entwicklungen umgesetzt werden könnten (z.B. volumenflexibler Kühlschrank). Es ist daher als eine Art Katalog zu betrachten, der eine Sammlung von Möglichkeiten aufzeigt und je nach persönlichen Möglichkeiten und Notwendigkeiten/Willen/Bereitschaft Entscheidungs- und Handlungsräume aufzeigt. Die Sammlung ist nicht als vollständig zu betrachten.

2.3.1 Die konkreten Annahmen zu Suffizienzentscheidungen und -handlungen

Die konkreten Annahmen zu Suffizienzentscheidungen und –handlungen lassen sich in vier Kategorien unterscheiden:

- kleineres Gerät/energiesparende Bauart
- kürzere Nutzungsdauer eines Gerätes
- geringere Nutzungshäufigkeit eines Gerätes
- geringere Intensität während der Nutzung eines Gerätes

Diese Kategorien finden sich über alle Gerätegruppen wieder und bilden den strukturellen Rahmen für die drei Ansätze (Reduktion, Substitution und Anpassung). Eine überblickshafte

Darstellung der Einsortierung der konkreten Suffizienzhandlungen in die verschieden Kategorien und Ansätze ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Kühlen und Gefrieren

Kleineres Gerät/energiesparende Bauweise: In dieser Kategorie werden Einsparungen erzielt indem statt zwei getrennter Geräte ein Kombigerät (Konvergenz)[1] verwendet wird. Dies kann die Nutzungsroutinen beeinflussen, da die Geräte nun nicht mehr getrennt voneinander aufgestellt werden können. Auch der Wechsel von Gefrierschrank zu Gefriertruhe bringt Einspareffekte mit sich. Weitere Einsparungen werden dadurch erzielt, dass das Kühlvolumen auf die empfohlene Größe von 50 l/p.P. (Öko-Institut e.V., 2011) verkleinert wird und das Gefriervolumen um die Hälfte auf 15 l gebracht bzw. ganz abgeschafft wird. Die Volumenverkleinerung (fließender Übergang von Volumenreduktion hin zu Volumensubstitution) beeinflusst je nach Eingriffstiefe zunehmend das Nutzungsverhalten, da ein kleineres Volumen der Kühl- bzw. Gefriergeräte Änderungen in Beschaffungs-, Zubereitungsart und -häufigkeit von Lebensmitteln nach sich ziehen kann. Mögliche Suffizienzhandlungen zur Volumenverkleinerung unterteilt nach Ansätzen sind:

- **Reduktion:** Das bestehende Gerät ist möglicherweise überdimensioniert, weil es die o.g. empfohlene Größe überschreitet oder weil es durch eine Verkleinerung des Haushalts z.B. durch den Auszug von Haushaltsmitgliedern, überdimensioniert ist. Eine Reduktion der Gerätegröße mit dem Ziel der richtigen Dimensionierung kann ohne Veränderung von Nutzungsroutinen vorgenommen werden.
- **Substitution:** Substitution beschreibt alternative Lebensmittelbeschaffenheiten, Beschaffungs- oder Lagermöglichkeiten durch die das Volumen von Kühl- und Gefriergeräten teilweise oder ganz ersetzt werden kann.
  - Bei der Lebensmittelbeschaffenheit kann vermehrt auf die Bevorratung mittels trockener (z.B. Reis, Nudeln, Trockenmischungen für Bratlinge etc.) und konservierter Lebensmitteln (z.B. Dosengemüse) gesetzt werden aber auch auf einen verringerten Konsum von Tiefkühlkost und Kaltgetränken.
  - Alternative Beschaffungsmöglichkeiten können folgende darstellen: Lebensmittel können öfter frisch eingekauft oder geliefert, selbst angebaut und bedarfsorientiert geerntet werden, so dass geringere Mengen bevorratet werden müssen. Auch häufigeres Essen-gehen bzw. Essen-liefern-lassen können zur Verkleinerung des Volumens des Kühl-/ Gefriergerätes beitragen. Besonders bei den letzten beiden Punkten ist es wichtig, die gesamte Vorkette der Alternative auf ihren Energieverbrauch hin zu untersuchen. Dort gibt es eine Vielzahl an positiv und auch negativ zu bewertenden Lösungen in Bezug auf den gesamten Energieverbrauch sowie auf den Verbrauch an sogenannter grauer Energie (bspw. wiederverwendbare Lebensmittelboxen vs. Styroporboxen). Eine Lösung, die auf Haushaltsebene Energie spart, kann sich unter gesamtenergetischer Betrachtung dennoch nachteilig auswirken und sollte daher nicht zur Substitution herangezogen werden. Es ist aber denkbar, dass sich künftig neue, vorteilhaftere Systeme entwickeln.

[1] Konvergente Geräte sind Geräte, die die Funktionen mehrerer Einzelgeräte in sich vereinen und somit den Ressourcenverbrauch deutlich reduzieren. 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 (Exnovation).

- Zu alternativen Lagermöglichkeiten ist die Nutzung einer nicht-elektrischen Kühlung (z.B. Kühlnische, Vorratskammer, Keller), Teilen eines großen Gerätes (speziell Gefriergerät) mit mehreren Parteien im Haus (denn ein großes Gerät verbraucht weniger Energie als zwei kleine Geräte).

- **Anpassung:** Denkbar wäre eine technische Entwicklung wie die eines volumenvariablen Kühlschrankes, der sein Innenvolumen automatisch der Füllmenge anpasst oder ein modulares Geräte bei dem je nach Bedarf Volumeneinheiten zu oder abgeschaltet werden.

Geringere Intensität während der Nutzung: Weitere Einsparungen werden dadurch erzielt, dass bei den Geräten die Kühl- und Gefriertemperatur entweder manuell durch **Reduktion** oder automatisch vom Gerät durch **Anpassung** um 2°C angehoben wird. Dies geschieht auf Basis der Annahme, dass Kühl-/Gefriergeräte häufig zu kalt eingestellt sind und nun die empfohlenen 7°C (Kühlen) bzw. -18°C (Gefrieren) erreicht werden. In diesem Rahmen hat die Maßnahme keinen Einfluss auf Nutzungsroutinen. Wird jedoch die Temperatur noch weiter erhöht, muss die Dauer der Lebensmitteleinlagerung dementsprechend verkürzt werden. Eine sinnvolle Suffizienzhandlung unter diesem Aspekt wären sparsame Werkseinstellungen beim Gerät.

Kürzere Nutzungsdauer eines Gerätes: Des Weiteren können Einsparungen dadurch erzielt werden, dass Geräte einen Monat (oder länger) im Jahr (z.B. im Urlaubsfall) abgeschaltet werden (**Reduktion**). Dies beeinflusst das Verhalten insofern, dass im Voraus die Lebensmittelbeschaffung dementsprechend geplant werden muss, um die gekühlten und gefrorenen Vorräte rechtzeitig aufbrauchen zu können. Eine weitere Möglichkeit zur Verkürzung der Nutzungszeit wäre die zeitweise **Substitution** (z.B. im Winter) durch nicht-elektrischen Kühlalternativen wie Kühlnische, Vorratskammer oder Keller.

Die Summe der angenommenen Maßnahmen und Handlungen erzeugt im Bereich Kühlen + Gefrieren im privaten Haushalt einen Stromeinspareffekt von bis zu 90 % (von 500 kWh/a auf 50 kWh/a).

Waschen

Kleineres Gerät/energiesparende Bauweise: In dieser Kategorie wird die Stromeinsparung durch Verkleinerung des Fassungsvermögens der Waschmaschine (von 7 auf 6 kg[1]) erzielt. Dies kann mittels dreier Ansätze geschehen:

- **Reduktion:** Das ursprüngliche Gerät war möglicherweise überdimensioniert (lief also in der Regel nicht komplett befüllt), z.B. durch Verkleinerung des Haushalts, somit kann es theoretisch ohne größere Einschnitte in den Nutzungsroutinen verkleinert werden.

- **Substitution:** Die aufkommende Wäschemenge kann durch Nutzung verschiedener Alternativen verringert werden. Kleidung könnte länger getragen werden, beispielsweise indem beim Kauf auf pflegeleichte Materialien geachtet wird oder Kleidung ausgelüftet wird (z.B. in einer noch zu entwickelnden Auslüftbox auf dem Balkon, Nutzung eines Fenstergestells oder Lüftungskellers). Auch weniger striktes Sortieren der Wäsche kann zu besserer Auslastung und somit Vollbeladung der Waschmaschine beitragen. Denkbar wären auch völlig neue Lösungen, bspw. Ersetzen eines Teils der Wäsche durch Kleidung aus wiederverwertbaren Materialen, die nach der Nutzung einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft zugeführt werden. Dagegen sprechen allerdings die auf absehbare

[1] Eine Verkleinerung auf 5 kg wurde bei der Modellierung nicht vorgenommen, da aktuell am Markt keine A+++-Geräte mit einem Fassungsvermögen von 5 kg existieren.

Zeit unlösbaren Probleme einer Erhöhung des Energieverbrauchs und der Emissionen der gesamten Vorkette dieser Alternative.

- **Anpassung:** Durch Vorhandensein entsprechender Sensorik im Gerät wird der Energieverbrauch (durch Änderung des Wasserverbrauchs) proportional an den Beladungsgrad angepasst.

Geringere Nutzungshäufigkeit eines Gerätes: In dieser Kategorie wird die Einsparung durch Verringerung der Waschhäufigkeit (von 2,25 Gänge auf 1,5 Gänge pro Woche) erzielt.

- **Reduktion:** Ein überdimensioniertes Gerät (z.B. bei Verringerung der Personenzahl im Haushalt), das nicht mehr vollständig befüllt wurde, wird besser ausgelastet.
- **Substitution:** Die aufkommende Wäschemenge kann durch Nutzung verschiedener Alternativen verringert werden. Kleidung könnte länger getragen werden, beispielsweise indem beim Kauf auf pflegeleichte Materialien geachtet wird oder Kleidung ausgelüftet wird (z.B. in einer noch zu entwickelnden Auslüftbox auf dem Balkon, Nutzung eines Fenstergestells oder Lüftungskellers). Auch weniger striktes Sortieren der Wäsche kann zur Reduktion der Waschgänge beitragen. Denkbar wären auch völlig neue Lösungen, bspw. Ersetzen eines Teils der Wäsche durch Kleidung aus wiederverwertbaren Materialien, die nach der Nutzung einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft zugeführt werden. Dieser Prozess müsste aber technisch und organisatorisch so ausgestaltet werden, dass der Energie- und Ressourcenverbrauch gegenüber dem Status Quo geringer ist.

Geringere Intensität während der Nutzung: In dieser Kategorie wird die Einsparung dadurch erzielt, dass gegenüber dem durchschnittlichen Haushalt die Waschtemperatur bei 75% der Waschgänge die Durchschnittstemperatur von 60°C auf 40°C gesenkt wird, bei 25% der Waschgänge bleibt die Durchschnittstemperatur bei 60°C. Dies ist entweder manuell durch **Reduktion** möglich oder durch **Anpassung** mittels Gerätevoreinstellung (bspw. durch eine niedrige voreingestellte Waschtemperatur ab Werk, die vom Nutzer erst bei Bedarf und bei jeder Wäsche erneut manuell erhöht werden muss). Heutige Waschmittel liefern bei niedrigen Temperaturen gute bis sehr gute Sauberkeitsergebnisse, weshalb ein Waschen auf hohen Temperaturen aus Hygiene gründen mittlerweile in den meisten Fällen unnötig ist (GDCh, et al., 2012). Es wird sogar über ebenso gute Ergebnisse bei tatsächlicher Kaltwäsche bei 15/20°C berichtet (Josephy, et al., 2015), was die Einspareffekte noch weiter erhöhen würde.

Die Summe der Maßnahmen und Handlungen erzeugt im Bereich Waschen einen Einspareffekt von bis zu 80 % (von 130 kWh/a auf 25 kWh/a).

Trocknen

Geringere Nutzungshäufigkeit eines Gerätes: In dieser Kategorie wird die Einsparung durch Verringerung der Trockenhäufigkeit (von 1,3 auf 1 Gang pro Woche) bis hin zur Abschaffung des Trockners erzielt. Mögliche Suffizienzhandlungen unterteilt nach Ansätzen dafür sind:

- **Reduktion:** Infolge von Verringerungen bei der Waschhäufigkeit wird auch eine reduzierte Trockenhäufigkeit nötig.
- **Substitution:** Die aufkommende Menge an zu trocknenden Artikeln kann teilweise oder komplett bzw. ganzjährig oder saisonal mittels nicht-elektrischer Trocknung (Wäscheständer in der Whg., Wäscheleine draußen, Trockenboden/-keller) umgesetzt werden.

Kürzere Nutzungsdauer eines Gerätes: In dieser Kategorie besteht die Möglichkeit durch manuelles Abschalten beim Erreichen des notwendigen Trockengrades (**Reduktion**) die Nutzungszeit zu verkürzen oder automatisiert durch Feuchtesensoren (**Anpassung**).

Die Summe der Maßnahmen und Handlungen erzeugt im Bereich Trocknen einen Einspareffekt von bis zu 60 % (von 140 kWh/a auf 60 kWh/a) bzw. 100 % bei Abschaffung.

Spülen

Kleineres Gerät/energiesparende Bauweise: In dieser Kategorie wird die Einsparung durch Verkleinerung des Fassungsvermögens (Gedeckanzahl von 12 auf 8 und/oder Breite des Gerätes von ≥ 50 cm auf < 50 cm) der Spülmaschine erzielt. Dies kann über drei mögliche Ansätze geschehen:

- **Reduktion:** Das ursprüngliche Gerät war möglicherweise überdimensioniert (lief also in der Regel nicht komplett befüllt), z.B. aufgrund einer Reduktion der Personenzahl des Haushalts. Somit kann ein kleineres Gerät angeschafft, genutzt und damit eine Energieeinsparung erzielt werden, ohne Nutzungsroutinen zu verändern.
- **Substitution:** Die aufkommende Geschirrmenge kann durch Nutzung verschiedener Alternativen verringert werden. Geschirr könnte länger genutzt werden, beispielsweise indem Trinkgefäße nach kurzem Ausspülen mit klarem kalten Wasser wiedergenutzt oder Essensbretter bei passendem Verschmutzungszustand trocken abgebürstet und wiederverwendet werden.
- **Anpassung:** Durch Vorhandensein entsprechender Sensorik im Gerät wird der Energieverbrauch (durch Änderung des Wasserverbrauchs) proportional an den Beladungsgrad angepasst (Erkennung: beide Fächer beladen oder nur eins).

Geringere Nutzungshäufigkeit eines Gerätes: In dieser Kategorie wird die Einsparung durch Verringerung der Nutzungshäufigkeit (von 2 Gängen pro Woche auf 1,5 Gänge pro Woche) erzielt. Dies kann über folgende Ansätze geschehen:

- **Reduktion:** Das ursprüngliche Gerät war möglicherweise überdimensioniert (lief also in der Regel nicht komplett befüllt), z.B. aufgrund einer Reduktion der Personenzahl des Haushalts. Somit kann ein kleineres Gerät angeschafft, genutzt und damit eine Energieeinsparung erzielt werden, ohne Nutzungsroutinen zu verändern.
- **Substitution:** Die aufkommende Geschirrmenge kann durch Nutzung verschiedener Alternativen verringert werden. Geschirr könnte länger genutzt werden, beispielsweise indem Trinkgefäße nach kurzem Ausspülen mit klarem kalten Wasser wiedergenutzt oder Essensbretter bei passendem Verschmutzungszustand trocken abgebürstet und wiederverwendet werden.

Die Summe der angenommenen Handlungen führt im Bereich Geschirrspülen zu einem Stromeinspareffekt von bis zu 70 % (von 140 kWh/a auf 45 kWh/a).

Kochen und Backen

In diesen Bereich fallen die Geräte Herd + Backofen, Mikrowelle und Kaffeemaschine.

Kürzere Nutzungsdauer eines Gerätes: In dieser Kategorie können Einsparungen dadurch erzielt werden, dass die verschiedenen Nutzungszeiten verringert bzw. verändert werden. Dies kann durch folgende Ansätze geschehen:

- **Reduktion:** Durch Nutzung von Restwärme beim Kochen und Backen kann die elektrische Bereitstellung von Prozesswärme verkürzt werden. Außerdem werden Nutzungszeiten verkürzt, indem Gerichte in der Mikrowelle nicht länger aufgewärmt bzw. nicht mehr Kaffee (oder Wasser) gekocht wird als nötig. Speziell für Mikrowelle und Kaffeebereitung ist noch für den Bereich der Reduktion die Eliminierung der Standby- und Bereitschaftsverluste zu nennen. Besonders in Bezug auf die Wasserwarmhaltefunktion von tassenweise zubereitenden Kaffeeautomaten (Kaffeevollautomaten sowie Pad- und Kapselmaschinen) wirkt sich der Bereitschaftsmodus signifikant auf den Energieverbrauch aus.
- **Substitution:** Die (wöchentliche) Essensmenge kann auf alternative Weise bereitgestellt werden. Zum Beispiel durch Kochen in der Gemeinschaft, wodurch sich die Nutzungszeit pro Haushalt verringert. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, weniger oft, dafür aber in größeren Mengen zu kochen. Infolgedessen verkürzt sich die wöchentliche Kochzeit, aber die Nutzungszeit der Mikrowelle steigt für Essenserwärmung von 0,4 h auf 1 h pro Woche. Möglich wäre es auch, öfter Mahlzeiten durch Rohkost oder kalte Speisen (z.B. belegte Brote zum Abendessen) zu ersetzen. Auch Außer-Haus-Essen kann eine Alternative darstellen. Alle Alternativen sind jedoch nur sinnvoll, wenn gewährleistet wird, dass es auch unter Einbezug der gesamten Vorkette zu Energieeinsparungen kommt (vgl. dazu Kühlen + Gefrieren).

  Auch bei Kaffeemaschinen sind Einspareffekte durch Substitution möglich. Vor allem bei traditionellen Kaffeefiltermaschinen wird häufig mehr Kaffee zubereitet als getrunken wird. Das kostet Energie in der Vorkette, aber auch im Haushalt z.B, weil größere Mengen Wasser erhitzt werden müssen. Demgegenüber bereiten Kaffeevollautomaten, -padmaschinen und Kapselmaschinen den Kaffee tassenweise zu. Sie liegen also näher an der tatsächlich benötigten Menge. Auf der anderen Seite stellt ein Kaffeevollautomat so viele Einzelfunktionen bereit (bspw. Kaffeemahlen, Aufbrühen, Selbstreinigen, Milchaufschäumen etc.), dass der Energieverbrauch enorm ansteigen kann. Die Nutzung einer sogenannten Kapselmaschine ist negativ zu bewerten, da davon auszugehen ist, dass der Energieverbrauch der Vorkette durch die Herstellung der Aluminiumkapseln stark erhöht ist. Kaffeepadmaschinen können hier eine mögliche Alternative sein, natürlich ebenfalls unter Prüfung der Vorkette.
- **Anpassung:** Durch Vorhandensein entsprechender Sensorik bspw. in der Mikrowelle, die die Vollständigkeit bzw. den Grad der Erwärmung feststellt, wäre es vorstellbar, die Aufwärmzeit zu verkürzen. Auch die Eliminierung der Standby- und Bereitschaftsverluste kann über entsprechende Sensorik reduziert werden. Besonders in Bezug auf die Wasserwarmhaltefunktion von tassenweise zubereitenden Kaffeeautomaten wirkt sich der Bereitschaftsmodus signifikant auf den Energieverbrauch aus.

Die Summe der Maßnahmen und Handlungen erzeugt im Bereich Kochen + Backen einen Stromeinspareffekt von bis zu 60 % (von 340 kWh/a auf 130 kWh/a).

Beleuchtung

<u>Kürzere Nutzungsdauer eines Gerätes:</u> In dieser Kategorie werden die Einsparung durch Verringerung der mittleren Beleuchtungsdauer der Gesamtwohnung (von 1,7 h pro Tag auf 1,5 bzw. 1,25 h pro Tag) erzielt. Möglich ist dies über drei Ansätze:

- **Reduktion:** Durch bewusstes Lichtausschalten in unbenutzten Räumen oder Zonen kann die mittlere Beleuchtungsdauer der Gesamtwohnung verkürzt werden.

- **Substitution:** Durch gezielte (bauliche) Ausnutzung des Tageslichtes und Verlagerung von lichtintensiveren Tätigkeiten in die natürlichen hellen Tagesphasen kann die Nutzungsdauer von Kunstlicht verringert werden.
- **Anpassung:** Durch Vorhandensein entsprechender Sensorik, wie Bewegungsmelder, kann die Beleuchtungsdauer ohne manuelle Einwirkung verkürzt werden.

Geringere Intensität während der Nutzung: Weitere Einsparungen werden dadurch erzielt, dass die mittlere Beleuchtungsstärke der Wohnung (von 80 lx auf 75 bzw. 70 lx) gesenkt wird. Auch dies kann über drei Ansätze geschehen:

- **Reduktion:** Dauerhafte Lösung: Durch punktuelle Verringerung von qualitativ überdimensionierten Leuchtmitteln[1] (LM) sowie durch punktuelles Eliminieren von quantitativ überdimensionierten Leuchtmitteln[2] ist die Senkung der Beleuchtungsstärke umsetzbar. Durch dimmbare Leuchten und entsprechende Schalter kann die Beleuchtungsstärke der Wohnung manuell an den jeweiligen Helligkeitsbedarf bzw. das natürliche Helligkeitsangebot von außen angepasst werden.
- **Substitution:** Kerzenlicht statt elektrischem Licht stellt prinzipiell eine Substitutionsmöglichkeit dar, wird aber nicht als genereller Lösungsansatz betrachtet, weil unter Einbeziehung der Vorkette eher eine Erhöhung des Energieverbrauchs resultiert. Vorstellbar ist es, eine bessere Tageslichtausnutzung in den Alltag zu integrieren. Dies ist möglich durch Änderungen in der Bauweise, Verschiebung lichtintensiver Tätigkeiten in Tageszeiten mit ausreichend Tageslicht etc..
- **Anpassung:** Durch Vorhandensein entsprechender Sensorik, wie Helligkeitssensoren, kann die Beleuchtungsstärke der Wohnung automatisch an das Tageslichtangebot und die Nutzerbedürfnisse angepasst und reguliert werden.

Die Summe der Maßnahmen und Handlungen bewirkt im Bereich Beleuchtung einen Stromeinspareffekt von bis zu 90 % (von 270 kWh/a auf 30 kWh/a).

Unterhaltung/Information/Kommunikation

In diesem Bereich sind alle Geräte der Bereiche IKT und UE zusammengefasst, da die Geräte in diesen Bereichen bezüglich ihrer Funktionen mittlerweile nicht mehr so klar voneinander trennbar sind. Somit fallen hierunter die Geräte Fernseher, Player/Recorder, Audio, Konsole, PC, Laptop, Tablet, Drucker/Scanner, Router, Telefon, Smartphone.

Kürzere Nutzungsdauer eines Gerätes: Die Einsparungen in dieser Kategorie werden zum einen durch Verringerung der Fernsehernutzungszeit (von 2 h pro Tag auf 1,5 h pro Tag) bis hin zur Abschaffung eines Fernsehgerätes erzielt. Gleiches gilt für die Nutzung von Audiogeräten, Recordern/Playern, Spielekonsolen, Computern, Laptops usw. Dies kann durch verschiedene Ansätze geschehen:

[1] Qualitativ überdimensionierte LM: die Leistung (in W) bzw. der Lichtstrom (in lm) von LM ist an einigen Stellen im Haushalt höher als für die jeweilige Sehaufgabe nötig. Die Reduktion der LM-Leistung behält die Art der Ausleuchtung (bspw. flächenmäßige Ausleuchtung) des Haushaltes bei, senkt aber dennoch die mittlere Beleuchtungsstärke der Wohnung.

[2] Quantitativ überdimensionierte LM: die Anzahl von LM ist an einigen Stellen im Haushalt höher als nötig. Die Reduktion der LM-Anzahl verschiebt die Ausleuchtung des Haushaltes eher in Richtung einer punktuellen Ausleuchtung und zieht eventuell eine Verhaltensänderung durch räumliche Umorientierung nach sich.

- **Reduktion:** Durch bewusste Verringerung von Dauer oder Häufigkeit des Fernsehens/Musikhörens/Computernutzung etc. bspw. in Situationen in denen das Gerät ungeachtet als Hintergrundbeschallung läuft (z.B.: Haushaltsmitglieder sitzen in der Küche zum Essen, Fernseher/Audiogerät läuft noch im Wohnzimmer). Weitere große Einsparungen in diesem Bereich sind durch Eliminierung der Stand-By-Verluste möglich.
- **Substitution:** Durch bewussten Ersatz von bspw. Fernseh- und Computernutzungszeit durch andere (nicht-energieverbrauchsrelevante) Tätigkeiten (z.B. Haushaltsmitglieder saßen bisher am Tisch, aßen und schauten dabei fern. Fernseher wird nun beim Essen abgeschaltet zu Gunsten von Austausch und Gesprächen zwischen den Haushaltsmitgliedern. Analoge Spiele spielen statt digitaler. Persönliche Treffen mit Freunden statt inflationärer Nutzung von Social Networks und Prokrastination im Web) bis hin zur Abschaffung eines Gerätes (z.B. statt getrennt auf zwei Geräten fernzusehen wird jetzt auf einem Gerät gemeinsam geschaut).
  Spezialfall Konvergenz: Durch das Vorhandensein entsprechender Alternativgeräte, die durch ihre konvergente Bauweise die Funktionen mehrerer Einzelgeräte auf energiesparendere Weise in einem Gerät bereitstellen, kann ein Teil der Fernsehernutzungszeit verlagert werden (bspw. durch Filmeschauen auf dem Laptop, Musikhören mittels Smartphone inkl. Peripheriegeräten, Gaming über Smartphone inkl. Peripheriegeräte, Filmesehen statt mittels Recorder/Player übers Internet per Smart-TV/Laptop/o.ä.). Das sogenannte Streaming von Filmen, Videos und Musik birgt dabei global gesehen Potentiale für Energieeinsparungen im Vergleich zur Nutzung von Hardwaredatenträgern (Shehabi, et al., 2014). Diese zu aktivieren hängt jedoch sehr stark von den technischen Entwicklungen ab: Faktoren wie steigenden Auflösung der Dateien, technische Lösungen wie Caching um Streams nicht wiederholen zu müssen sowie das Risiko einer inflationären Nutzung des Internets in allen Lebensbereichen wirken sich extrem auf den globalen Energieverbrauch dieser Technologie aus. Auch Computernutzungszeit kann auf analoge Weise verlagert werden (einfacher Rechnerarbeiten an Laptop, Tablet oder Smartphone statt an PC). Dies ist sogar bis hin zur Abschaffung des eigentlichen Gerätes möglich (bspw. durch Nutzung einer komplexen Smartphone-Peripherie inklusive Dockingstation mit Audiooutput, Tastatur, Mouse, Bildschirm etc. als Ersatz für ein Computergerät).
- **Anpassung:** Durch entsprechende Sensorik schaltet sich das Gerät bei Inaktivität der Nutzer (z.B. beim Schlafen vor dem Fernseher) oder Abwesenheit selbst ab. Auch Standby- und Bereitschaftsverluste können über entsprechende Sensorik reduziert werden.

<u>Kleineres Gerät/energiesparende Bauweise:</u> Weitere Einsparungen werden dadurch erzielt, dass mittels **Reduktion** die Fernsehdiagonale auf ein Maß verkleinert wird, welches keine größeren Einschränkungen im Sehgenuss nach sich zieht (von 80 cm auf 60 cm). Auch wenn dies nicht dem aktuellen Trend hin zu großen hochauflösenden Produkten entspricht, sprechen doch neben den Energieeinsparungen auch andere Punkte dafür: Bisher ist die Verfügbarkeit von Inhalten in dieser hohen Auflösung sehr begrenzt, des Weiteren kann eine reduzierte Bildschirmdiagonale in kleinen Räumen und Wohnungen zu einer Verbesserung des Sehgefühls führen. Auch finanzielle Einsparungen in Bezug auf den Anschaffungspreis könnten mögliche Anreize dafür sein. Ähnliches wäre auch bei Audiogeräten durch einen Umstieg von Stereoanlage auf Kompaktgerät vorstellbar.

Die Summe aller Maßnahmen und Handlungen erzeugt im Bereich Unterhaltung/Information/Kommunikation einen Einspareffekt von bis zu 80 % (von 745 kWh/a auf 145 kWh/a).

Warmwasser und Umwälzpumpen/Zirkulationspumpen

Kürzere Nutzungsdauer eines Gerätes: In dieser Kategorie können Einsparungen bei der elektrischen Warmwassererzeugung erzeugt werden, indem der Wasserverbrauch reduziert wird. Dies kann über **Reduktion** durch bewusste Verkürzung der täglichen Duschzeit (von 4 auf 3 min) geschehen. Des Weiteren können in dieser Kategorie Einsparungen bei den Pumpen durch die Nutzung von Nachtabsenkprogrammen erreicht werden (**Anpassung**).

Geringere Nutzungshäufigkeit eines Gerätes: In dieser Kategorie können Einsparungen dadurch erzeugt werden, dass über **Reduktion** die Duschhäufigkeit verringert wird (von 5 auf 3,5 mal pro Woche) und/oder ein teilweise bzw. kompletter Verzicht auf Vollbäder stattfindet. Mittels **Substitution** lässt sich durch den Ersatz von Vollbädern durch Duschgänge der Energieverbrauch erheblich reduzieren.

Geringere Intensität während der Nutzung: Mittels **Anpassung** lässt sich durch den Einbau von Wasserspararmaturen der Wasserverbrauch durch diese einmalige Handlung fast halbieren.

Die Summe aller Maßnahmen erzeugt im Bereich Warmwasser und UP/ZP einen Einspareffekt von bis zu 70 % (von 1.200 kWh/a auf 360 kWh/a).

Tabelle 2: Überblickshafte Darstellung der Einsortierung der konkreten Suffizienzentscheidungen und-handlungen in die verschieden Kategorien und Ansätze (Quelle: eigene Darstellung)

Gerätegruppe	Kategorie	Handlungen in den Ansätzen		
		Reduktion	Substitution	Anpassung
Kühlen + Gefrieren	kleineres Gerät/ sparsame Bauweise	Übermaß reduzieren	getrocknete und konservierte Lebensmittel	technische Innovationen nötig: Volumenflexibler Kühlschrank
			öfter frisch einkaufen oder liefern lassen	
			eigener Anbaumöglichkeiten	
			häufiger Essen gehen oder liefern lassen	
			nicht-elektrische Kühlung (Kühlnische, Vorratskammer, Keller)	
			gemeinschaftliches Teilen eines großen Gerätes	
			Kühl-Gefrier-Kombigerät statt Einzelgeräten	
			Gefriertruhe statt Gefrierschrank	
	geringere Intensität	manuelle Temp.erhöhung auf ein angemessenes Maß		automatische Temp.erhöhung auf ein angemessenes Maß
				sparsame Werkseinstellungen
	kürzere Nutzungsdauer	Abschalten bei Nicht-Nutzung (im Urlaub)	nicht-elektrische Kühlung im Winter (Kühlnische, Vorratskammer, Keller)	
Waschen	kleineres Gerät	Übermaß kappen	Kleidung länger tragen	indirekte Volumenverkleinerung durch Sensorik, die Wasser- und Energiebedarf an Beladung anpasst
			Kleidung auslüften	
			Wegwerfkleidung	
			weniger strikt sortieren	
	geringere Nutzungshäufigkeit	bei überdimensionierten Geräten kann durch Vollbeladung statt Teilbeladung die Waschhäufigkeit gesenkt werden	Kleidung länger tragen	
			Kleidung auslüften	
			Wegwerfkleidung	
			weniger strikt sortieren	
	geringere Intensität	manuelle Wahl niedrigerer Waschtemp.		automatische Wahl niedrigerer Waschtemp.
				sparsame Werkseinstellungen
Trocknen	geringere Nutzungshäufigkeit	durch reduzierte Waschmenge seltenere Trocknernutzung möglich	Ersatz durch nicht-elektrische Trocknung (Wäscheständer, Trockenkeller etc.)	
	kürzere Nutzungsdauer		saisonaler (im Sommer) oder ganzjähriger Ersatz durch nicht-elektrische Trocknung (Wäscheständer, Trockenkeller etc.)	
Spülen	kleineres Gerät	Übermaß kappen	längere Nutzung einzelner Geschirrteile	indirekte Volumen-verkleinerung durch Sensorik, die Wasser- und Energiebedarf an Beladung anpasst
			trockenes Abbürsten und Wiederverwenden	
	geringere Nutzungshäufigkeit	Übermaß kappen	längere Nutzung einzelner Geschirrteile	
			trockenes Abbürsten und Wiederverwenden	
Kochen + Backen	kürzere Nutzungsdauer	Restwärme nutzen	Kochen in Gemeinschaft	noch Innovationsbedarf: Sensorik die Erwärmungsgrad erkennt
			große Mengen kochen und wieder aufwärmen	
			Kaffeemaschinensubstitution	
		Eliminierung von Standby- und Bereitschaftsverlusten		Eliminierung von Standby- und Bereitschaftsverlusten
Beleuchtung	kürzere Nutzungsdauer	bewusstes Abschalten in unbenutzten Räumen und Zonen	Tageslichtnutzung	Sensorik (Bewegungssensoren)
			Verlagerung von lichtintensiven Tätigkeiten in helle Tagesphasen	
	geringere Intensität	dimmbare Lampen + Schalter	Tageslichtnutzung	Sensorik (Helligkeitssensoren)
		puntuelle Verringerung qualitativ überdimensionierter Leuchtmittel	Verlagerung von lichtintensiven Tätigkeiten in helle Tagesphasen	
		puntuelle Verringerung quantitativ überdimensionierter Leuchtmittel		
UE + IKT	kürzere Nutzungsdauer	bewusstest Abschalten bei Nichtnutzung	Ersatz durch weniger verbrauchsrelevante Tätigkeiten	Sensorik schaltet Geräte ab bei Abwesenheit oder Inaktivität
			gemeinsam auf einem Gerät schauen statt auf mehreren parallel	
			Smartphone + Peripherie ersetzt: TV, Laptop, Computer, Musikanlage, Konsole, etc.	
		Eliminierung von Standby- und Bereitschaftsverlusten		Eliminierung von Standby- und Bereitschaftsverlusten
	kleineres Gerät	Verkleinerung TV-Diagonale		
		Umstieg von Stereo- auf Kompaktanlage		
elektr. Warmwasser	kürzere Nutzungsdauer	Duschzeit verkürzen		
	geringere Nutzungshäufigkeit	seltener Duschen	Duschen statt Vollbäder	
		Vollbäder meiden		
	geringere Intensität			Wasserspararmaturen
UP + ZP	kürzere Nutzungsdauer			Nachtabsenkung

Gesamtdarstellung der Stromeinspareffekte im modellierten Zwei-Personen-Haushalt

Insgesamt kann im modellierten Zwei-Personen-Haushalt über alle Gerätegruppen ein Stromeinspareffekt von bis zu 78 % (von 3715 kWh/a auf 845 kWh/a) erzeugt werden.

Eine überblickshafte Darstellung der einzelnen Parameter im Zwei-Personen-Haushalt zu den einzelnen Strategietypen ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Zwei-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)

	Durchschnitt	Effizienz	Suffizienz bei Geräteausstattung	Suffizienz bei Gerätegebrauch	Kombination
Kühlen + Gefrieren	2 separate Geräte 139(+18)l/30l Effizienz B 5°C (-12°C)/-22°C	2 separate Geräte 139(+18)l/30l Effizienz A+++ 5°C (-12°C)/-22°C	1 Kombigerät 100l/15l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	2 separate Geräte 139(+18)l/30l Effizienz A+++ 7°C (-10°C)/-20°C 1 Monat aus	1 Gerät 100l Effizienz A+++ 7°C 1 Monat aus
Waschmaschine	7 kg Effizienz A 2,25 Gänge/Woche 60°C	7 kg Effizienz A+++ 2,25 Gänge/Woche 60°C	6 kg Effizienz A+++ 2,25 Gänge/Woche 60°C	7 kg Effizienz A+++ 1,5 Gänge/Woche 40°C	6 kg Effizienz A+++ 1,5 Gänge/Woche 40°C
Trockner	Effizienz A 1,3 Gänge/Woche	Effizienz A++ 1,3 Gänge/Woche	-	Effizienz A++ 1 Gang/Woche 3 Monate aus	-
Geschirrspüler	Effizienz B 12 Gedecke 2 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 12 Gedecke 2 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 9 Gedecke 2 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 12 Gedecke 1,5 Gang/Woche	Effizienz A+++ 9 Gedecke 1,5 Gang/Woche
Herd + Backofen Mikrowelle	2,5 h/Woche 0,4 h/Woche	2,5 h/Woche 0,4 h/Woche	2,5 h/Woche 0,4 h/Woche	1,5 h/Woche 1 h/Woche	1,5 h/Woche 1 h/Woche
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Beleuchtung	Glühlampen, Energiesparlampen 1,7 h/Tag 80 lx	LED 1,7 h/Tag 80 lx	LED 1,5 h/Tag 75 lx	LED 1,5 h/Tag 75 lx	LED 1,25 h/Tag 70 lx
Fernsehen	Flachbild m. Festplatte Effizienz B Diagonale 80 cm 2 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 2 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 1,75 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 1,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 1,25 h/Tag
	Röhre Set-Top-Box 0,5 h/Tag	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 0,5 h/Tag	-	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 0,5 h/Tag	-
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Audio	Stereoanlage 1,5 h/Tag Bereitschaftsmodus	Stereoanlage 1,5 h/Tag Bereitschaftsmodus	-	Stereoanlage 1 h/Tag vom Netz getrennt	-
IKT	1 PC + Monitor je 3 h/Tag	1 PC + Monitor je 3 h/Tag	1 Dockingstation 3,5 h/Tag	1 PC + Monitor je 1,5 h/Tag	1 Dockingstationen 3,5 h/d
	1 Laptop 3 h/Tag	1 Laptop 3 h/Tag	1 Laptop 4 h/Tag	1 Laptop 3 h/Tag	1 Laptop 3 h/Tag
	1 Smartphone	1 Smartphone	2 Smartphones	1 Smartphone	2 Smartphones
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Warmwasser	1 Vollbad/Pers.+Halbj. 5 Duschgänge/Pers.+Woche je 4 min Duschzeit	1 Vollbad/Pers.+Halbj. 5 Duschgänge/Pers.+Woche je 4 min Duschzeit	1 Vollbad/Pers.+Halbj. 5 Duschgänge/Pers.+Woche je 4 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/P.+W. je 3 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/P.+W. je 3 min Duschzeit
	Keine Wasserspararmat.	Keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.	keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.
UP + ZP	keine eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung
Sonstiges	...	...	...	...	...
Jahresstromverbrauch in kWh/a	3715	2657	1463	1390	847

2.3.2 Das Ergebnis der Modellierung des Zwei-Personen-Haushalts

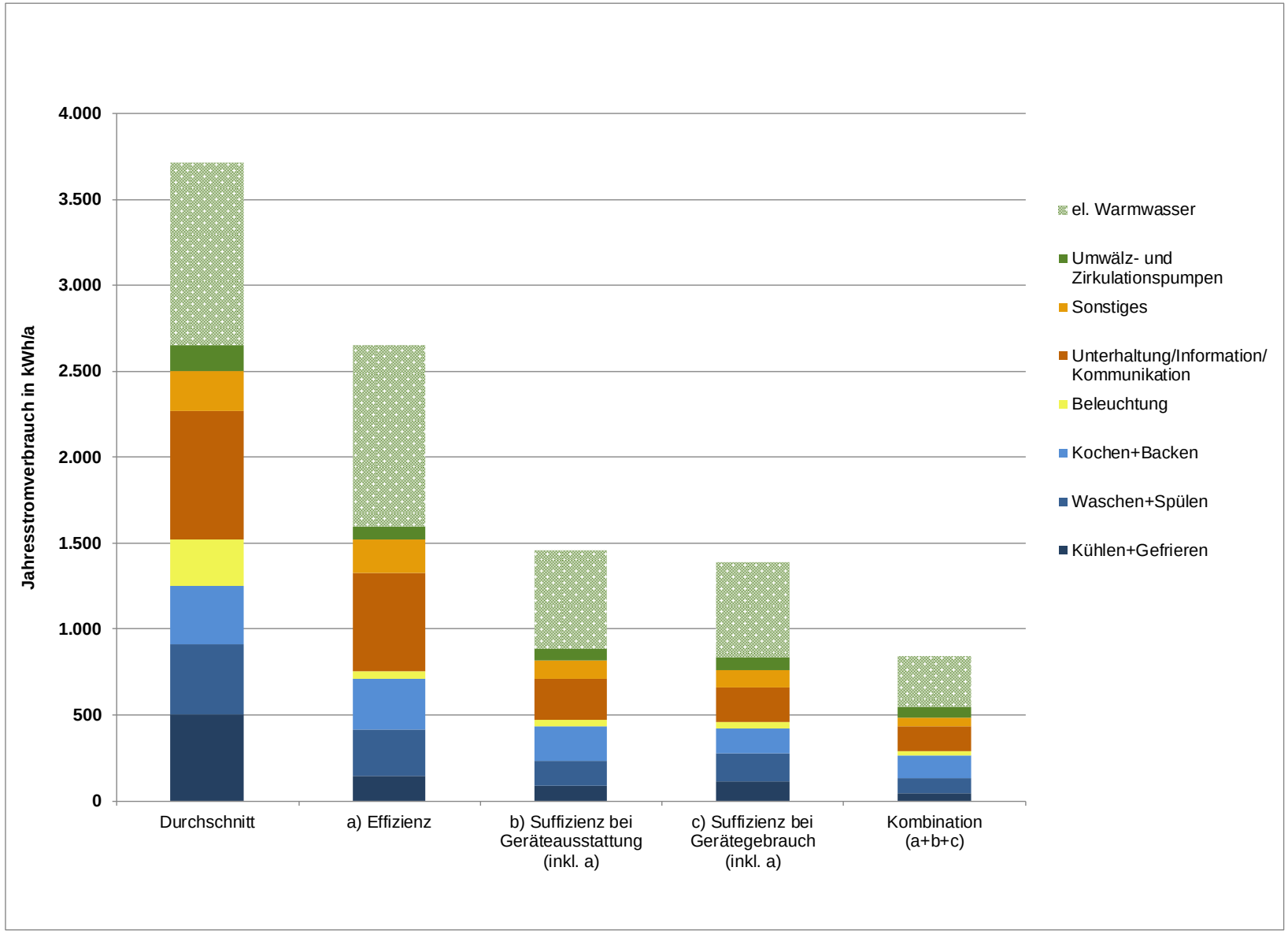
Das Ergebnisdiagramm in Abbildung 2 zeigt die möglichen Einspareffekte durch Effizienzmaßnahmen und Suffizienzentscheidungen und -handlungen in einem Zwei-Personen-Haushalt auf. Somit kann der Stromverbrauch mittels der angegebenen Maßnahmen und Handlungen von 3715 kWh/a auf bis zu 845 kWh/a, also um 77 % gegenüber dem Typ Durchschnitt, reduziert werden. Das Gesamtstromsparpotential steigt dabei durch Suffizienz gegenüber einer reinen Effizienzstrategie um zwei Drittel. Es zeigt sich, dass ein signifikantes Stromeinsparpotenzial durch Suffizienzentscheidungen und -handlungen besteht. Die Entscheidungen und Handlungen, die dafür nötig sind, sind zwar umfassend, aber bei einzelner Betrachtung jeweils von einer geringen Eingriffstiefe in bisherige Verhaltensmuster und Routinen geprägt. Durch Suffizienz lassen sich also große Stromeinspareffekte erzielen, selbst wenn sie „nur“ in einem geringinvestiven Rahmen (in Bezug auf Geräteausstattung) und/oder geringinvasiven Rahmen (in Bezug auf Gerätenutzung) ausgeführt werden.

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, sind die Säulen des Ergebnisdiagramms nicht als Kaskaden zu verstehen, sondern stellen viel mehr die Spannbreite der Einspareffekte dar. Zwischen dem Effizienzpotential (Einsparung um 28 % auf 2.660 kWh/a) und dem Einspareffekt des *Typs Kombination* (Einsparung um 77 % auf 845 kWh/a), aber in Einzelfällen auch darüber hinaus, sind alle Facetten, Abstufungen und Kombinationen von Suffizienzoptionen möglich. Die Grenzen der Umsetzung bilden dabei die Bedarfe, Bedürfnisse und Möglichkeiten des jeweiligen Haushaltes (Thema 2015), aber auch der äußere Rahmen (Brischke und Thomas 2014).

Tabelle 4: Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen in kWh/a für einen Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: Eigene Berechnungen)

2 - Personenhaushalt in kWh/a	Durchschnitt	Effizienz	Suffizienz bei Geräteausstattung	Suffizienz bei Gerätegebrauch	Kombination
Kühlen+Gefrieren	504	147	89	119	47
Waschen+Spülen	412	274	147	160	85
Kochen+Backen	340	293	203	145	133
Beleuchtung	270	44	36	36	28
Unterhaltung/Information/ Kommunikation	745	570	241	203	143
Sonstiges	235	194	104	99	49
Umwälz- und Zirkulationspumpen	150	75	68	75	68
el. Warmwasser	1060	1060	575	553	295
Gesamt	**3715**	**2657**	**1463**	**1390**	**847**

Abbildung 2: Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen in kWh/a für einen Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: Eigene Darstellung)



2.4 Die Potenzialabschätzung für Deutschland

In einem weiteren Schritt wurden die Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Modellierung des Zwei-Personen-Haushaltes angewandt, um im Tool auch Ein-, Drei-, Vier- und Fünf-Plus-Personen-Haushalte zu modellieren und die Ergebnisse auch auf diese Haushaltsgrößen auszudehnen. Mittels statistischer Daten aus Destatis (2012) wurden die Ergebnisse der Einzelmodellierungen hochskaliert, um so quantitative Abschätzungen über die Stromeinsparungen im gesamten Sektor Private Haushalte in Deutschland machen zu können, die durch Effizienz und Suffizienz mit heut verfügbarer Technik maximal darstellbar sind.

Die Methodik dafür ist angelehnt an das Vorgehen für den Zwei-Personen-Haushalt und geschah auf Basis der Daten der passenden Haushaltsgröße von EA NRW (2013). Wie in Kapitel 2.2 und 2.3 beschrieben, wurde in einem ersten Schritt jede Haushaltsgröße in Anlehnung an die Geräte(gruppen)-Verbrauchsdaten von EA NRW (2013) im Modell aufgebaut. Daraus ergab sich eine bestimmt Geräteausstattung und –nutzung. Diese wurden innerhalb der verschiedenen Strategietypen durch Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen verändert.

Mit wachsender Haushaltsgröße nahmen Ausstattungsgrade und Gerätegrößen zu. Die Nutzungszeiten pro Person blieben in der Regel gleich. Für die Veränderungen an den einzelnen Geräteparametern wurde sich immer an der Verfügbarkeit entsprechender Geräteeigenschaften am Markt orientiert.

Die überblickshaften Darstellungen der Parameter in den einzelnen Haushaltsgrößen zu den einzelnen Strategietypen sind Tabelle 6 bis Tabelle 9 im Anhang zu entnehmen.

<u>Im Folgenden ein kurzer Überblick über die Veränderungen in den einzelnen Gerätegruppen vergleichend über alle Haushaltsgrößen:</u>

Kühlen und Gefrieren: Das Kühlvolumen wurde in allen Haushaltsgrößen auf die empfohlenen 50 l pro Person gesenkt. Außer im Ein-Personen-Haushalt, da keine 50 l-Kühlschränke in A+++ am Markt verfügbar sind und 100 l-Geräte die aktuell gängige Größe für effiziente Klein-Kühlschränke ist. Für den Gefrierteil wurde immer eine ungefähre Halbierung des Gefriervolumens angestrebt (mit Blick auf die Verfügbarkeit der Größenkombination am Markt) und im zweiten Schritt die Null-Option. Wie im Zwei-Personen-Haushalt wurde auch hier in den Strategietypen *Suffizienz bei Gerätegebrauch* und *Kombination* eine Temperaturerhöhung um 2°C und das Abschalten für einen Monat im Jahr (Urlaub oder Winter) angenommen.

Waschen und Spülen: Das Fassungsvermögen der Waschmaschine wurde in allen Haushaltsgrößen um 1 kg gesenkt. Außer im Ein-Personen-Haushalt, da 5 kg-Waschmaschinen in A+++ kaum am Markt verfügbar sind. Die Nutzungshäufigkeit pro Woche wurde in jeder Haushaltsgröße um ca. 0,5 Gänge pro Kopf reduziert. Über alle Haushaltsgrößen hinweg fand eine Senkung der Waschtemperatur von 60°C auf 40°C statt.

Die Trocknernutzungshäufigkeit wurde jeweils um 0,5-0,75 Gänge pro Woche gegenüber der neuen Waschmaschinennutzungshäufigkeit reduziert. Und über alle Haushaltsgrößen hinweg im Fall des Strategietyps *Suffizienz bei Gerätegebrauch* 3 Monate im Jahr abgeschaltet.

Für die Änderung des Fassungsvermögens des Geschirrspülers wurde eine Verkleinerung um 3 Gedecke bei den Wenig-Personen-Haushalten und um 2 Gedecke bei den Mehr-

Personen-Haushalten angenommen. Die Breite des neues Gerätes wurde entsprechend der Verteilung auf dem Markt eingestellt (bis 10 Gedecke <50 cm breit, ab 11 Gedeck >50 cm breit). Die Nutzungshäufigkeit pro Woche wurde in jeder Haushaltsgröße um ungefähr 0,25 Gänge pro Kopf reduziert.

Kochen und Backen: Über alle Haushaltsgrößen wird für die Nutzungszeit von Herd/Backofen ein Potential zur Verkürzung um 1-1,5 h angenommen. Die Nutzungszeit der Mikrowelle nimmt dabei mit wachsender Haushaltsgröße zu.

Beleuchtung: Die mittlere Beleuchtungsdauer der Wohnung nimmt mit wachsender Haushaltsgröße zu. Dahinter steckt die Annahme, dass mit steigender Personenzahl die Anwesenheit von Bewohnern in der Wohnung zunimmt und somit auch die Beleuchtungsdauer der Wohnung. Daher wird auch für die reduzierte Beleuchtungsdauer keine gleichbleibende Dauer angenommen, sondern eine leicht mit der Haushaltsgröße zunehmende. Die Bestrahlungsstärke entwickelt sich über alle Haushalte gleich von 80 lx über 75 lx zu 70 lx.

Unterhaltung/Information/Kommunikation: In dieser Gerätegruppe ergeben sich für den Fünf-Plus-Personen-Haushalt sehr lange Nutzungszeiten für die einzelnen Geräte. Die Ursache dafür ist im hohen Parallelitätsfaktor der Nutzungen im Haushalt zu finden. Ab Nachmittag, wenn die Kinder daheim sind, laufen die Geräte parallel, werden aber nicht gemeinsam genutzt: Ein Kind sieht fern, das Andere macht Hausaufgaben am PC, das Dritte surft im Internet. Durch den Tausch der jeweiligen Tätigkeiten untereinander summieren sich die Nutzungszeiten. Für den Ein-Personen-Haushalt wird von einer leicht erhöhten TV-Ausgangsnutzungszeit ausgegangen (im Vergleich zu den anderen Haushaltsgrößen), die darauf begründet wird, dass der Fernseher häufig den fehlenden Geräuschpegel in der Wohnung ersetzt. Über alle Haushaltsgrößen wird von einem Potential für die Nutzungszeitverkürzung von 0,5-1 h ausgegangen. In allen Haushaltsgrößen wird die Bildschirmdiagonale des Fernsehers von 80 cm auf 60 cm verkleinert.

Über alle Haushaltsgrößen hinweg ersetzt in den Strategietypen *Suffizienz bei Geräteausstattung* und *Kombination* die Nutzung von Smartphones mit Dockingstations inklusive entsprechender Peripherie die Funktionen des zweiten Fernsehgerätes, der Audiogeräte, Player und Konsole und einen Teil der PC-Nutzungszeit (wobei der andere Teil auf den/die Laptop/s verlagert wird).

Warmwasser und Umwälzpumpen/Zirkulationspumpen: In diesem Bereich sind die Veränderungen völlig analog zum Zwei-Personen-Haushalt.

2.5 Die Ergebnisdiskussion

Durch die Kombination von Effizienzmaßnahmen mit vielfältigen Suffizienzhandlungen sind Stromeinspareffekte von bis zu 77 % technisch darstellbar. Das entspricht einer Einsparung von bis zu 110 TWh/a im Bereich des Haushaltsstromverbrauchs. Auch hier trifft zu, dass diese signifikanten Einsparungen durch relativ geringinvestive und geringinvasive Maßnahmen herbeigeführt wurden (Vgl. Kapitel 2.3.2). Suffizienz stellt somit ein vielversprechendes Handlungsfeld für politische Maßnahmen zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung dar.

Wie schon unter Kapitel 2.3 beschrieben, zeigen die modellierten Stromeinspareffekte eine Spannbreite für Handlungsoptionen auf. Das Spektrum dessen, was sich als Jahresstromverbrauch für den gesamten Sektor Private Haushalte in Deutschland einstellen könnte, liegt zwischen dem Verbrauch nach Umsetzung der Effizienzmaßnahmen und dem Jahresstromverbrauch des Typs *Kombination* (Vergleiche dazu Abbildung 3 und Tabelle 5). Dazwischen sind alle Abstufungen möglich. Auch ein Verbrauch unterhalb des Typs *Kombination* ist theoretisch möglich. Dieser Einspareffekt wird jedoch nicht als breitenwirksam umsetzbar angesehen.

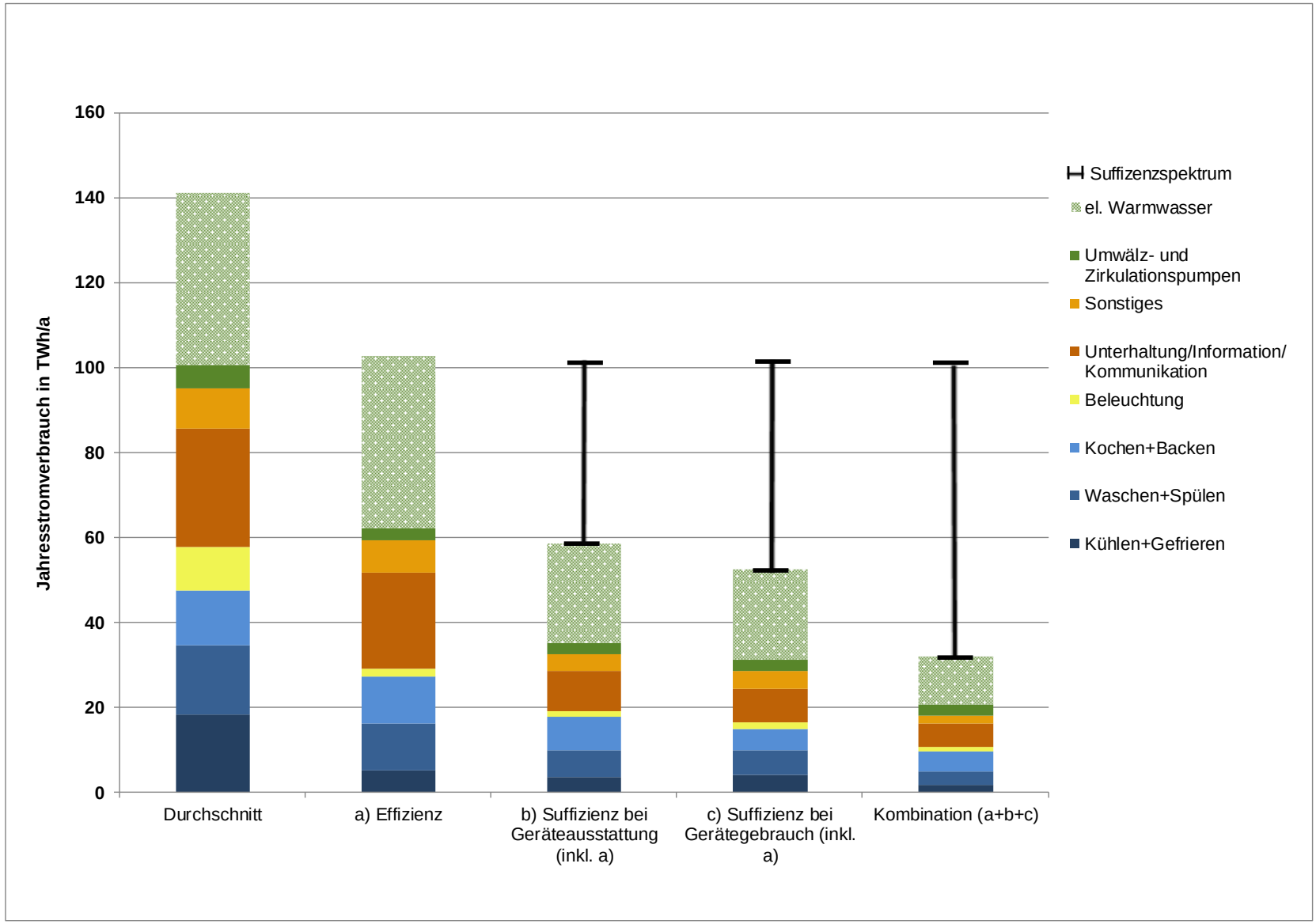
Tabelle 5: Quantitative Abschätzung der Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen in TWh/a in Deutschland für den gesamten Sektor Private Haushalte (Quelle: eigene Darstellung)

in TWh/a	Durchschnitt	Effizienz	Suffizienz bei Geräteausstattung	Suffizienz bei Gerätegebrauch	Kombination
Kühlen+Gefrieren	18	5	4	4	2
Waschen+Spülen	16	11	6	6	3
Kochen+Backen	13	11	8	5	5
Beleuchtung	10	2	1	1	1
Unterhaltung/Information/ Kommunikation	28	23	9	8	6
Sonstiges	9	8	4	4	2
Umwälz- und Zirkulationspumpen	6	3	3	3	3
el. Warmwasser	40	40	23	21	11
Gesamt	**141**	**103**	**59**	**52**	**32**

Suffizienzentscheidungen und -handlungen lassen sich oft ganz ohne Investitionen umsetzen. Beobachtungen zeigen, dass Umsetzung von Suffizienz ohne Effizienzmaßnahmen in der Realität häufig auftritt. Beispielsweise existieren in Haushalten mit geringem Einkommen verhältnismäßig oft kleinere Kühlschränke oder es wird auf Trockner verzichtet. Das Risiko möglicher Reboundeffekte sollte dabei jedoch nie außer Betracht gelassen werden. So erzeugt bspw. der Umstieg auf geringinvestive und vermeintlich sparsame Möglichkeiten, wie das Abwaschen per Hand gegenüber der Nutzung eines Geschirrspülers, einen erhöhten Wasser- und somit Energieverbrauch.

Mit Hilfe der beiden Strategietypen *Suffizienz in der Geräteausstattung* und *Suffizienz im Gerätegebrauch* wird im Diagramm Abbildung 3 weiterhin ersichtlich, dass es einzelne Gerätegruppen gibt, in denen Einsparungen durch technische Lösungen geprägt sind (vgl. dazu Bereich Kühlen + Gefrieren). Dem gegenüber gibt es Gerätegruppen in denen über veränderte Nutzungsroutinen größere Einsparungen generiert werden können (vgl. dazu Bereich Kochen + Backen). Dies zeigt deutlich der Vergleich der einzelnen Gerätegruppen in den Säulen *Suffizienz in der Geräteausstattung* und *Suffizienz im Gerätegebrauch*.

Abbildung 3: Darstellung der Suffizienzsprektren als Potentialabschätzung für Deutschland über die Stromeinsparungen im gesamten Sektor Private Haushalte (Jahresstromverbrauch nach Gerätegruppen für verschiedene Einsparstrategien)



Zu beachten ist jedoch, dass die angegebenen Einspareffekte ohne Berücksichtigung von soziokulturellen, infrastrukturellen, versorgungsökonomischen oder persönlichen Rahmenbedingungen, die im Rahmen des Projektes im Arbeitspapier von Thema (2015) betrachtet werden, modelliert wurden. Eine Berücksichtigung dieser Randbedingungen führt zu geringeren realen Einspareffekten; das gesamte Spektrum ist jedoch prinzipiell vorhanden. Die technischen Fortschritte, die Suffizienzhandlungen in Zukunft weiter ermöglichen und erleichtern, sollten dabei jedoch nicht unterschätzt werden und bergen große Potenziale.

Aufgrund des stark sozio-kulturell geprägten Hintergrundes von Suffizienzhandlungen, im Vergleich zu den sehr technisch geprägten Effizienzmaßnahmen, fallen ihre Auswahl und somit auch ihre Einspareffekte sehr unterschiedlich aus. Bis auf die Handlungen des Anpassungsansatzes, welche in fast allen Fällen als allgemeingültiges Einsparpotential durch Kappung des Übermaßes gesehen werden kann, muss bei Reduktions- und Substitutionsmaßnahmen für jeden Haushalt ganz individuell nach Fähigkeiten und Möglichkeiten entschieden werden. Nicht jedem Haushalt ist es möglich, alle Maßnahmen im gleichen Umfang durchzuführen. Einige Änderungen können vielleicht gar nicht vorgenommen werden, andere vielleicht sogar stärker als hier beschrieben. Daher können die hier beschriebenen Haushalte nur eine Orientierung bieten. Individuelle Lebenssituationen, Bedürfnisse und umgebende Infrastrukturen sind dabei die ausschlaggebenden Begrenzungen.

Beispielsweise entsteht vermutlich für einen Haushalt, der abgelegen auf dem Land lebt und für jede Beschaffung auf die Nutzung des Autos angewiesen ist, keine praktikable Lösung und auch keine Einsparung, wenn er öfter frisch einkaufen soll statt große Mengen im Kühlschrank zu lagern. Wiederum hat dieser Haushalt vielleicht die Möglichkeit, in seinem Haus eine Kühlnische oder eine Speisekammer für einen Teil der Lebensmittel zu nutzen und kann deshalb auf einen kleineren Kühlschrank zurückgreifen. Ob ein Haushalt zu pflegende Personen einschließt hat einen großen Einfluss auf die Möglichkeiten und die Flexibilität des Haushaltes, genauso wie das Vorhandensein gewisser umgebender Infrastrukturen in Bezug auf Mobilität, Service, Handel. Diese äußeren Rahmenbedingungen geben häufig den Ausschlag für das konkrete Verhalten. Mögliche Verlagerungs- und Reboundeffekten wurde in allen Punkten qualitativ mitgedacht und diskutiert. Da der Fokus in diesem Projekt jedoch auf der Haushaltsebene lag, wurde die Vorkette möglicher Alternativen nicht mitanalysiert aber so weit wie möglich über grobe Abschätzungen mit einbezogen.

Aus den Potenzialabschätzungen lassen sich weitere Aussagen ableiten. So schneidet bspw. der Ein-Personen-Haushalt beim Pro-Kopf-Jahresstromverbrauch deutlich schlechter ab (vgl. Abbildung 4) obwohl bei ihm die meisten Einsparungen pro Kopf möglich sind (vgl. Abbildung 5). Dies ist nicht nur darauf zurückzuführen, dass in einem Ein-Personen-Haushalt die Pro-Kopf-Ausstattungsgrade höher sind als in den Mehr-Personen-Haushalten, sondern dass es dem Ein-Personen-Haushalt durch fehlende adäquate Geräte am Markt nicht möglich ist, das Einsparpotenzial komplett auszuschöpfen. Wie im Kapitel 2.4 beschrieben, ist es bspw. nicht möglich, ein effizientes Kühlgerät mit dem empfohlenen Kühlvolumen von 50 l pro Kopf zu erwerben. Ebenso verhält es sich mit dem Fassungsvermögen der Waschmaschinen. Die Herstellung adäquater Geräte ist somit unerlässlich für ein Ausschöpfen der Einsparpotenziale.

Abbildung 4: Jahresstromverbrauch pro Kopf in den verschiedenen Haushaltsgrößen und Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: Eigene Darstellung)

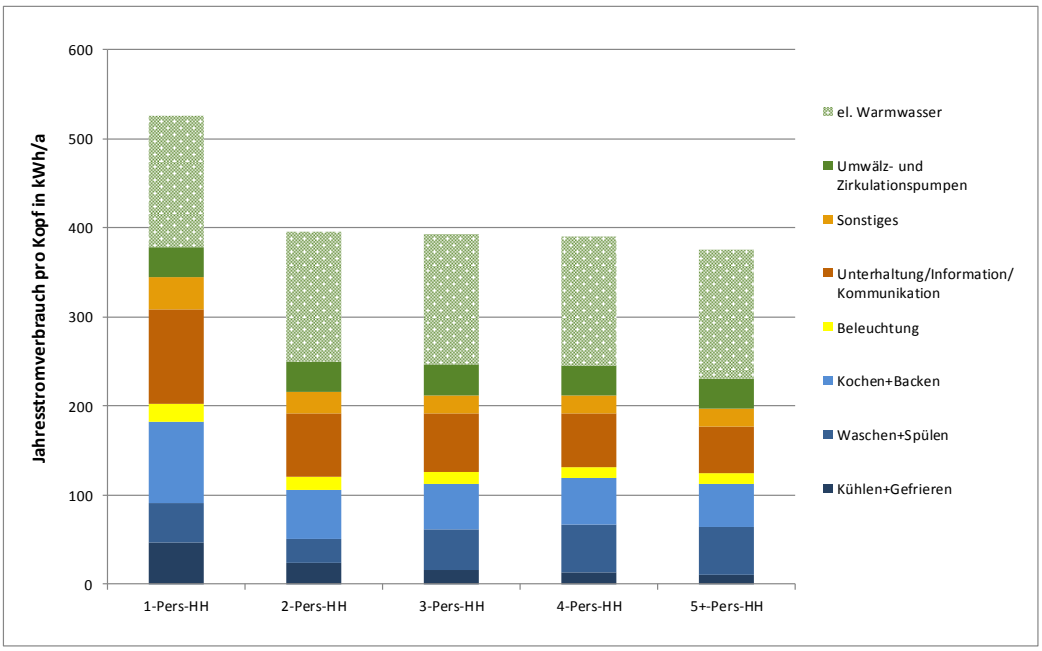
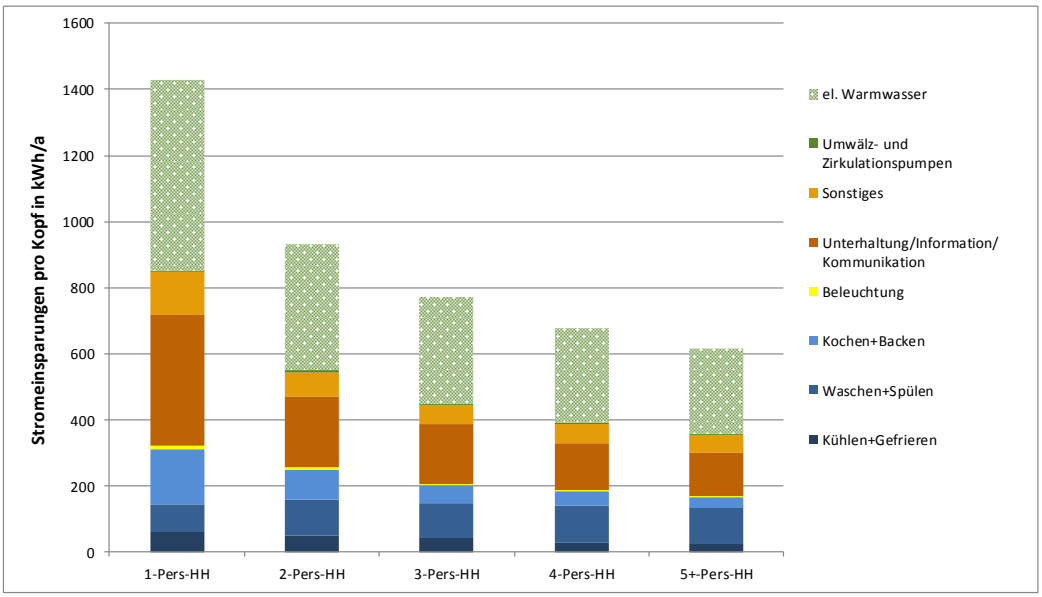


Abbildung 5: Stromeinsparungen pro Kopf in den verschiedenen Haushaltsgrößen und Gerätegruppen in kWh/a (Quelle: Eigene Darstellung)



3 Fazit und Ausblick

Im vorliegenden Arbeitspapier wurde eine Analyse von technischen Maßnahmen auf Geräteebene vorgenommen. Ein weiterer wichtiger Parameter, der hier jedoch nicht betrachtet wurde, stellt die Wohnfläche mit ihrem Einfluss auf Geräteausstattung, Beleuchtung, Heizbedarf dar. Weiterhin nicht quantifiziert wurde der Energieverbrauch der Vorkette für alternative Substitutionsmöglichkeiten. Er wurde allerdings über grobe Abschätzungen miteinbezogen. Eine genauere Quantifizierung der Auswirkungen müsste in einem folgenden Forschungsprojekt untersucht werden.

Alle hier beschriebenen Suffizienzentscheidungen und –handlungen sind eingebettet in vielfältige soziale Randbedingungen. Dabei sind die entsprechenden Unterschiede in der Durchführbarkeit der Suffizienzhandlungen nicht nur beeinflusst von der Haushaltsgröße, sondern auch von den verschiedenen Lebenssituationen und –stilen. Diese Randbedingungen und Hemmnisse werden in Thema (2015) analysiert und durch Lahusen et al. (2015) empirisch untersucht. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde die Entwicklung von Spektren abgeleitet, die die Breite an Möglichkeiten und somit die Randbedingungen für die Einspareffekte genauer abbilden. Diese Spektren der Energiesuffizienz werden in einem späteren Arbeitsschritt als Möglichkeitsräume der Suffizienzentscheidungen und -handlungen näher untersucht.

Wie die hier vorgestellten Suffizienzentscheidungen und –handlungen wirksam an die Gesellschaft herangetragen und verankert werden können, bedarf weiterer Forschung. Neben der Schaffung und dem AUsbau der erforderlichen Infrastrukturen und Dienstleistungen, die suffizientes Handeln ermöglichen, existiert ein hoher Handlungsbedarf in der Industrie und bei der Gestaltung von Geräten. Die Auswahl an Geräten mit adäquaten Eigenschaften am Markt sollte ausgebaut werden, um Suffizienzentscheidungen zu ermöglichen. Nötig sind bspw. Waschmaschinen mit kleinem Fassungsvermögen, gute Sensorik und Anpassungsfähigkeit der Geräte an verschiedene Nutzungszustände, sparsame Werkseinstellungen u.v.m.. Auch hier wäre eine entsprechende Produktpolitik und flankierende politische Instrumente sinnvoll, um eine Entwicklung hin zu mehr Suffizienz zu unterstützen.

Diese Einspareffekte durch Suffizienz zu adressieren und zu aktivieren sollte in zukünftigen politischen Zielen und Maßnahmen einen zentralen Punkt darstellen und den bisherigen Fokus auf Effizienzmaßnahmen ergänzen. Die dargestellten Einspareffekte sprechen dafür.

4 Literaturverzeichnis

Brischke, Lars-Arvid, et al. 2015. *AP 1 Rahmenanalyse - Endfassung.* Heidelberg : s.n., 2015.

Brischke, Lars-Arvid und Thomas, Stefan. 2014. *Energiesuffizienz im Kontext der Nachhaltigkeit - Definition und Theorie, Arbeitspapier.* Berlin, Wuppertal : s.n., 2014.

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.

EA NRW, Energieagentur Nordrhein-Westfalen. 2013. STROM.check. [Online] 2013. [Zitat vom: 1. Oktober 2013.] http://www.energieagentur.nrw.de/energiecheck.

GDCh, Fachgruppe Chemie des Waschens und Forum Waschen. 2012. *Ergebnisse und offenen Fragen des Kolloquiums "Waschen bei niedrigen Temperaturen" vom 28. Oktober 2011.* Frankfurt am Main : s.n., 2012.

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.

Josephy, Barbara, et al. 2015. *Cold wash – the cool and modern way to launder.* 2015.

Lahusen, Miriam, Ritzmann, Susanne und Joost, Gesche. 2015. *Alltag vermessen - Designwerkzeuge in der qualitativen Nutzerbefragung.* 2015.

Lehmann, Franziska. 2013. *Modellierung von Suffizienzstrategien zur Verringerung des Stromverbrauchs in Haushalten, Bachelorarbeit.* Berlin : s.n., 2013.

Öko-Institut e.V. 2011. Pressemitteilungen. *Wenn der Sommer doch noch kommt: Sparen mit A+++ Kühl- und Gefriergeräten.* [Online] 08. August 2011. [Zitat vom: 23. März 2015.] http://www.oeko.de/presse/pressemitteilungen/archiv-pressemitteilungen/2011/wenn-der-sommer-doch-noch-kommt-sparen-mit-a-kuehl-und-gefriergeraeten/.

RWI; forsa. 2011. *Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006 - 2008, Teilbericht 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.

Shehabi, Arman, Walker, Ben und Masanet, Eric. 2014. *The energy and greenhouse-gas implications of internet video streaming in the United States.* s.l. : IOP Publishing Ltd, 2014.

Thema, Johannes. 2015. *Kriteriengestützte Analyse - Kriteriengestützte Analyse von Optionen energiesuffizienten Handels im Sektor Bauen/Wohnen.* Wuppertal : s.n., 2015.

5 Anhang

Abbildung 6: Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Sicherstellung der Verfügbarkeit von Lebensmitteln* (Quelle: eigene Darstellung)

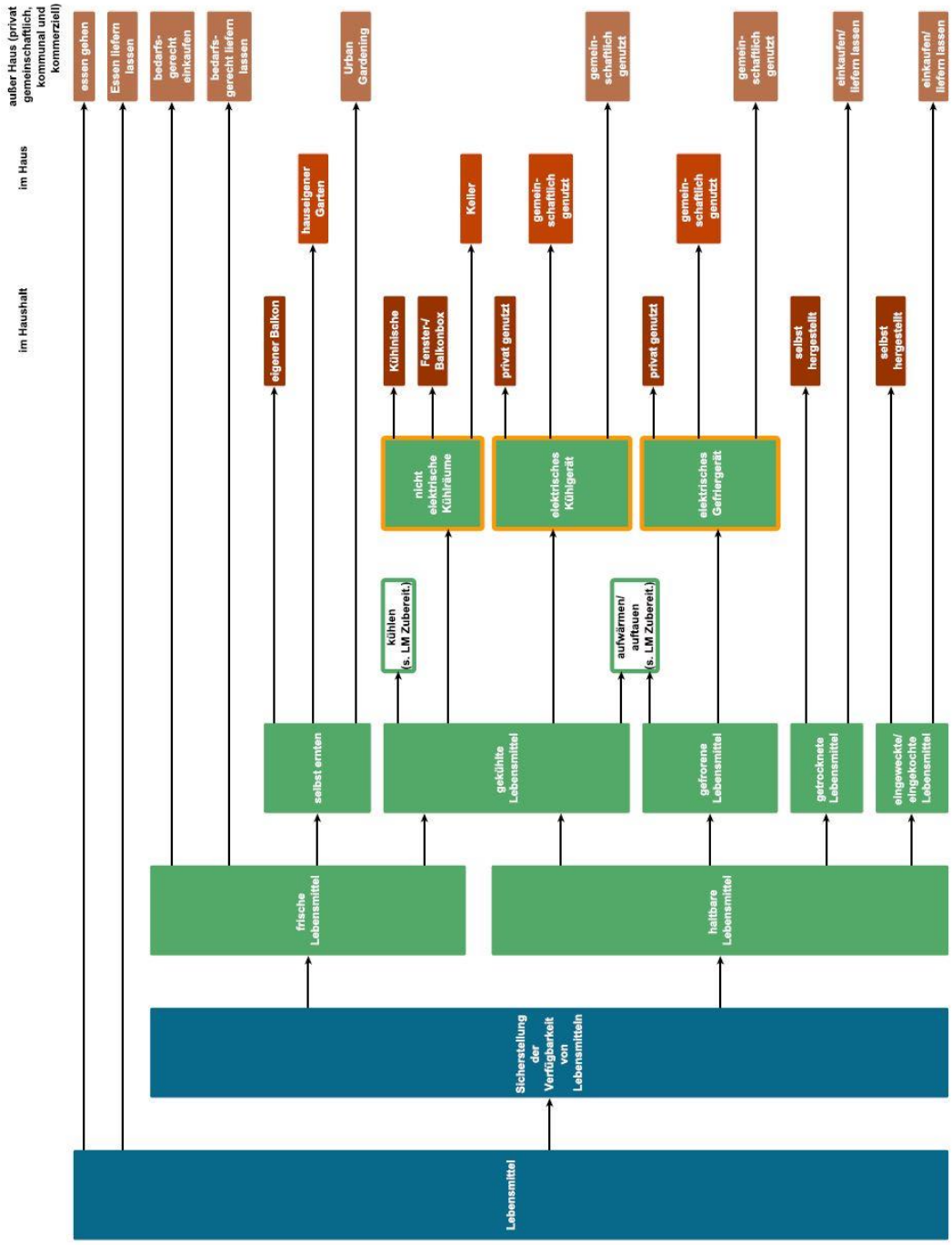


Abbildung 7: Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Lebensmittelzubereitung* (Quelle: eigene Darstellung)

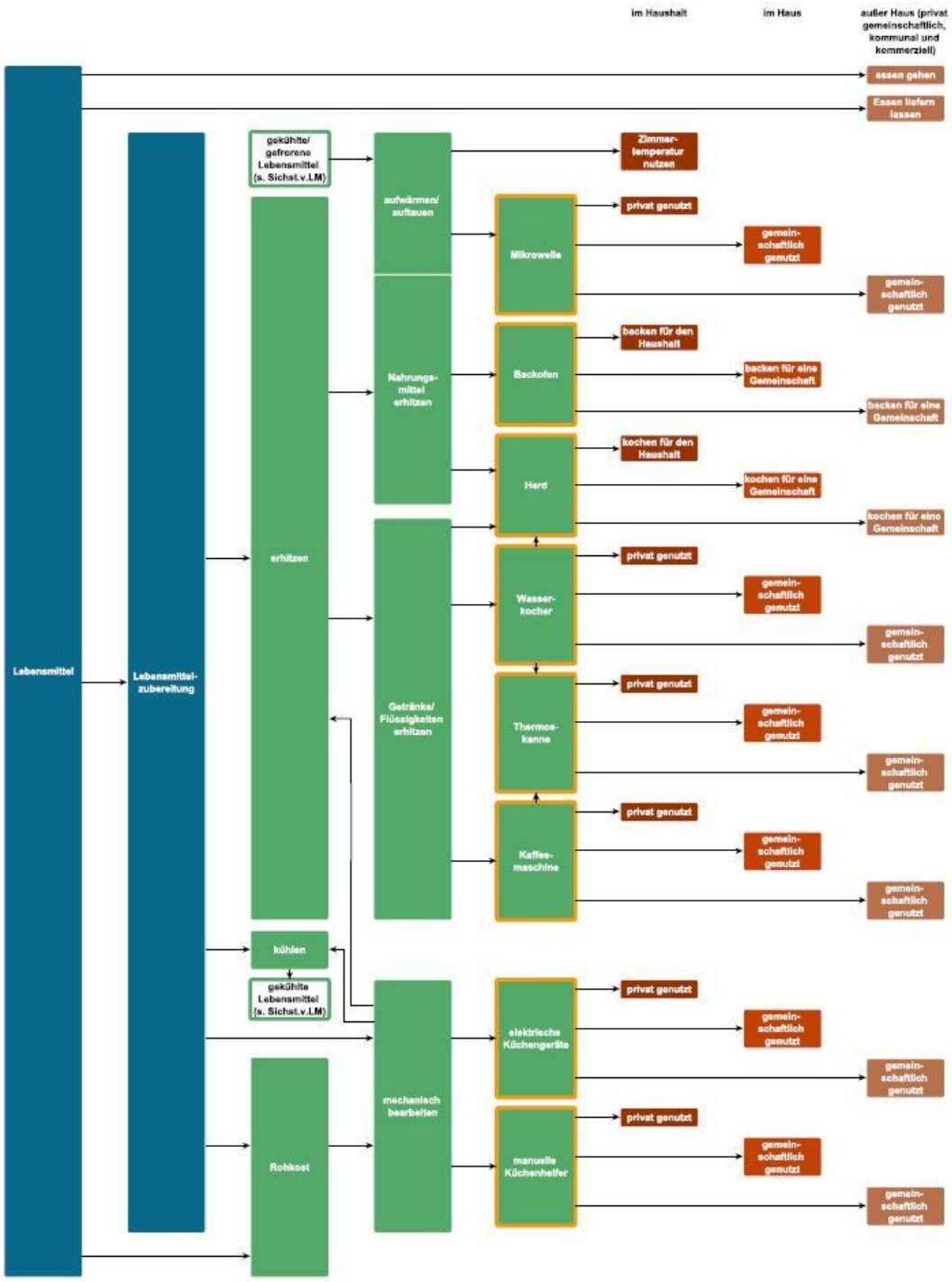


Abbildung 8: Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Behaglichkeit* (Quelle: eigene Darstellung)

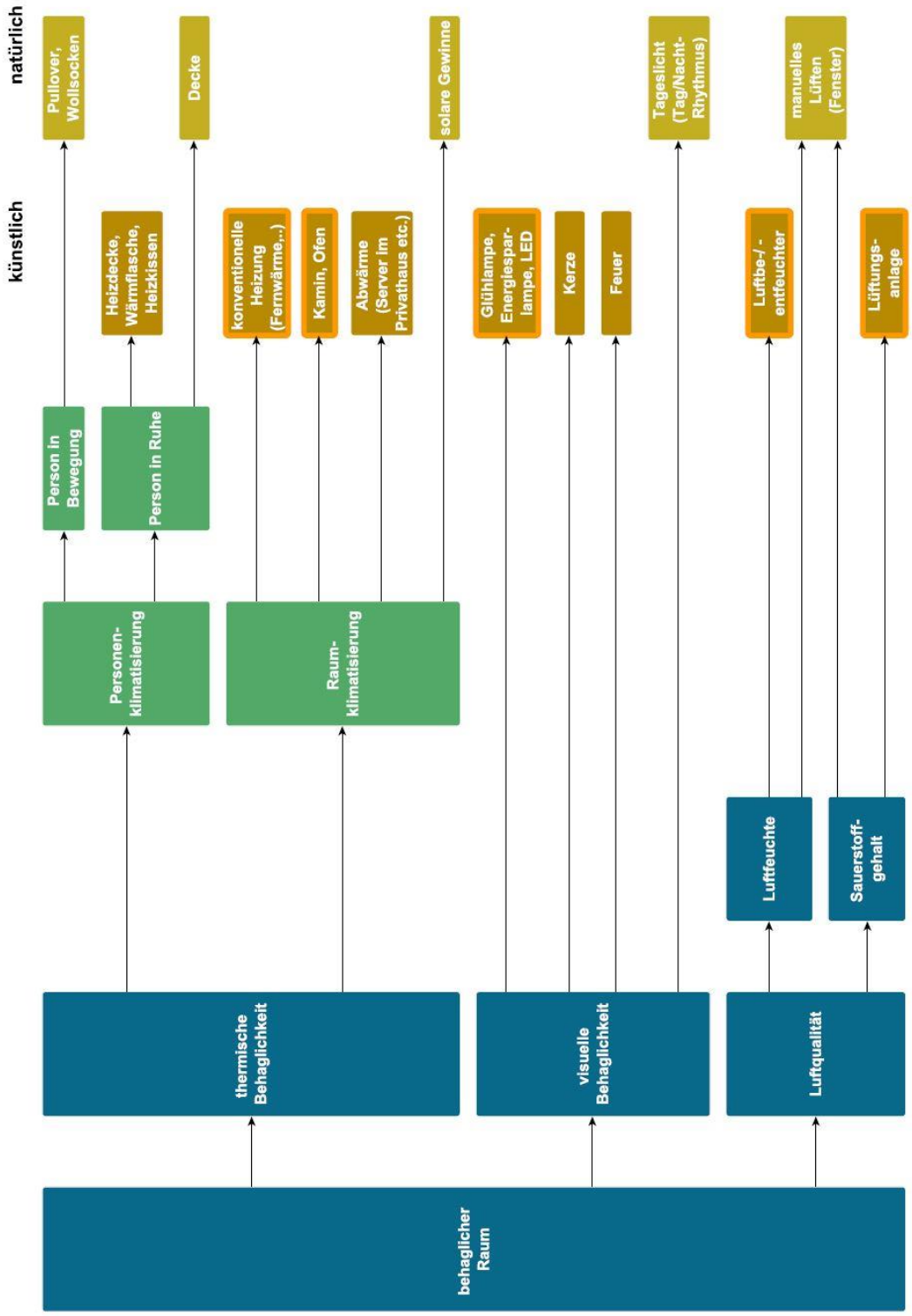


Abbildung 9: Pfaddiagramm zur Systematisierung der Entscheidungen und Handlungen im Bereich *Hygiene* (Quelle: eigene Darstellung)

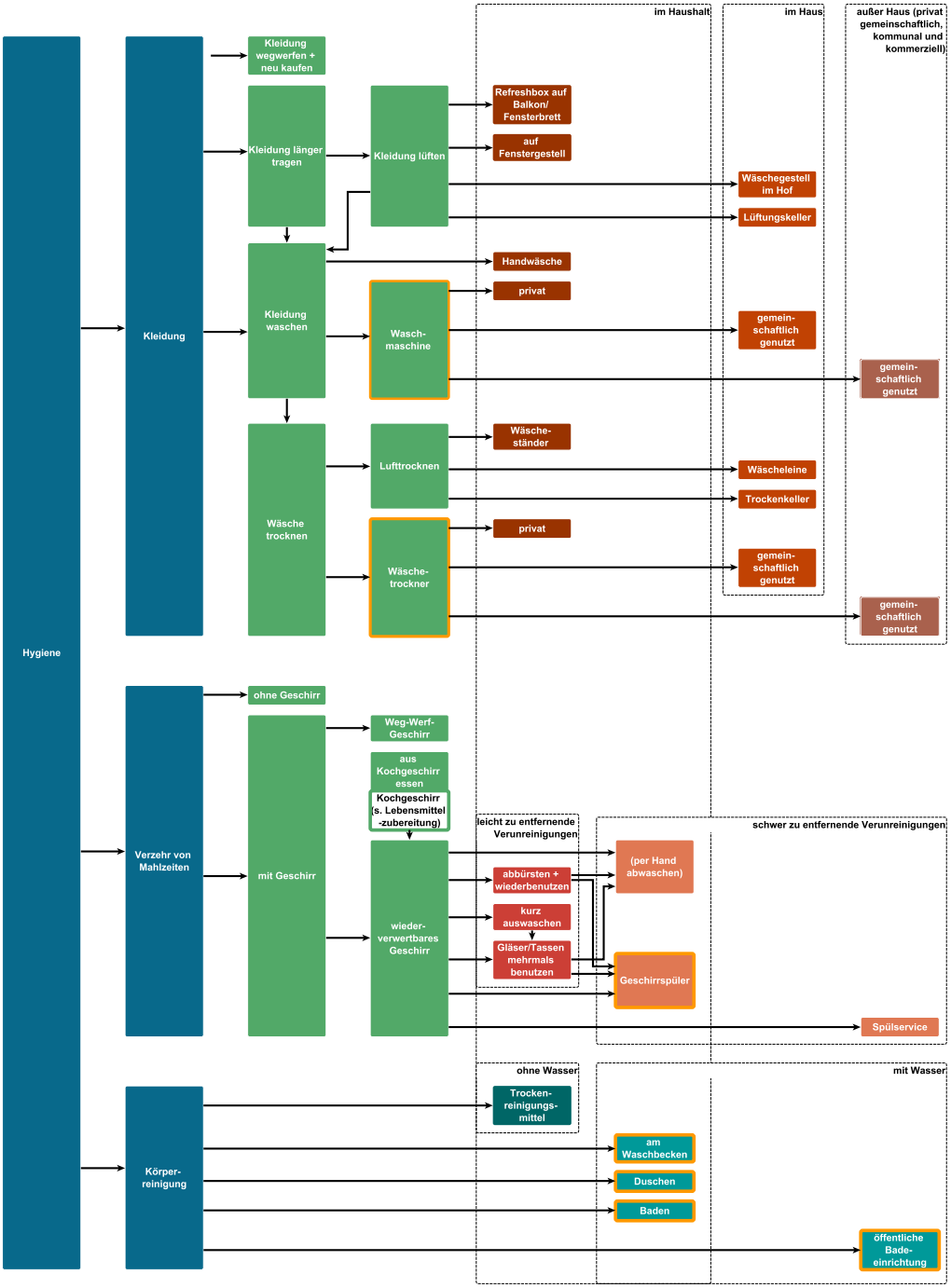


Tabelle 6: Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Ein-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)

	Durchschnitt	Effizienz	Suffizienz bei Geräteausstattung	Suffizienz bei Gerätegebrauch	Kombination
Kühlen + Gefrieren	1 Geräte mit Gefrierfach 214l/18l Effizienz B 5°C/-22°C	1 Geräte mit Gefrierfach 214l/18l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	1 Geräte mit Gefrierfach 100l*/15l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	1 Geräte mit Gefrierfach 214l/18l Effizienz A+++ 7°C/-20°C 1 Monat aus	1 Gerät 100l* Effizienz A+++ 7°C 1 Monat aus
Waschmaschine	6 kg Effizienz A 1,5 Gänge/Woche 60°C	6 kg Effizienz A+++ 1,5 Gänge/Woche 60°C	6 kg* Effizienz A+++ 1,5 Gänge/Woche 60°C	6 kg Effizienz A+++ 1,0 Gang/Woche 40°C	6 kg* Effizienz A+++ 1,0 Gang/Woche 40°C
Trockner	Effizienz A 0,5 Gänge/Woche	Effizienz A++ 0,5 Gänge/Woche	-	Effizienz A++ 0,25 Gänge/Woche 3 Monate aus	-
Geschirrspüler	Effizienz B 9 Gedecke 1 Gang/Woche	Effizienz A+++ 9 Gedecke 1 Gang/Woche	Effizienz A+++ 6 Gedecke 1 Gang/Woche	Effizienz A+++ 9 Gedecke 0,75 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 6 Gedecke 0,75 Gänge/Woche
Herd + Backofen Mikrowelle	uneffizientes Gerät 2,15 h/Woche 0,2 h/Woche	effizientes Gerät 2,15 h/Woche 0,2 h/Woche	effizientes Gerät 2,15 h/Woche 0,2 h/Woche	effizientes Gerät 1 h/Woche 0,5 h/Woche	effizientes Gerät 1 h/Woche 0,5 h/Woche
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Beleuchtung	Glühlampen, Energiesparlampen 1,7 h/Tag 80 lx	LED 1,7 h/Tag 80 lx	LED 1,5 h/Tag 75 lx	LED 1,5 h/Tag 75 lx	LED 1,25 h/Tag 70 lx
Fernsehen	Flachbild m. Festplatte Effizienz B Diagonale 80 cm 3 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 3 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 3 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 2,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 2,5 h/Tag
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Audio	Stereoanlage 1,5 h/Tag	Stereoanlage 1,5 h/Tag	-	Stereoanlage 1 h/Tag	-
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus		vom Netz getrennt	
IKT	1 PC + Monitor je 1,75 h/Tag	1 PC + Monitor je 1,75 h/Tag	1 Dockingstation 2,75 h/Tag	1 PC + Monitor je 1 h/Tag	1 Dockingstationen 2,75 h/d
	1 Laptop 1 h/Tag	1 Laptop 1 h/Tag	1 Laptop 1,5 h/Tag	1 Laptop 1 h/Tag	1 Laptop 0,75 h/Tag
	1 Smartphone	1 Smartphone	1 Smartphones	1 Smartphone	1 Smartphones
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Warmwasser	1,25 Vollbad/Pers.+Halbjahr 5 Duschgänge/Pers.+Woche je 5 min Duschzeit	1,25 Vollbad/Pers.+Hj. 5 Duschgänge/Pers.+W. je 5 min Duschzeit	1,25 Vollbad/Pers.+Hj. 5 Duschgänge/Pers.+W. je 5 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit
	Keine Wasserspararmaturen	Keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.	keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.
UP + ZP	keine effizienten Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung
Sonstiges	...	...	...	...	...
Jahresstromverbrauch in kWh/a	2600	1956	1118	834	526

* Keine entsprechende Veränderung möglich, da keine passende Gerätekombination am Markt.

Tabelle 7: Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Drei-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)

	Durchschnitt	Effizienz	Suffizienz bei Geräteausstattung	Suffizienz bei Gerätegebrauch	Kombination
Kühlen + Gefrieren	2 separate Geräte 234(+21)l/100l Effizienz B 5°C (-12°C)/-22°C	2 separate Geräte 234(+21)l/100l Effizienz A+++ 5°C (-12°C)/-22°C	1 Kombigerät 150l/75l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	2 separate Geräte 234(+21)l/100l Effizienz A+++ 7°C (-10°C)/-20°C 1 Monat aus	1 Gerät 150l Effizienz A+++ 7°C 1 Monat aus
Waschmaschine	7 kg Effizienz A 3,25 Gänge/Woche 60°C	7 kg Effizienz A+++ 3,25 Gänge/Woche 60°C	6 kg Effizienz A+++ 3,25 Gänge/Woche 60°C	7 kg Effizienz A+++ 2 Gänge/Woche 40°C	6 kg Effizienz A+++ 2 Gänge/Woche 40°C
Trockner	Effizienz A 2,4 Gänge/Woche	Effizienz A++ 2,4 Gänge/Woche	-	Effizienz A++ 1,5 Gänge/Woche 3 Monate aus	-
Geschirrspüler	Effizienz B 13 Gedecke 3,25 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 13 Gedecke 3,25 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 10 Gedecke 3,25 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 13 Gedecke 2,5 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 10 Gedecke 2,5 Gänge/Woche
Herd + Backofen	uneffizientes Gerät 3 h/Woche	effizientes Gerät 3 h/Woche	effizientes Gerät 3 h/Woche	effizientes Gerät 2 h/Woche	effizientes Gerät 2 h/Woche
Mikrowelle	0,4 h/Woche	0,4 h/Woche	0,4 h/Woche	1 h/Woche	1 h/Woche
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Beleuchtung	Glühlampen, Energiesparlampen 1,85 h/Tag 80 lx	LED 1,85 h/Tag 80 lx	LED 1,7 h/Tag 75 lx	LED 1,7 h/Tag 75 lx	LED 1,6 h/Tag 70 lx
Fernsehen	Flachbild m. Festplatte Effizienz B Diagonale 80 cm 2,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 2,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 2,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 2 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 2 h/Tag
	Röhre Set-Top-Box 1,5 h/Tag	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 1,5 h/Tag	-	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 0,5 h/Tag	-
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Audio	Stereoanlage 1,5 h/Tag	Stereoanlage 1,5 h/Tag	-	Stereoanlage 1 h/Tag	-
	Kompaktanlage 1 h/Tag	Kompaktanlage 1 h/Tag	-	Kompaktanlage 1 h/Tag	-
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus		vom Netz getrennt	
IKT	1 PC + Monitor je 4 h/Tag	1 PC + Monitor je 4 h/Tag	2 Dockingstations insgesamt 5 h/Tag	1 PC + Monitor je 2 h/Tag	2 Dockingstationen insgesamt 5,5 h/d
	2 Laptops insgesamt 4 h/Tag	2 Laptops insgesamt 4 h/Tag	2 Laptops insgesamt 6 h/Tag	2 Laptops insgesamt 4,5 h/Tag	2 Laptops insgesamt 4,5 h/Tag
	3 Smartphone	3 Smartphone	3 Smartphone	3 Smartphone	3 Smartphone
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Warmwasser	1,5 Vollbad/Pers.+Halbjahr 3,7 Duschgänge/Pers.+Woche je 4 min Duschzeit	1,5 Vollbad/Pers.+Hj. 3,7 Duschgänge/Pers.+W. je 4 min Duschzeit	1,5 Vollbad/Pers.+Hj. 3,7 Duschgänge/Pers.+W. je 4 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit
	Keine Wasserspararmaturen	Keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.	keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.
UP + ZP	keine effizienten Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung
Sonstiges	...	...	...	...	...
Jahresstromverbrauch in kWh/a	4859	3500	2048	1944	1181

Tabelle 8: Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Vier-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)

	Durchschnitt	Effizienz	Suffizienz bei Geräteausstattung	Suffizienz bei Gerätegebrauch	Kombination
Kühlen + Gefrieren	2 separate Geräte 240l/140l Effizienz B 5°C/-22°C	2 separate Geräte 240l/140l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	1 Kombigerät 200l/85l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	2 separate Geräte 240l/140l Effizienz A+++ 7°C/-20°C 1 Monat aus	1 Gerät 200l Effizienz A+++ 7°C 1 Monat aus
Waschmaschine	8 kg Effizienz A 5 Gänge/Woche 60°C	8 kg Effizienz A+++ 5 Gänge/Woche 60°C	7 kg Effizienz A+++ 5 Gänge/Woche 60°C	8 kg Effizienz A+++ 3 Gänge/Woche 40°C	7 kg Effizienz A+++ 3 Gänge/Woche 40°C
Trockner	Effizienz A 3,5 Gänge/Woche	Effizienz A++ 3,5 Gänge/Woche	-	Effizienz A++ 2,5 Gänge/Woche 3 Monate aus	-
Geschirrspüler	Effizienz B 13 Gedecke 4,25 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 13 Gedecke 4,25 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 11 Gedecke 4,25 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 13 Gedecke 3,25 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 11 Gedecke 3,25 Gänge/Woche
Herd + Backofen	uneffizientes Gerät 4,5 h/Woche	effizientes Gerät 4,5 h/Woche	effizientes Gerät 4,5 h/Woche	effizientes Gerät 3 h/Woche	effizientes Gerät 3 h/Woche
Mikrowelle	0,4 h/Woche	0,4 h/Woche	0,4 h/Woche	1,25 h/Woche	1,25 h/Woche
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Beleuchtung	Glühlampen, Energiesparlampen 2,05 h/Tag 80 lx	LED 2,05 h/Tag 80 lx	LED 1,9 h/Tag 75 lx	LED 1,9 h/Tag 75 lx	LED 1,8 h/Tag 70 lx
Fernsehen	Flachbild m. Festplatte Effizienz B Diagonale 80 cm 3,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 3,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 3,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 3 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 3 h/Tag
	Röhre Set-Top-Box 1,5 h/Tag	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 1,5 h/Tag	-	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 0,5 h/Tag	-
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Audio	Stereoanlage 1,5 h/Tag Kompaktanlage 1,5 h/Tag Bereitschaftsmodus	Stereoanlage 1,5 h/Tag Kompaktanlage 1,5 h/Tag Bereitschaftsmodus	-	Stereoanlage 1 h/Tag Kompaktanlage 1 h/Tag vom Netz getrennt	-
IKT	1 PC + Monitor je 5 h/Tag	1 PC + Monitor je 5 h/Tag	2 Dockingstations insgesamt 5,5 h/Tag	1 PC + Monitor je 3 h/Tag	2 Dockingstations insgesamt 7 h/Tag
	2 Laptops insgesamt 6 h/Tag	2 Laptops insgesamt 6 h/Tag	2 Laptops insgesamt 9 h/Tag	2 Laptops insgesamt 6,5 h/Tag	2 Laptops insgesamt 6,5 h/Tag
	3 Smartphone	3 Smartphone	3 Smartphone	3 Smartphone	3 Smartphone
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Warmwasser	1 Vollbad/Pers.+Halbjahr 3,6 Duschgänge/Pers.+Woche je 4 min Duschzeit	1 Vollbad/Pers.+Hj. 3,6 Duschgänge/Pers.+W. je 4 min Duschzeit	1 Vollbad/Pers.+Hj. 3,6 Duschgänge/Pers.+W. je 4 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit
	Keine Wasserspararmaturen	Keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.	keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.
UP + ZP	keine effizienten Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung
Sonstiges	...	...	...	...	...
Jahresstromverbrauch in kWh/a	5919	4280	2542	2541	1565

Tabelle 9: Überblickshafte Darstellung der Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen der verschiedenen Strategietypen in den einzelnen Geräte(gruppe)n am Beispiel eines Fünf-Plus-Personen-Haushaltes. Rot markiert sind die Veränderungen gegenüber dem Typ Durchschnitt. (Quelle: eigene Darstellung)

	Durchschnitt	Effizienz	Suffizienz bei Geräteausstattung	Suffizienz bei Gerätegebrauch	Kombination
Kühlen + Gefrieren	2 separate Geräte 300l/180l Effizienz B 5°C/-22°C	2 separate Geräte 300l/180l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	1 Kombigerät 250l/100l Effizienz A+++ 5°C/-22°C	2 separate Geräte 300l/180l Effizienz A+++ 7°C/-20°C 1 Monat aus	1 Gerät 250l Effizienz A+++ 7°C 1 Monat aus
Waschmaschine	8 kg Effizienz A 6,25 Gänge/Woche 60°C	8 kg Effizienz A+++ 6,25 Gänge/Woche 60°C	7 kg Effizienz A+++ 6,25 Gänge/Woche 60°C	8 kg Effizienz A+++ 4,0 Gänge/Woche 40°C	7 kg Effizienz A+++ 4,0 Gänge/Woche 40°C
Trockner	Effizienz A 4,25 Gänge/Woche	Effizienz A++ 4,25 Gänge/Woche	-	Effizienz A++ 3,25 Gänge/Woche 3 Monate aus	-
Geschirrspüler	Effizienz B 15 Gedecke 4,75 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 15 Gedecke 4,75 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 13 Gedecke 4,75 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 15 Gedecke 3,75 Gänge/Woche	Effizienz A+++ 13 Gedecke 3,75 Gänge/Woche
Herd + Backofen	uneffizientes Gerät 5 h/Woche	effizientes Gerät 5 h/Woche	effizientes Gerät 5 h/Woche	effizientes Gerät 3,5 h/Woche	effizientes Gerät 3,5 h/Woche
Mikrowelle	0,5 h/Woche	0,5 h/Woche	0,5 h/Woche	1,5 h/Woche	1,5 h/Woche
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Beleuchtung	Glühlampen, Energiesparlampen 2,5 h/Tag 80 lx	LED 2,5 h/Tag 80 lx	LED 2,25 h/Tag 75 lx	LED 2,25 h/Tag 75 lx	LED 2 h/Tag 70 lx
Fernsehen	Flachbild m. Festplatte Effizienz B Diagonale 80 cm 5,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 5,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 5,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 80 cm 4,5 h/Tag	Flachbild m. Festplatte Effizienz A+++ Diagonale 60 cm 4,5 h/Tag
	Röhre Set-Top-Box 2 h/Tag	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 2 h/Tag	-	Flachbild o. Festplatte Effizienz A+++ Diagonal 51 cm 1 h/Tag	-
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Audio	Stereoanlage 1,5 h/Tag	Stereoanlage 1,5 h/Tag	-	Stereoanlage 1 h/Tag	-
	Kompaktanlage 2 h/Tag	Kompaktanlage 2 h/Tag	-	Kompaktanlage 1,5 h/Tag	-
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus		vom Netz getrennt	
IKT	1 PC + Monitor je 7 h/Tag 2 Laptops insgesamt 4,5 h/Tag	1 PC + Monitor je 7 h/Tag 2 Laptops insgesamt 4,5 h/Tag	2 Dockingstations insgesamt 6,5 h/Tag 2 Laptops insgesamt 10 h/Tag	1 PC + Monitor je 4 h/Tag 2 Laptops insgesamt 5 h/Tag	2 Dockingstations insgesamt 9 h/Tag 2 Laptops insgesamt 5 h/Tag
	4 Smartphone	4 Smartphone	4 Smartphone	4 Smartphone	4 Smartphone
	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	Bereitschaftsmodus	vom Netz getrennt	vom Netz getrennt
Warmwasser	1 Vollbad/Pers.+Halbjahr 3,3 Duschgänge/Pers.+Woche je 4 min Duschzeit	1 Vollbad/Pers.+Hj. 3,3 Duschgänge/Pers.+W. je 4 min Duschzeit	1 Vollbad/Pers.+Hj. 3,3 Duschgänge/Pers.+W. je 4 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit	Kein Vollbad 3,5 Duschgänge/Pers.+W. je 3 min Duschzeit
	Keine Wassersparmaturen	Keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.	keine Wasserspararmat.	mit Wasserspararmat.
UP + ZP	keine effizienten Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen keine Nachtabsenkung	mit eff. Pumpen mit Nachtabsenkung
Sonstiges	...	...	...	...	...
Jahresstromverbrauch in kWh/a	6926	4964	2939	3080	1873

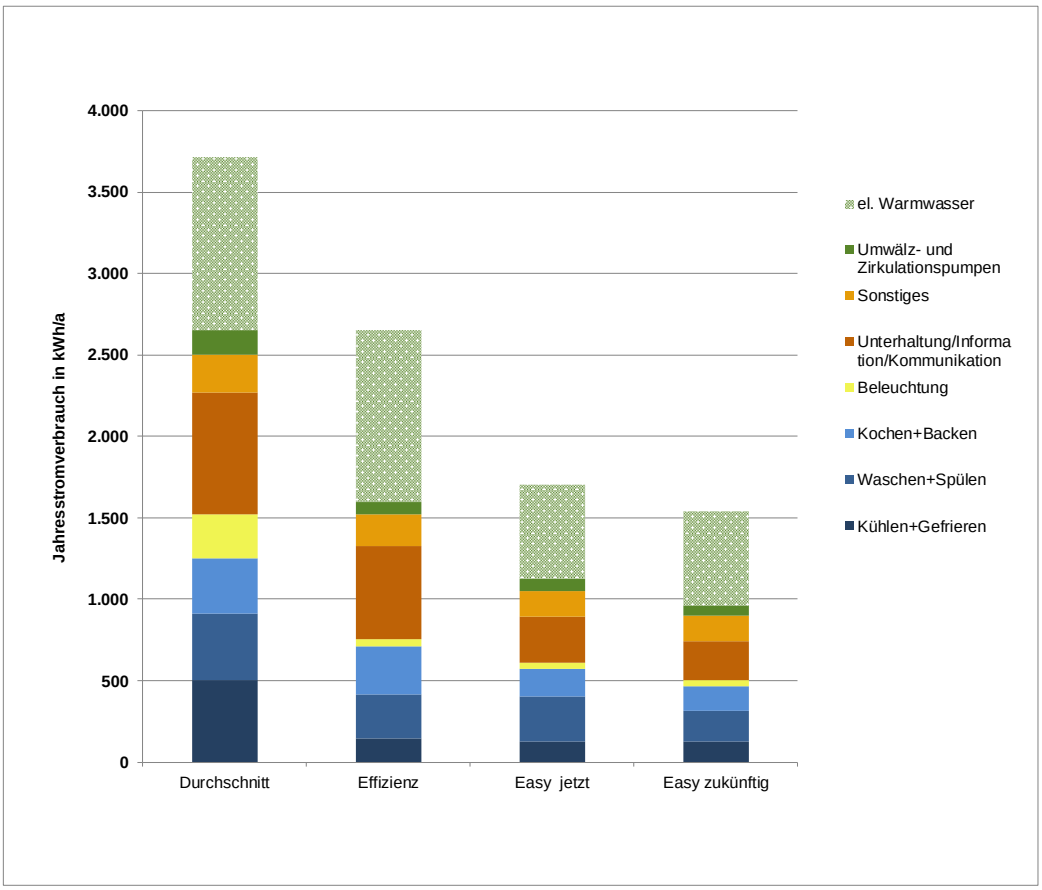



Abbildung 10: Jahresstromverbräuche bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Suffizienzhandlungen speziell für den Strategietyp Easy in kWh/a für einen Zwei-Personen-Haushalt (Quelle: eigene Darstellung)