



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht 13.09.2013

Typischer Haushalt-Stromverbrauch

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien & -anwendungen
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

ARENA Arbeitsgemeinschaft Energie-Alternativen
Schaffhauserstrasse 34
CH-8006 Zürich
www.arena-energie.ch

Autor:

Jürg Nipkow, ARENA, juerg.nipkow@arena-energie.ch

BFE-Bereichsleiter:	Dr. Michael Moser
BFE-Programmleiter:	Roland Brüniger
BFE-Vertragsnummer:	SI/500875-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Mit der Auswertung der Rohdaten der VSE-Haushalterhebung 2011 konnte ein aktueller Wertesatz des typischen Haushalt-Stromverbrauchs für neu definierte Haushaltstypen erstellt werden. Damit werden die Werte der S.A.F.E.-Publikation von 2007 ersetzt. Dank des sehr umfangreichen Fragenkatalogs der VSE-Erhebung konnten interessante Hintergrundinformationen zum Gerätebesitz wie auch zum Benutzerverhalten gewonnen werden, welche zur Konsolidierung der errechneten Werte beitragen. Der Vergleich der so gewonnenen Daten mit Haushalt-Stromverbrauchsdaten anderer Studien zeigte, dass wenig methodische Gemeinsamkeiten und kaum Transparenz bezüglich der Rechenmodelle bestehen. Um breit akzeptierte Basiswerte für den typischen Haushalt-Stromverbrauch kommunizieren zu können, sollen ein Konsens der Experten zu Terminologie und Methode erreicht werden.

Résumé

L'exploitation des données brutes de l'enquête AES sur les ménages de 2011 a permis d'établir un nouvel ensemble de valeurs actuel, relatif à la consommation d'électricité typique des ménages. Ces valeurs viennent remplacer les valeurs de la publication S.A.F.E. de 2007. Le questionnaire très complet de l'enquête AES a permis d'obtenir de précieuses informations de fond sur le parc d'appareils ainsi que sur le comportement des utilisateurs, qui ont contribué à la consolidation des valeurs calculées. La comparaison des données ainsi collectées avec des données sur la consommation d'électricité des ménages issues d'autres études a montré qu'il n'existait quasiment aucune méthodologie commune ni aucune transparence vis-à-vis des modèles de calcul. Pour pouvoir communiquer des valeurs de base largement admises pour la consommation d'électricité typique des ménages, il est impératif que les experts parviennent à un consensus sur la terminologie et la méthode.

Abstract

The Swiss Association of Power Supply Companies (VSE) accomplished a household survey on electricity consumption in 2011. A set of new consumption values for typical households could be generated by the analysis of the raw data of this survey. These actual values replace the data of a study on the electricity consumption of typical households that was published by S.A.F.E. in 2007. The extensive questionnaire of the VSE survey provided manifold background information on appliance ownership and user behavior, which help validating the new data. A comparison of these data with results of other studies on Swiss household electricity consumption showed a lack of transparency in method and calculation model. It is a goal of this and subsequent work to find a consensus of experts on terminology and calculating method of typical household electricity consumption.

Inhalt

Zusammenfassung, Résumé, Abstract	3
Ausgangslage	5
Ziele der Arbeit	5
Vorgehen	6
Überblick	
Herleitung der Basiswerte	
Haushalt-Typen	
Datengerüst	
Verbrauchswerte in starkem Wandel	
Ausgewählte Grafiken zur Bestimmung von Medianwerten	
Ergebnisse.....	14
Die Hauptergebnisse im Überblick	
Vergleich mit den Werten der S.A.F.E.-Studie 2007	
Aufteilung des Stromverbrauchs nach Anwendungen	
Korrekturen nach Besonderheiten des Haushalts	
Sparpotenziale	
Ausgewählte Grafiken zu Gerätebesitz und Benutzerverhalten	
Diskussion der Ergebnisse.....	24
Publikationen von VSE und EBP zur Haushalt-Erhebung 2011	
Berichte von Prognos und Infrac/TEP/Prognos	
VSE-Haushalterhebung 2005	
Analysen des Haushalt-Stromverbrauchs im Ausland	
Schlussfolgerungen	27
Ansatz für „wichtigste Werte“ des typischen Haushalt-Stromverbrauchs	
Ansatz für eine einzige Zahl als typischer Wert	
Ausblick	
Referenzen	29

Ausgangslage

Die Werte der Darstellung des „typischen Haushalt-Stromverbrauchs“ von S.A.F.E. 2007 [1], welche gerne zitiert bzw. für Vergleiche verwendet wurden, sind durch neue Daten und Erkenntnisse überholt. Im Verlauf von 2012 erschienen diverse Studien und Artikel mit neuen Haushalt-Stromverbrauchswerten, welche auf Auswertungen der VSE-Haushaltserhebung 2011 beruhen. Für eine eigene Auswertung mit Ziel „typischer Haushalt-Stromverbrauch“ wurden vom Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE die (anonymisierten) Rohdaten der Haushaltserhebung zur Verfügung gestellt. Dem VSE sei an dieser Stelle ausdrücklich dafür gedankt.

Im Rahmen der Revision der SIA-Norm 380/4 „Elektrische Energie im Hochbau“ [3] wurden aktuelle Verbrauchswerte für Betriebseinrichtungen, insbesondere auch Geräte im Haushalt, benötigt. Das Teilprojekt 1 der Vorbereitungsarbeiten für SIA 380/4, „Betriebseinrichtungen“, wurde vom Autor der vorliegenden Studie erarbeitet. Dafür konnten die Auswertungen der VSE-Daten ebenfalls wertvolle Inputs liefern. Für die vorliegende Studie ergaben sich so wesentliche Synergien, indem die aufwendige Bearbeitung der Rohdaten für beide Projekte diente.

Für die Beurteilung von Entwicklungen und Forschungsprojekten ist der quantitative Überblick über die energetische Bedeutung der Gerätkategorien notwendig, wozu das vorliegende Projekt Inputs liefert.

Ziele der Arbeit

Stromproduktion und Stromeinsparungen werden häufig mit dem Stromverbrauch einer Anzahl Haushalte verglichen. Nur haben die wenigsten Leute eine zahlenmässige Vorstellung von diesem Haushalt-Stromverbrauch; die meisten kennen nicht einmal den eigenen Stromverbrauch. Zudem haben auch die Verfasser solcher Vergleiche oft keine Hintergrundinformationen zum Haushalt-Stromverbrauch und operieren mit unterschiedlichen Zahlen. Ein Ziel der Arbeit ist daher, einen einfachen Satz von Werten des typischen Haushalt-Stromverbrauchs aus den verfügbaren Datenquellen abzuleiten und für die Kommunikation geeignet aufzubereiten.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Studie ist es, Stromverbrauchswerte der Geräte und Gerätkategorien aus verschiedenen Quellen zu vergleichen und damit den (typischen) „Anwendungs-Split“ in den typischen Haushalten zu definieren. Dafür sollen weitere verfügbare Studien beigezogen werden [5 - 9]. Deren Berechnungsmodelle für den Anwendungs-Split sollen – soweit erhältlich – recherchiert und verglichen werden. Wenn möglich soll eine mit anderen Studien koordinierte Datenbasis für den „typischen Haushalt-Stromverbrauch“ geschaffen werden.

Eine Herausforderung liegt in der Tatsache, dass die Werte der Darstellung des „typischen Haushalt-Stromverbrauchs“ von S.A.F.E. 2007 [1], welche seither auch ausgiebig zitiert wurden, aus Sicht der neuen Ergebnisse deutlich zu hoch liegen. Die sich ergebende „Verminderung“ des Haushalt-Stromverbrauchs ist allerdings höchstens teilweise auf tatsächlich tiefere Verbrauchszahlen zurückzuführen, teilweise jedoch auf die Methodik der Datenauswertung. Auch diese Zusammenhänge sollen im Projekt analysiert werden.

Um die Ergebnisse einer weiteren interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen, sollen neben dem Projekt-Schlussbericht auch eine informative Zusammenfassung sowie wenn möglich ein Fachartikel erstellt werden.

Vorgehen

Überblick

Haushalt ist nicht Haushalt – der Stromverbrauch kann zwischen wenigen Hundert kWh (sparsamer 1-Personenhaushalt) bis über 50'000 kWh pro Jahr betragen. Werte über 50'000 kWh wurden in Einzelfällen sogar von Haushalten ohne Elektroheizung verbucht. Deshalb muss klar definiert werden, was ein „typischer Haushalt“ sein soll. Ganz sicher nicht repräsentativ ist der Durchschnitt des Stromverbrauchs aller Schweizer Haushalte (ca. 5'200 kWh), da er sowohl jene mit Elektroheizung und Elektroboiler wie auch die Kleinsthaushalte enthält. Wichtig und nicht ganz einfach ist auch die Abgrenzung von Stromverbräuchen, die über den „Allgemeinstrom“-Zähler von Mehrfamilienhäusern laufen, z.B. für Waschen und Trocknen, und deshalb z.T. nicht in den erhobenen Zahlen der VSE-Befragung [2] enthalten sind. Weiter gilt es, gewisse Veränderungen in der Ausstattung mit Geräten adäquat zu berücksichtigen, etwa dass Geschirrspüler heute ab 4-Zimmerwohnungen (Neubau: 3-Zimmerwohnung) Standard sind, während dies 2005 noch nicht eindeutig war.

Die Darstellung des „typischen Haushalt-Stromverbrauchs“ von S.A.F.E. 2007 [1] beruhte auf Publikationen zur VSE-Haushalterhebung 2005 sowie eigenen Auswertungen des interaktiven Internet-Tools Energybox.ch. Inzwischen haben sich die Haushalte sowie insbesondere deren Ausstattung geändert (effizientere, aber auch mehr Geräte) und es liegt eine neue Haushalterhebung des VSE von 2011 vor. Die Rohdaten dieser Erhebung wurden vom VSE für unsere Auswertung zur Verfügung gestellt [2]. Aufgrund der sehr ausführlichen Befragungsdaten konnten neue Erkenntnisse zu Ausstattung und Nutzungsverhalten der Haushalte gewonnen werden.

In der S.A.F.E.-Darstellung von 2007 [1] wurde der „typische Haushalt“ mit 2 Personen untersucht, erweitert mit Werten für eine weitere Person sowie für Haushalte in Einfamilienhäusern. Diese Differenzierung kann nun anhand der neuen VSE-Auswertungsdaten verfeinert werden; insbesondere werden Werte einer Auswahl von Haushalt-Typen (so genannte Basiswerte) dargestellt, worin sich fast jeder Haushalt finden und den eigenen Verbrauch vergleichen kann. Die Auswahl wird nach typischen Eigenschaften definiert (EFH/Wohnung, Zimmerzahl, Personenzahl, elektrische Warmwasserversorgung, Geräteausstattung).

Es ist schwierig, für die einfache Kommunikation eine einzige Zahl als typischen Haushalt-Stromverbrauch zu definieren, da diese immer mit einigen „wenn“ und „aber“ verknüpft ist. So ist der häufigste Haushalt ein Zweipersonen-Haushalt in einer Geschosswohnung. Dessen auf dem Zähler ausgewiesener typischer Stromverbrauch (2'350 kWh) enthält jedoch den unabdingbaren Anteil „Allgemein“-Strom für allgemeine Gebäudetechnik (Licht, Hilfsenergie Heizung etc.) nicht. Der oft als „typisch“ verstandene Familienhaushalt (4 Personen) im EFH ist hingegen gar nicht so häufig, weist jedoch mehr als den doppelten Stromverbrauch des Wohnungs-2-Personenhaushalts auf, u.a. weil die Gebäudetechnik enthalten ist.

Die elektrische Wassererwärmung kann nur summarisch behandelt werden, da die erhobenen Stromverbrauchsdaten nicht nach Warmwasser und Übrigem aufgeteilt vorliegen. Diese Haushalte können daher nicht in die Analyse des Stromverbrauchs einbezogen werden; für die Auswertung von Geräteausstattung und -Nutzung hingegen schon.

Elektroheizungen klammern wir aus, weil sie bei der VSE-Erhebung zum vornherein ausgeschieden wurden. Zu Elektroheizungen wurde 2009 eine Studie ausgeführt [4], worin auch ein knappes Update der Datenbasis enthalten ist.

Herleitung der Basiswerte

Die neuen Basiswerte stützen sich auf Median-Werte der (gefilterten) VSE-Haushalt-Erhebung 2011. Mediane bilden die „typischen“ Werte besser ab als Mittelwerte, welche in der Darstellung von 2007 herangezogen wurden. Der Median teilt eine Liste von Werten in zwei Hälften gleicher Anzahl, wobei die eine Hälfte höhere, die andere tiefere Werte als der Median aufweist. Somit ist schon dieser methodische Unterschied für einen Teil der Differenzen zu den Werten von 2007 verantwortlich.

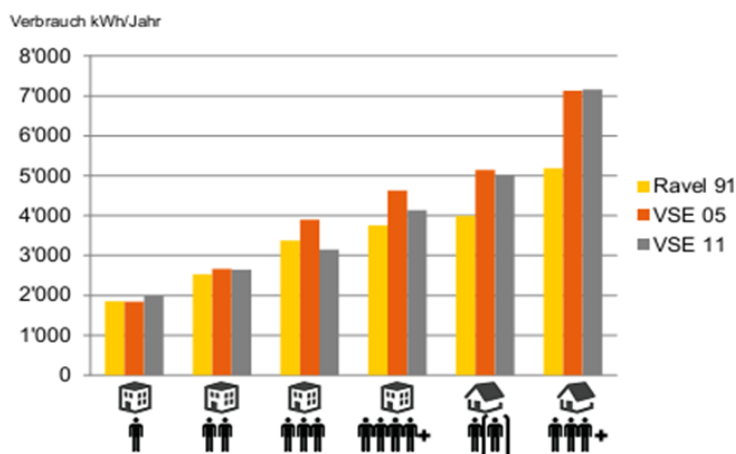
Notwendige Filterung zur Bestimmung der Medianwerte aus der VSE-Erhebung

Die VSE-Daten (2011) enthalten total 1200 Haushalte, wobei solche mit Elektro- bzw. WP-Heizung auf dem gleichen Stromzähler schon vorher ausgeschieden wurden, wie auch solche, die ihren Stromverbrauchswert nicht durch das Elektrizitätswerk freigeben lassen wollten.

Die Zusammensetzung der VSE-Grundgesamtheit enthält gegenüber der Statistik des BFS zu viele grosse Wohnungen und zu viele EFH (wegen besserer telefonischer Erreichbarkeit), d.h. insgesamt eher „zu grosse“ Stromverbraucher. Im Auswertungsbericht von Ernst Basler + Partner (EBP) AG [5] wurden gewisse Korrekturen vorgenommen; diese sind jedoch nicht auf die Ermittlung eines typischen Haushalt-Stromverbrauchs ausgerichtet, sondern auf die Hochrechnung zum Vergleich mit der BFE-Statistik Haushaltstrom.

Die Auswertungsmethodik der EBP-Studie wird nicht im Detail offengelegt, die Ergebnisse scheinen jedoch eher auf Mittelwerte als auf Mediane abgestützt zu sein, was tendenziell höhere Werte liefert.

Fig. 1 Stromverbrauch nach Haushalt-Typ. Quelle: VSE [6], nach EBP-Studie [5].



Die eigenen Analysen dienten in einer ersten Stufe dazu, die gewichtigen nur in einem Teil der Haushalte vorhandenen Stromverbraucher gut aus den Verbrauchswerten ausfiltern bzw. beziffern zu können. Dies sind insbesondere:

- Getrennte Behandlung von MFH-Wohnungen und EFH
- Getrennte Behandlung von 380 Haushalten mit elektrisch Warmwasser (sie wurden nicht in die Medianwert-Bestimmung einbezogen, da das Warmwasser den übrigen Verbrauch dominiert).
- Ausscheidung von Haushalten mit einem Jahres-Stromverbrauch unter 500 kWh, da hier Erhebungsprobleme vermutet werden (Umzug, unvollständige Erfassung). Diese Ausscheidung führt tendenziell zu einer Erhöhung der Medianwerte der verbleibenden Daten, also auf die Seite mit höheren Verbrauchswerten.
- Ausscheidung von Haushalten mit Gas-Kochen/Backen, da dies den Verbrauch wesentlich verändert (dies waren nur 33 Haushalte)
- Waschen und Trocknen nicht oder nicht nur über den eigenen Zähler (MFH, am „Allgemein“-Zähler. Für diese 222 Wohnungen wurde aufgrund der detaillierten Angaben der Erhebung eine Hochrechnung (u.a. nach Personenzahl) erstellt und der so synthetisierte Haushalt-Verbrauchswert für die weiteren Analysen benutzt, vgl. Fig. 6 unten.
- Die resultierenden Medianwerte enthalten sowohl Haushalte mit wie ohne Geschirrspüler und separate Gefriergeräte. Die Basiswerte wurden entsprechend dem Vorhandensein dieser beiden Geräte (wurde abgefragt) korrigiert, um als primäre Basiswerte Haushalte mit Geschirrspüler, aber ohne separates Gefriergerät abzubilden. Die Korrektur basiert auf Vorhandenseins-Daten nach Haushalt-Kategorie und entsprechenden mittleren Verbrauchswerten dieser Geräte. Details dazu weiter unten.

Haushalt-Typen

In den Publikationen zu den VSE-Haushaltbefragungen wurden die Daten nach den Haushalt-Typen gemäss Figur 1 ausgewertet, dies vor allem um über die Jahre vergleichbare Zahlen zu erhalten. Aus den Daten selbst lassen sich hingegen grössere Haushalte und insbesondere EFH detaillierter unterscheiden, da die Personen- und Zimmerzahl immer erhoben wurde. Vor allem bei EFH ist die Zweiteilung nach 1-2 Personen / 3 und mehr Personen doch recht grob, da die Personenzahl – neben der Wohnform MFH/EFH – die wichtigste Einflussgrösse auf den Stromverbrauch darstellt.

Eine grafische Auswertung der Haushalte, die aus der VSE-Befragung 2011 analysiert werden konnten, ist in Figur 3 (nächste Seite) dargestellt. Hier zeigt sich deutlich, dass die Schwerpunkt-Typen der Befragung mit den denjenigen der Daten des Bundesamts für Statistik (BFS) gemäss Figur 2 nicht gut übereinstimmen. In der Befragung wurden grössere Anteile grosser Personenzahlen erfasst. Eine genaue Übereinstimmungsanalyse lässt sich nicht machen, weil keine Detaildaten zur Personenbelegung der Wohnungen nach Zimmerzahl gefunden wurden.

Datenquellen BFS für Personenbelegung:

- Privathaushalte nach Haushaltgrösse, Szenario AM-00-2005 [10]
http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/03/blank/key_hhsz.html
- Taschenstatistik der Schweiz 2012 [11], Seite 8: zusätzliche Angaben zur Anzahl Kinder.

In der Taschenstatistik des BFS findet sich ausserdem folgender Interessanter Hinweis zum Thema: „Der Anteil der Einfamilienhäuser am gesamten Gebäudebestand nahm zwischen 1970 und 2010 von 40% auf 58% zu. Von den neu erstellten Gebäuden mit Wohnungen sind 2010 64% Einfamilienhäuser.“

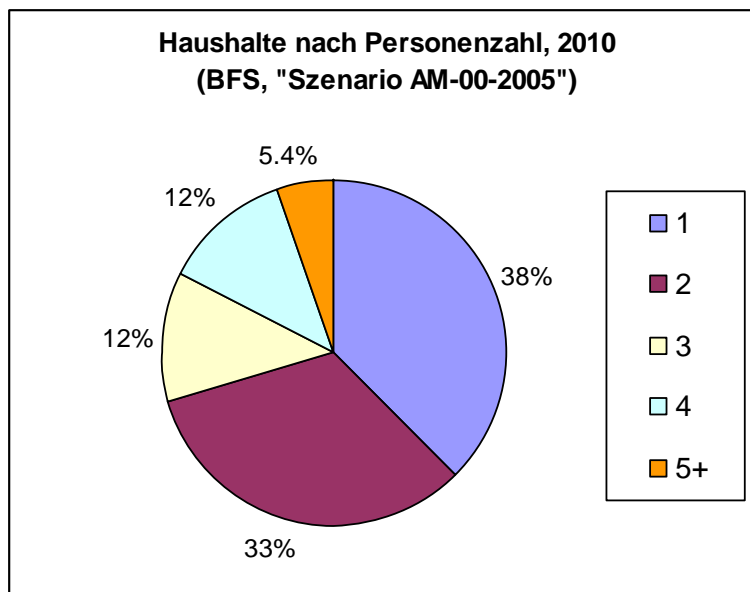


Fig. 2 Haushalte nach Personenzahl, aus den oben angegebenen Quellen.

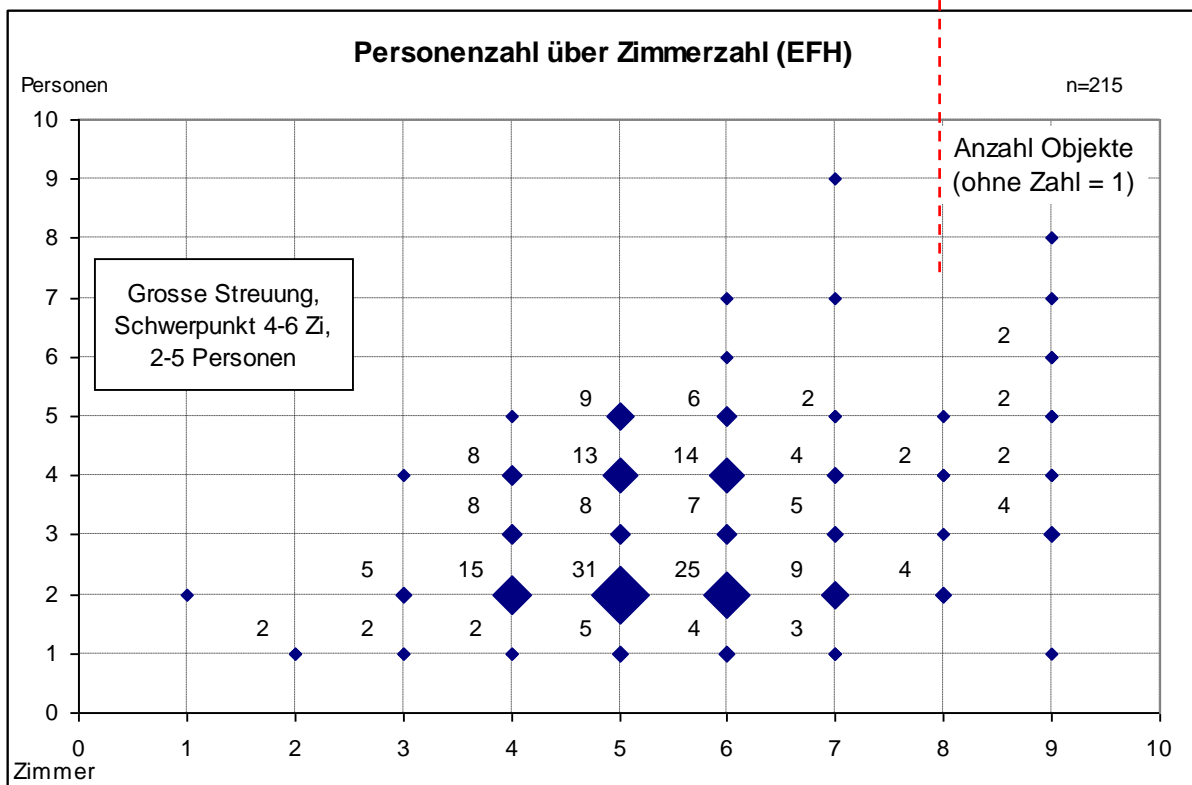
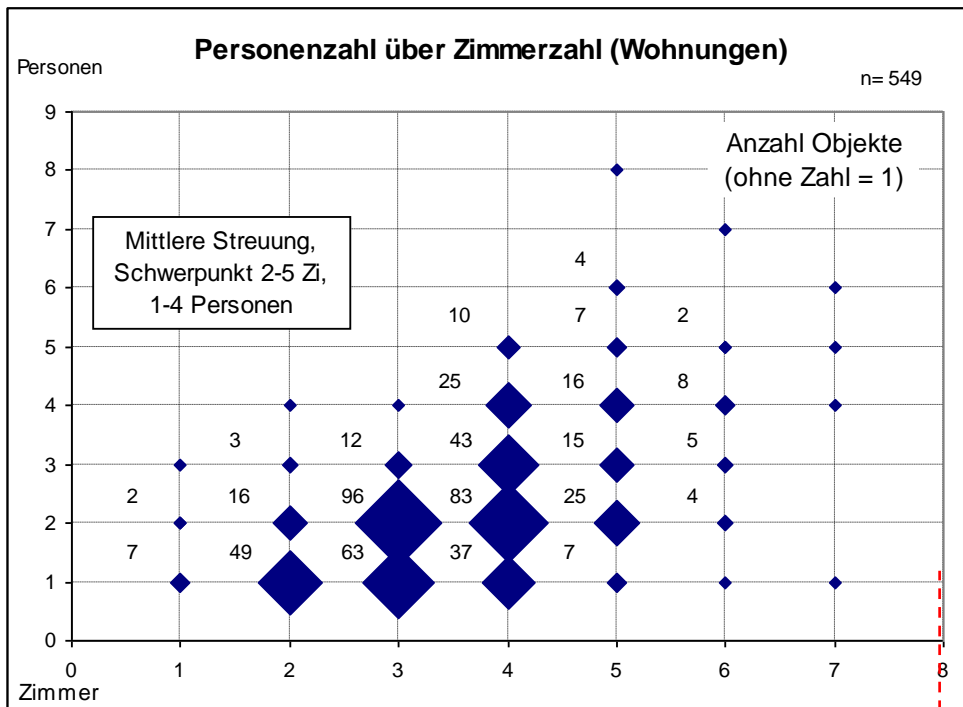


Fig. 3 Personenzahl über Zimmerzahl dargestellt, Daten der Objekte ohne elektrisch Warmwasser der VSE-Befragung 2011 [2].

Die Analyse der Haushalte der VSE-Befragung (Fig. 3) im Vergleich mit den statistisch häufigsten Haushalten (Fig. 2, BFS) zeigt sehr deutlich die Notwendigkeit, die VSE-Daten zur Bestimmung des typischen Haushalt-Stromverbrauchs geeignet zu bearbeiten. Letztlich ist ein konsistentes Datengerüst zu schaffen, welches für die verschiedenen Haushaltstypen und typischen Geräte-Ausstattungen Stromverbrauchswerte gemäss klar definierten Merkmalen liefert.

Datengerüst

Schritt 1: Werte nach Personenzahl (MFH/EFH, ohne elektrisch Warmwasser, ohne Gaskochen)

Die vorab gefilterten Daten wurden, getrennt nach MFH/EFH, jeweils nach Personenzahl analysiert (auch nach Zimmerzahl wurde analysiert, diese ist jedoch für den Elektrizitätsverbrauch weniger relevant als die Personenzahl). Weil die so erhaltenen Auswahlen z.T. nur noch relativ kleine Anzahlen enthalten und diese in einigen Fällen unplausible Abweichungen zeigten, wurden mittels Regression (kleine) Korrekturen bestimmt, um konsistente Werte zu erhalten. Die Figuren 4 und 5 zeigen Beispiele dieses Vorgehensschrittes. Die lineare Regression zeigt unplausible Werte bei 5- und 6+ Personen-Wohnungen bzw. 6+ Personen-EFH. Um diese für das Datengerüst zu korrigieren, wurden die Werte „Fkt.“ als Modifikation der Regressionsfunktion berechnet.

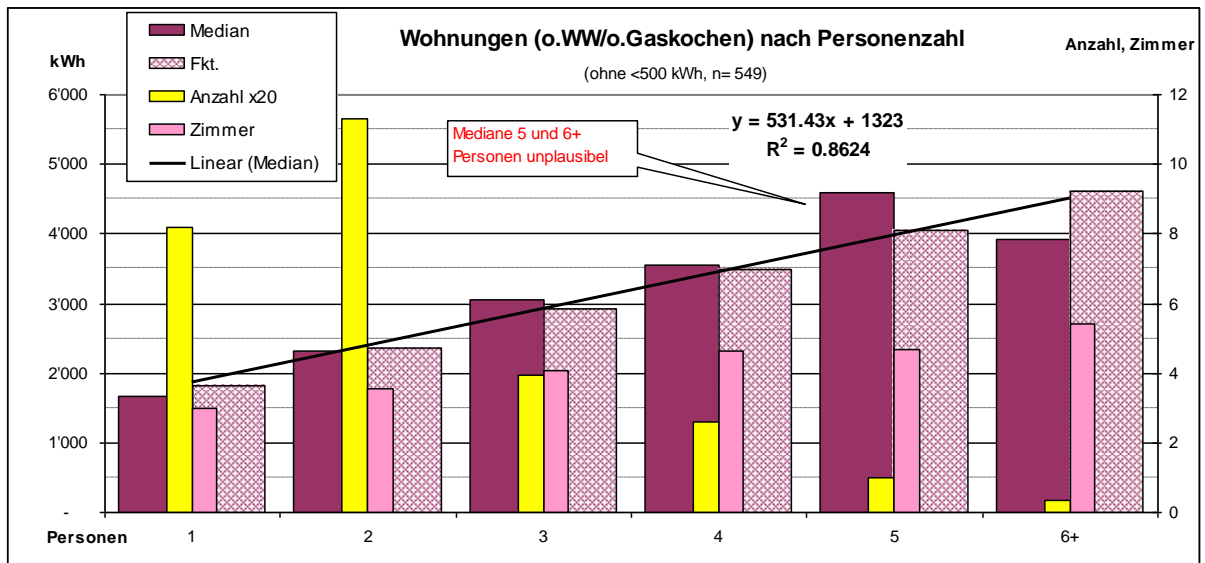


Fig. 4 Elektrizitätsverbrauch von MFH-Wohnungen (ohne elektrisch Warmwasser, ohne Gaskochen), Medianwerte nach Personenzahl aus VSE-Erhebungsdaten. „Fkt.“ zeigt die mit Hilfe der Regression korrigierten Werte. „Anzahl“ (gelb) ist die Anzahl Objekte pro Klasse.

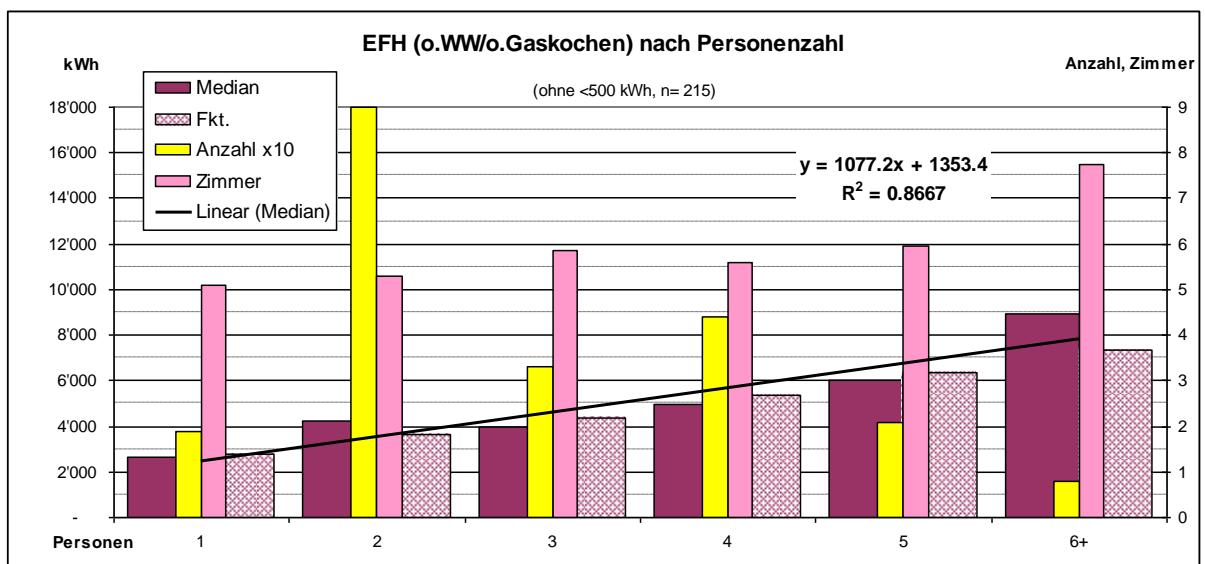


Fig. 5 Elektrizitätsverbrauch von EFH (ohne elektrisch Warmwasser, ohne Gaskochen), Medianwerte nach Personenzahl aus VSE-Erhebungsdaten. „Fkt.“ zeigt die mit Hilfe der Regression korrigierten Werte. „Anzahl“ (gelb) ist die Anzahl Objekte pro Klasse.

Die Ergebnisse dieser Auswertungen und Korrekturen sind in Fig. 10 und Tabelle 2 im Ergebnisteil dargestellt.

Schritt 2: Bereinigung Geschirrspüler und zusätzliches separates Gefriergerät

Neben den in allen Haushalten vorhandenen typischen Geräten bzw. Anwendungen sind zwei „optionale“ Geräte stark verbrauchsbestimmend: Geschirrspüler und separates Gefriergerät. Für diese wurde eine Bereinigung nach Vorhandensein durchgeführt und auf die in Schritt 1 ermittelten Daten nach Personenzahl angewandt. Aus den VSE-Rohdaten lässt sich für beide Geräte das Vorhandensein nach Haushaltstyp als Prozentsatz bestimmen (Tabelle 1). Weiter wurden auch die typischen Verbrauchswerte dieser Geräte nach Haushaltstyp differenziert (z.B. EFH grösseres separates Gefriergerät, Geschirrspüler höherer Verbrauch bei 4 Personen). Damit wurde ein korrigierter Datensatz „typischer Haushalt-Stromverbrauch nach Haushaltstyp“ jeweils mit und ohne Geschirrspüler und separates Gefriergerät berechnet.

	Geschirrspüler	Annahme kWh/a	sep. Gefriergerät	Annahme kWh/a
2 P.-HH: typ 3-4 Zi Wg	69.6%	225	46.2%	275
4 P.-HH: typ 5-7 Zi Wg	88.7%	325	59.0%	325
2 P.-HH: typ 3-5 Zi EFH	86.8%	225	90.8%	350
4 P.-HH: typ 6-7 Zi EFH	92.2%	325	95.5%	450

Tab. 1 Vorhandensein von Geschirrspüler und sep. Gefriergerät sowie Annahme Stromverbrauch nach Haushaltstyp, mit Fallzahlen gewichtet (Auswertung Rohdaten VSE-Erhebung 2011).

Schritt 3: Anwendungs-Split einfügen und über das Datengerüst konsolidieren

Die Stromverbrauchsdaten für die typischen Geräte im Haushalt wurden aus verschiedenen Quellen zusammengestellt und auf ein „typisches“ Gerätealter bezogen (Küchen- und Wäschegeräte ca. 6 Jahre, Unterhaltungs- und Heimbüroelektronik ca. 3 Jahre). Eine nützliche Quelle hierzu sind die seit einigen Jahren nach Energie-Etikettenklasse verfügbaren Verkaufszahlen des FEA [12], welche seit 2012 von Topten.ch in Zusammenarbeit mit dem FEA aufbereitet und publiziert werden. Mit diesen Inputdaten wurde eine Anwendungs-Split-Tabelle erstellt (vgl. Tabelle 4, Ergebnisteil).

Das Datengerüst der Tabelle 4 muss verschiedenen Konsistenz-Anforderungen genügen, so z.B.:

- „Sockel“-Verbrauch und Verbrauch pro Person entsprechend Gerät abgestimmt
- Werte MFH versus EFH angemessen abgestuft
- Das Total pro Haushalt muss mit den Werten aus den Schritten 1 und 2 korrespondieren (minimale Korrekturen waren erforderlich).

Verbrauchswerte in starkem Wandel

Aufgrund der technischen Entwicklung und von Vorschriften ist die Effizienz der Beleuchtung, der Kühl- und Gefriergeräte und der Tumbler in starkem Wandel; d.h. beim Ersatz kommen sehr viel effizientere Geräte zum Einsatz. Besonders rasch ist der Wandel bei der Beleuchtung, weil die alten, nicht mehr erhältlichen Normal-Glühlampen eine Lebensdauer von nur 1000 Stunden haben und deshalb zum grossen Teil innert wenigen Jahren ersetzt werden. Die „Plug-in“ LED-„Birnen“ sind zwar noch relativ teuer, aber aus wirtschaftlicher Sicht ein sehr günstiger Ersatz ohne die Nachteile der Stromsparlampen. Deshalb sind die typischen Verbrauchswerte für Beleuchtung sowie Kühl- und Gefriergeräte gegenüber 2007 stark reduziert und sie werden rasch weiter zurückgehen. Auch bei Tumbler steht eine starke Reduktion aufgrund der Vorschriften (Klasse A ab 2012) bevor.

Um diesen Wandel zu berücksichtigen und auch um für die Kommunikation Anhaltspunkte zu Sparpotenzialen zu erhalten, wurden hierzu Abschätzungen erstellt, welche sich u.a. auf die Arbeiten zur Suffizienz in einem Forschungsprojekt der Stadt Zürich [13] stützen; vgl. Ergebnisteil.

Ausgewählte Grafiken zur Bestimmung von Medianwerten

Auf den folgenden Seiten werden Grafiken mit geordneten Stromverbrauchswerten für verschiedene Haushalt-Kategorien dargestellt und kommentiert. Sie liefern Informationen zum besseren Verständnis der daraus hergeleiteten „typischen“ Verbrauchswerte.

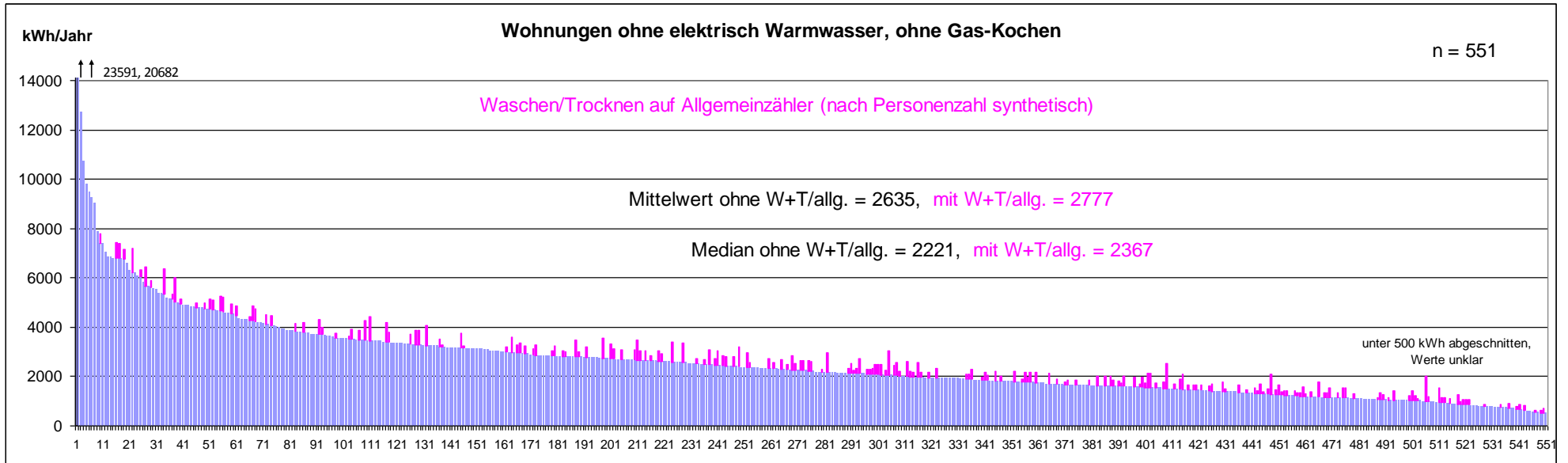


Fig. 6 MFH-Wohnungen ohne elektrisch Warmwasser, ohne <500 kWh, ohne „Allgemein“-Strom, geordnet nach Jahres-Stromverbrauch. Waschen + Trocknen auf Allgemein-Zähler synthetisch berechnet und in der Grafik addiert. Der Medianwert „mit Waschen + Trocknen allgemein“ lässt sich nicht aus dieser Grafik ablesen, er wurde aus der Tabelle ermittelt.

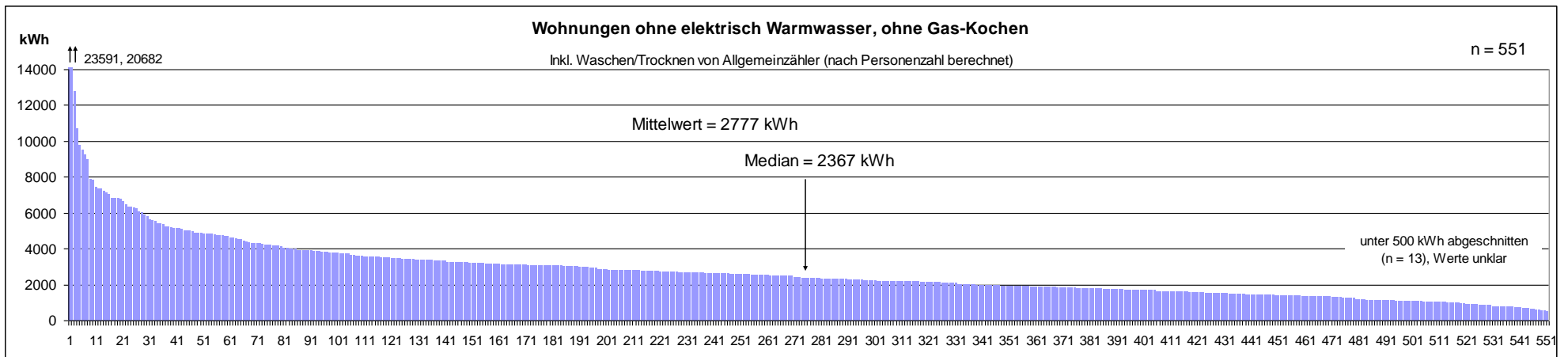


Fig. 7 MFH-Wohnungen ohne elektrisch Warmwasser, ohne <500 kWh, ohne Gas-Kochen, inkl. Waschen + Trocknen auf Allgmeinzähler „synthetisch“, geordnet nach Jahres-Stromverbrauch. Enthält den „Allgemein“-Strom nicht, ausser Waschen + Trocknen. Da die Daten neu geordnet wurden, ist gegenüber Fig. 6 (violett) qualitativ kein Unterschied erkennbar, jedoch sind Mittelwert und Median höher.

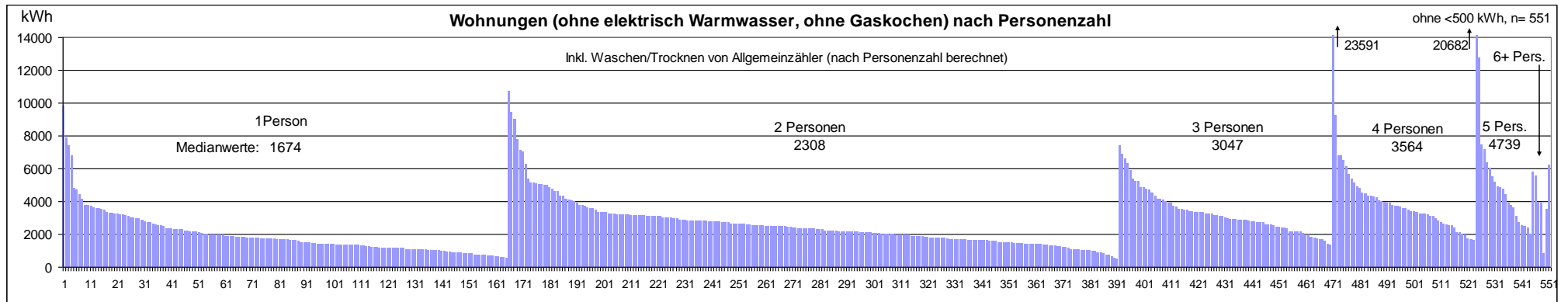


Fig. 8 MFH-Wohnungen ohne elektrisch Warmwasser, ohne Gas-Kochen, ohne „Allgemein“-Strom, geordnet nach Personenzahl und Jahres-Stromverbrauch
 Die Analyse nach Personenzahl ergibt ein plausibles Bild. Die Medianwerte wachsen mit der Personenzahl. Bei 3 und mehr Personen kommen keine sehr tiefen Verbräuche mehr vor, ausser 1 „Ausreisser“ (826 kWh) mit 6 Personen, 5 Zimmern. Recht hohe Extremwerte kommen auch bei Ein- und Zweipersonen-haushalten vor.

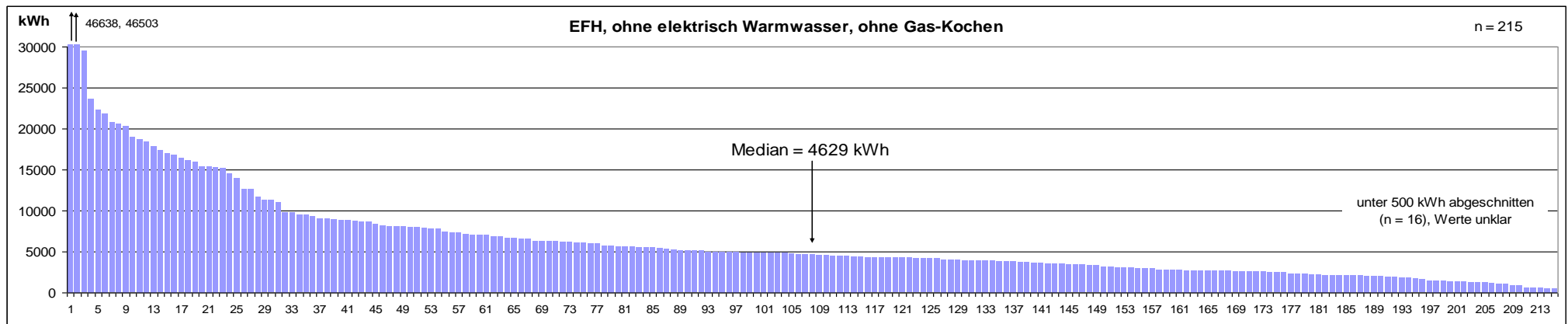


Fig. 9 Einfamilienhäuser ohne elektrisch Warmwasser, ohne Gas-Kochen, inkl. Gebäudetechnik, geordnet nach Jahres-Stromverbrauch.
 Im Vergleich zu den Werten bei MFH-Wohnungen liegt das Niveau und der Median hier etwa um Faktor 2 höher, was durch die Gebäudetechnik (MFH ohne „Allgemein“-Strom) und die generell grosszügigere Ausstattung bei EFH zu erklären ist. Es fällt auf, dass trotzdem recht viele (18) Werte unter 1500 kWh und sogar 7 Werte unter 1000 kWh vorkommen. Die 3 Extremwerte über 25'000 kWh lassen sich aus den abgefragten Daten nicht plausibel erklären.

Ergebnisse

Die Hauptergebnisse im Überblick

Figur 10 zeigt den typischen Haushalt-Stromverbrauch nach Personenzahl, getrennt für MFH-Wohnungen und EFH.

Welches soll nun der als „typisch“ zu kommunizierende Haushalt bzw. Stromverbrauch sein? Der häufigste Haushaltstyp ist seit über 20 Jahren der Einpersonenhaushalt (2010: 38%), der jedoch von der Bevölkerung kaum als „typisch“ empfunden wird. Dies kann jedoch für den Zweipersonenhaushalt (33%, ca. 21% davon in MFH) gelten, obwohl „auf dem Lande“ sogar oft der Vierpersonenhaushalt im EFH („Familienhaushalt“, 3,9%) als typisch empfunden wird. Vgl. dazu auch Schlussfolgerungen.

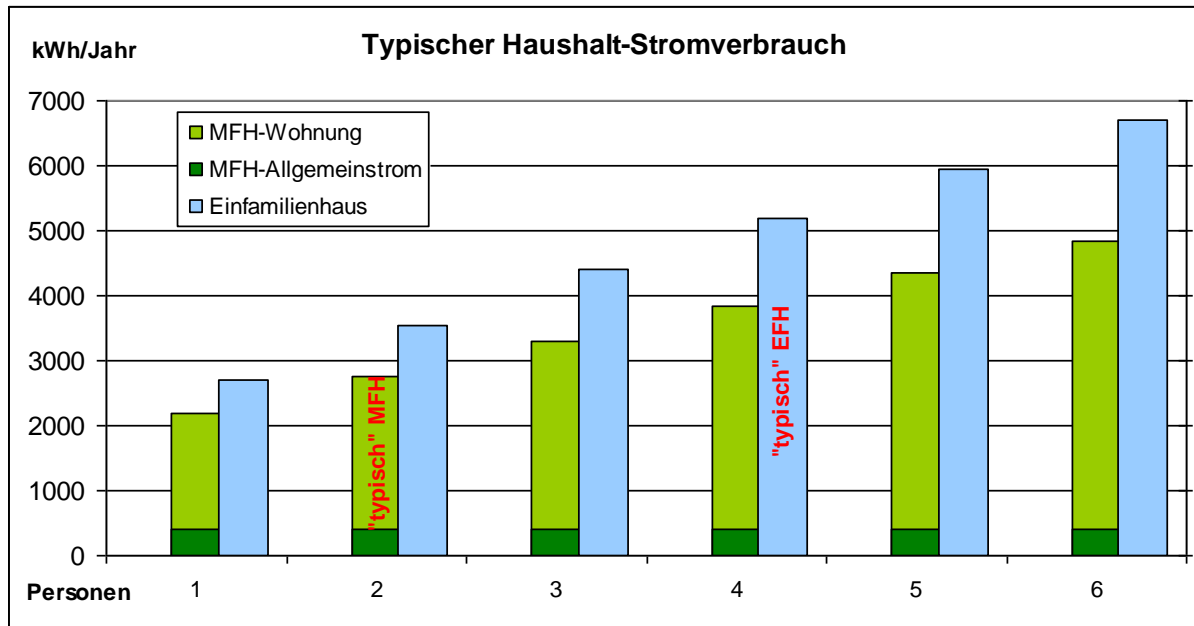


Fig. 10 Zusammenstellung der typischen Haushalt-Stromverbrauchswerte nach Personenzahl (MFH = Mehrfamilienhaus, „Allgemein“-Stromverbrauch für Gebäudetechnik dunkelgrün). Ausstattung rechnerisch standardisiert: mit Geschirrspüler, ohne separates Gefriergerät.

	Personen- zahl	Typische Zimmerzahl	Basiswert kWh/Jahr	ggf. ohne Geschirrspüler, weniger	ggf. sep. Gefriergerät, zusätzlich
Wohnungen in MFH, inkl. 400 kWh Allgemein- strom für Ge- bäudetechnik	1	2-4	2200	- 225	275
	2	3-4	2750	- 250	275
	3	3-5	3300	- 275	325
	4	4-5	3850	- 300	325
	5	4-6	4350	- 325	350
	6	5-7	4850	- 350	350
Einfamilienhaus (inkl. Gebäude- technik)	1	(3-5)	2700	- 225	350
	2	4-6	3550	- 250	350
	3	4-7	4400	- 275	400
	4	5-7	5200	- 300	400
	5	5-7	5950	- 325	450
	6	(5-8)	6700	- 350	450

Tab. 2: Basiswerte des typischen Haushalt-Stromverbrauchs (inkl. Geschirrspüler), Grafik vgl. Figur 10. Die typische Zimmerzahl dient nur zur Orientierung.

Wie die Personenzahl zu verstehen ist:

- Die Personen sollen mindestens an Werktagen anwesend sein, d.h. wenigstens abends und in der Regel für 2 Mahlzeiten.
- Kinder bis ca. 10 Jahre sind als ca. „½ Person“ zu rechnen.
- Jugendliche ab ca. 11 Jahren sind wie Erwachsene zu rechnen.

Standard-Geräteausstattung der Basis-Haushaltstypen:

- Ohne elektrisch erwärmtes Warmwasser
- Ohne separates Gefriergerät (Gefrierschrank oder -Truhe)
- Mit Geschirrspüler (normal kalt angeschlossen)
- Inkl. Waschen + Trocknen (2/3 der Wäsche in Tumbler Energieklasse B/C getrocknet)
- Inkl. Gebäudetechnik (Umwälzpumpe, Brenner, Ventilatoren, Aussenbeleuchtung etc.)

Die zugrunde gelegten Geräte sind guter Standard und mittleren Alters, d.h. Küchen- und Wäschege-
räte ca. 6 Jahre alt, Unterhaltungs- und Heimbüroelektronik ca. 3 Jahre. Bei abweichender Ausstat-
tung lassen sich Korrekturen berechnen, vgl. „Korrekturen“ unten.

Vergleich mit den Werten der S.A.F.E.-Studie 2007

Die sehr detaillierten Fragen bzw. Antworten der VSE-Studie 2011 erlauben, die Vielfalt der Haushalt-
Kategorien besser zu berücksichtigen als in der starken Vereinfachung von 2007 [1]. Eine wichtige
Erkenntnis ist auch der grössere Unterschied von Einfamilienhäusern zu Wohnungen bei jeweils glei-
cher Personen- und Zimmerzahl. Die VSE-Erhebungsdaten zur Ausstattung der Haushalt-Kategorien
mit „Schlüssel-“ Geräten wie Geschirrspüler oder separate Gefriergeräte erlauben entsprechende
Differenzierungen des Haushalt-Stromverbrauchs, so dass fast jeder Haushalt einen passenden „typi-
schen“ Vergleichs-Stromverbrauchswert finden kann.

	Jahr Studie	Wohnungen in MFH, inkl. Allgemeinstrom	Einfamilienhaus, inkl. Gebäudetechnik
2 Personen	2007	3500	4500
	2013	2750	3550
4 Personen	2007	4500	5500
	2013	3850	5200

Tab. 3 Die wichtigsten vergleichbaren Werte der Studien 2007 / 2013 (kWh/Jahr, 2013 ohne sepa-
rates Gefriergerät)

Die wesentlich tieferen Werte der Analyse 2013 (Daten von 2011) gegenüber 2007 (Daten von 2005)
haben vor allem folgende Gründe:

- Die neuen Basiswerte stützen sich vor allem auf „Median“-Werte statt Mittelwerte der 2011er Haushalt-Erhebung; Mediane bilden die „typischen“ Werte besser ab als Mittelwerte. Der Median teilt eine Liste von Werten in zwei Hälften gleicher Anzahl, wobei die eine Hälfte höhere, die andere tiefere Werte als der Median aufweist.
- Wesentlich effizientere Geräte 2011 (Kühl- und Gefriergeräte, Beleuchtung, Waschen etc.).
- Die Werte von 2007 enthalten 60% Verbrauchsanteil eines separaten Gefriergeräts, die Basiswerte von 2013 gelten ohne separates Gefriergerät.
- Weniger schematische Vereinfachungen und Rundungen 2013 gegenüber 2007, z.B. Mehrverbrauch pro Person nicht mehr unabhängig vom Haushaltstyp; sowie genauere Differenzierung MFH/EFH, gestützt auf Erhebungsdaten. Bei EFH wurden für die Gebäudetechnik gegenüber 2007 zutreffendere (tiefere) Werte eingesetzt.
- „Allgemein“-Stromverbrauch für MFH 400 statt 2007 500 kWh pro Wohnung.

Aufteilung des Stromverbrauchs nach Anwendungen

Gegenüber der Aufteilung nach Anwendung von 2007 ergeben sich beim Zweipersonenhaushalt im MFH (Fig. 11) nur wenige wesentliche Änderungen: Tiefere Anteile bei Kühl- und Gefriergeräten und Beleuchtung wegen höherer Effizienz; höhere Anteile für Unterhaltungselektronik und Heimbüro wegen zunehmender Gerätezahl und Nutzungsintensität. Weil Geschirrspüler zu 100% enthalten sind, steigt dessen Anteil gegenüber 2007 (nur 60% angenommen).

Bei der Aufteilung im EFH (Fig. 12) wurde ein Vierpersonenhaushalt dargestellt, da diese Personenanzahl für EFH angemessener ist. Der immer noch hohe Anteil Gebäudetechnik (wenn auch tiefer als in der Darstellung 2007) ist vor allem durch grosse Stromverbräuche von Heizungspumpen, -Brenner (Ölheizung) und Glühlampen in der Aussenbeleuchtung bedingt. Bei Neubauten bzw. neuen Anlagen vermindern sich diese Werte stark.

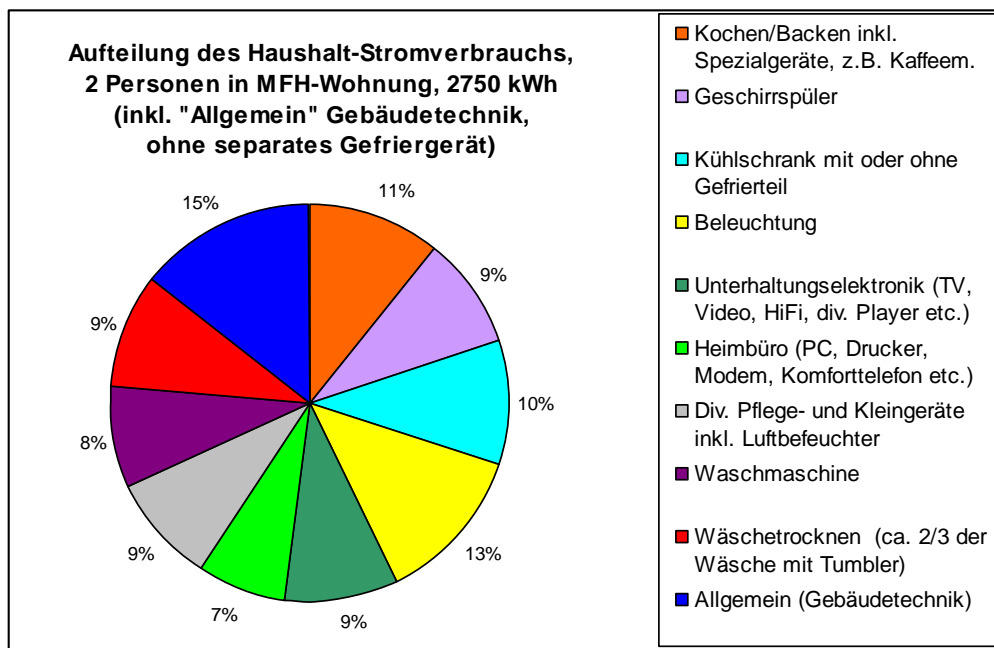


Fig. 11 Aufteilung des Haushalt-Stromverbrauchs, 2 Personen in MFH-Wohnung. Der „Allgemein“-Stromverbrauch (400 kWh) erscheint nicht auf dem Wohnungszähler!

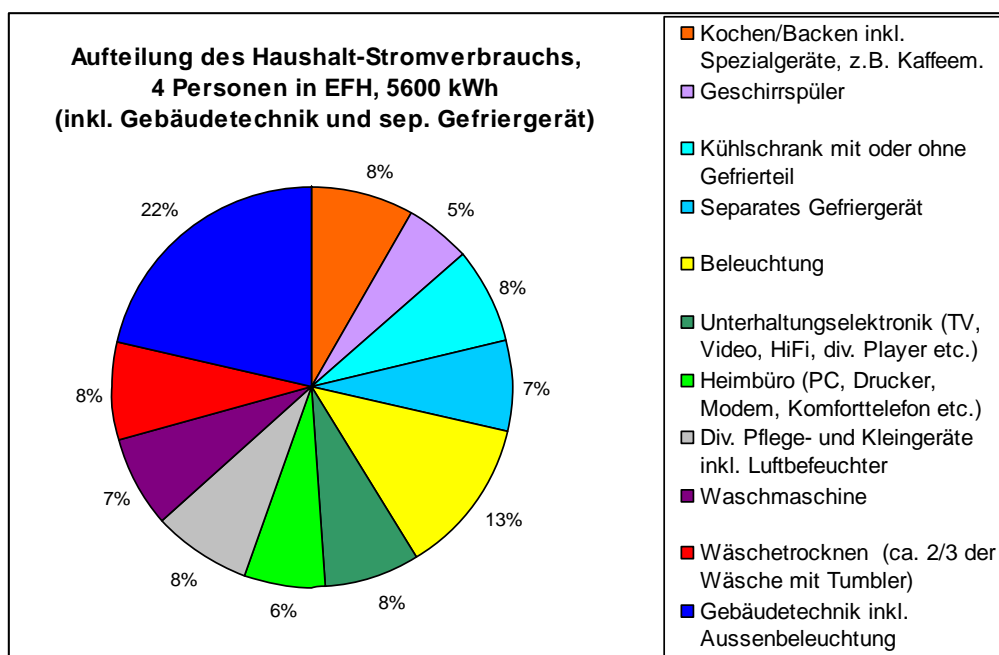


Fig. 12 Aufteilung des Haushalt-Stromverbrauchs, 4 Personen in Einfamilienhaus. Die Gebäudetechnik (900 kWh) wird hier über den Wohnungs- (EFH-) Zähler verrechnet.

In der detaillierten Darstellung der Aufteilung nach Anwendungen (Tabelle 4) wird – anders als in der stark vereinfachten Darstellung von 2007 – berücksichtigt, dass der Stromverbrauch von Geräten und Einrichtungen nicht linear von der Personenzahl abhängt, sondern dass der Typ des Haushalts, insbesondere auch ob MFH-Wohnung oder EFH, ebenfalls eine Rolle spielt. Bei den meisten Anwendungen ist auch zu beachten, dass es einen „Sockelverbrauch“ gibt und dann der Mehrverbrauch für die zweite, dritte usw. Person viel kleiner als der Sockel ist. Bei einigen Anwendungen sind die Unterschiede nicht eigentlich personenabhängig, sondern durch grössere Geräte beim grösseren Haushalt bedingt (Kühl- und Gefriergeräte). Die Werte wurden z.T. auch gerundet und etwas angepasst, um das Zahlengerüst mit der Personen-Abstufung möglichst konsistent zu machen.

Gerätekategorie	Wohnung in MFH			Einfamilienhaus		
	2 Personen	pro zusätzliche Person	4 Personen	2 Personen	pro zusätzliche Person	4 Personen
Kochen/Backen inkl. Spezialgeräte, z.B. Kaffeemaschine	300	80	460	300	80	460
Geschirrspüler	250	25	300	250	25	300
Kühlschrank mit oder ohne Gefrierenteil	275	40	355	325	60	445
Separates Gefriergerät	275	25	325	350	25	400
Beleuchtung	350	90	530	450	125	700
Unterhaltungselektronik (TV, Video, HiFi, div. Player etc.)	250	60	370	275	80	435
Heimbüro (PC, Drucker, Modem, Komforttelefon etc.)	200	60	320	200	80	360
Div. Pflege- und Kleingeräte inkl. Luftbefeuchter	250	45	340	325	60	445
Waschmaschine	225	65	355	250	78	405
Wäschetrocknen (ca. 2/3 der Wäsche mit Tumbler)	250	85	420	275	88	450
Allgemein (Haustechnik)	400			900	150 *	1200 *
Total	3025	575	3775	3900	850	5600
Total ohne sep. Gefriergerät	2750	550	3450	3550	825	5200

Tab. 4 Typischer Haushaltstromverbrauch nach Anwendungen, in kWh/Jahr

Bei den **blau hervorgehobenen** Anwendungen kein Unterschied MFH/EFH

* Mehrverbrauch Gebäudetechnik EFH 3 und 4 Personen: grösseres Haus angenommen.

Korrekturen nach Besonderheiten des Haushalts

Wer einen genaueren Vergleich machen möchte, vor allem wenn der Haushalt deutlich von der Standard-Geräteausstattung oder bezüglich Zimmerzahl oder Fläche abweicht, kann mit den folgenden Korrekturansätzen die Abweichungen erklären bzw. es kann ein angepasster Vergleichswert berechnet werden.

Elektrische Wassererwärmung

Die typischen Verbrauchswerte von Elektroboilern bleiben gegenüber der Studie 2007 unverändert (aber der Basiswert für 1 Person ist angegeben); sie werden jedoch differenziert nach MFH/EFH und um Werte für die Wassererwärmung mit Wärmepumpenboiler (nur im EFH einsetzbar) ergänzt. Weil im EFH die Wassererwärmung i.d.R. im Keller ist, ergeben sich grössere Verluste und damit etwas höhere Verbrauchswerte für den Elektroboiler. Auch Haushalte mit Wärmepumpenboiler konnten ausgewertet werden. Die Werte von Tabelle 5 werden von den Erhebungsdaten 2011 gestützt.

	MFH-Wohnung, 1 Person	EFH, 1 Person	Pro zusätzliche Person (MFH & EFH)
Elektroboiler (Elektro-Wassererwärmer)	1200	1400	800
Wärmepumpenboiler (EFH)	-	450	260

Tab. 5 Zusätzlicher Stromverbrauch mit elektrischer Wassererwärmung (kWh/Jahr)

Zimmerzahl

Wenn die effektive Zimmerzahl deutlich, d.h. mehr als 1, vom Bereich der „typischen Zimmerzahl“ gemäss Tabelle 2 abweicht, oder wenn die Räume ungewöhnlich gross (oder klein) sind, kann die folgende Korrektur zu einem besseren Vergleichswert führen. Mehr- bzw. Minderverbrauch ergeben sich vor allem bei Beleuchtung und Unterhaltungselektronik (Standby!) sowie im EFH durch die Gebäudetechnik.

- Weniger Zimmer und/oder kleine Flächen: Basiswert um 5 bis 10% reduzieren
- Mehr Zimmer und/oder grosse Flächen: Basiswert um 5 bis 10% erhöhen.

Kochen und Backen

- Wenn besonders intensiv gekocht und oft gebacken wird und wenig auswärts warm gegessen wird, kann dies den Basiswert um 50 bis 100 kWh pro Person erhöhen.
- Umgekehrt ist bei wenig intensivem Gebrauch von Kochherd und Backofen und häufigem Auswärts-Essen eine Reduktion des Basiswerts um 50 bis 75 kWh pro Person möglich.

Effiziente Lampen

Die Basiswerte gelten für einen Anteil an effizienten Lampen von etwa 40 bis 50% (Stromsparlampen, LED, Leuchtstoffröhren). Achtung: Halogen- oder „Eco-Halogen“-Lampen sind nicht effizient!

	Korrektur MFH- Wohnung 2 Personen	Korrektur EFH 2 Personen	Pro zusätzliche Per- son (MFH, EFH)
Mehr als 80% effiziente Lampen	- 200	- 275	- 55
Weniger als 20% effiziente Lampen	+ 200	+ 275	+ 55

Tab. 6 Abweichungen/Korrekturen für effiziente Beleuchtung (kWh/Jahr, bezüglich Basiswerten)

Wäschetrocknen an der Sonne oder mit Wärmepumpentrocknern

Wenn kein Wäschetrockner benutzt wird, gilt als Vergleichswert ein reduzierter Basiswert. Da der **Energieverbrauch** fürs Wäschetrocknen gut die Hälfte des Verbrauch „Waschen + Trocknen“ ausmacht, ist die Hälfte des Werts „ggf. ohne Waschen + Trocknen“ von Tabelle 2 vom Basiswert abzuziehen.

Beispiel MFH-Wohnung, 2 Personen: $2750 - (475/2) = 2512,5$ kWh

Wenn ein neuer Tumbler der Effizienzklasse A (mit Wärmepumpe) oder ein Raumluft-Wäschetrockner benutzt wird (Stromverbrauch ca. 50% von B/C-Tumbler), ist die Hälfte dieser Korrektur einzusetzen.

Beispiel MFH-Wohnung, 2 Personen: $2750 - (475/4) = 2631$ kWh

Waschmaschine und/oder Geschirrspüler an Warmwasser angeschlossen

Da der grösste Teil der Energie für das Waschen wie auch für Geschirrspüler zum Aufheizen des Wasch-/Spülwassers verwendet wird, bedeutet der Warmwasseranschluss eine wesentliche Stromeinsparung. Dementsprechend ist der Vergleichswert gegenüber dem Basiswert zu reduzieren.

Waschmaschine mit Warmwasseranschluss (spezielle Modelle, vgl. Topten.ch):

Ein Viertel des Werts „ggf. ohne Waschen + Trocknen“ von Tabelle 2 ist vom Basiswert abzuziehen.

Beispiel MFH-Wohnung, 2 Personen: $2750 - (475/4) = 2631$ kWh

Geschirrspüler an Warmwasser angeschlossen:

Die Hälfte des Werts „ggf. ohne Geschirrspüler“ von Tabelle 2 ist vom Basiswert abzuziehen.

Beispiel MFH-Wohnung, 2 Personen: $2750 - (250/2) = 2655$ kWh

Sparpotenziale

Im Zusammenhang mit der Auswertung der VSE-Daten 2011 wurde auch die Frage nach einer Quantifizierung der Sparpotenziale auf der Basis der neuen typischen Verbrauchswerte gestellt. Da diese Fragestellung 2012 im Zusammenhang mit dem Projekt „Grundlagen zu einem Suffizienzpfad Energie am Beispiel Wohnen“ [13] behandelt worden war, konnten mit bescheidenem Aufwand Abschätzungen der Sparpotenziale ermittelt werden. Nachstehend sind diese für die beiden „primär typischen“ Haushaltstypen MFH-Wohnung mit 2 Personen und EFH mit 4 Personen in den Figuren 13 + 14 wiedergegeben. Eine Tabelle auch für weitere Haushaltstypen ist beim Autor verfügbar.

Die beiden Stufen des Sparpotenzials sind wie folgt zu verstehen:

1. „Effiziente Geräte Jahrgang 2012/13“: Gleiche Ausstattung wie Basiswerte, aber Austausch aller Geräte gegen Bestgeräte gemäss topten.ch, Stand anfangs 2013. Die Geräte gemäss Basiswerten sind 6 bzw. 3 Jahre (IKT) alt, also Jahrgang 2005 bzw. 2008
2. Zusätzlich wird als Suffizienz-Schritt ein energiebewusstes Benutzerverhalten angenommen, welches jedoch auch etwas Suffizienz bei der Beschaffung einschliesst; d.h. dass etwas kleinere/einfachere Geräte als üblich zum Einsatz kommen.

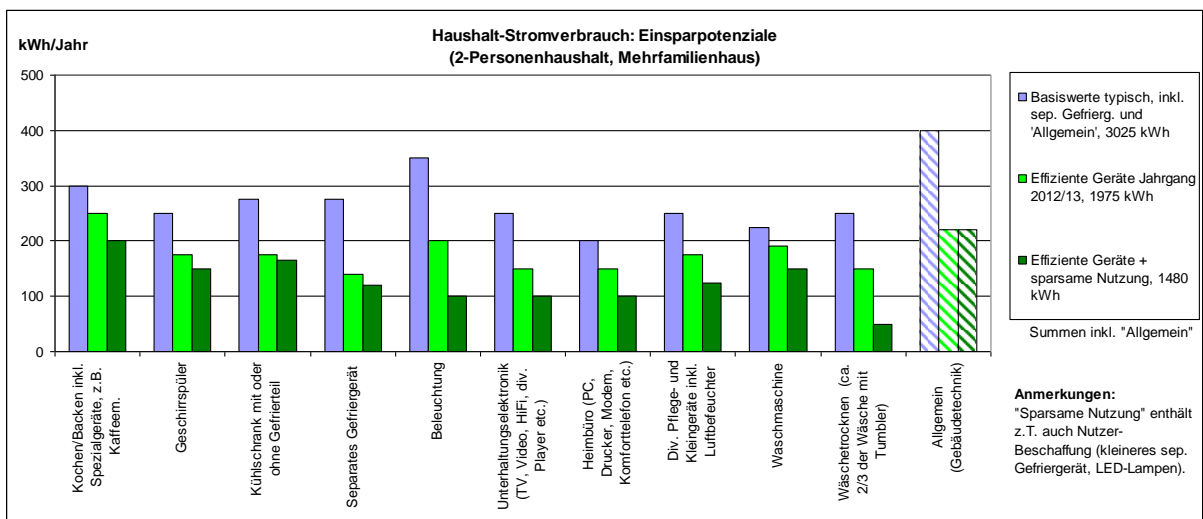


Fig. 13 Effizienzpotenziale beim Haushalt-Stromverbrauch, MFH-Wohnung mit 2 Personen (inkl. separates Gefriergerät und „Allgemein“ Gebäudetechnik)

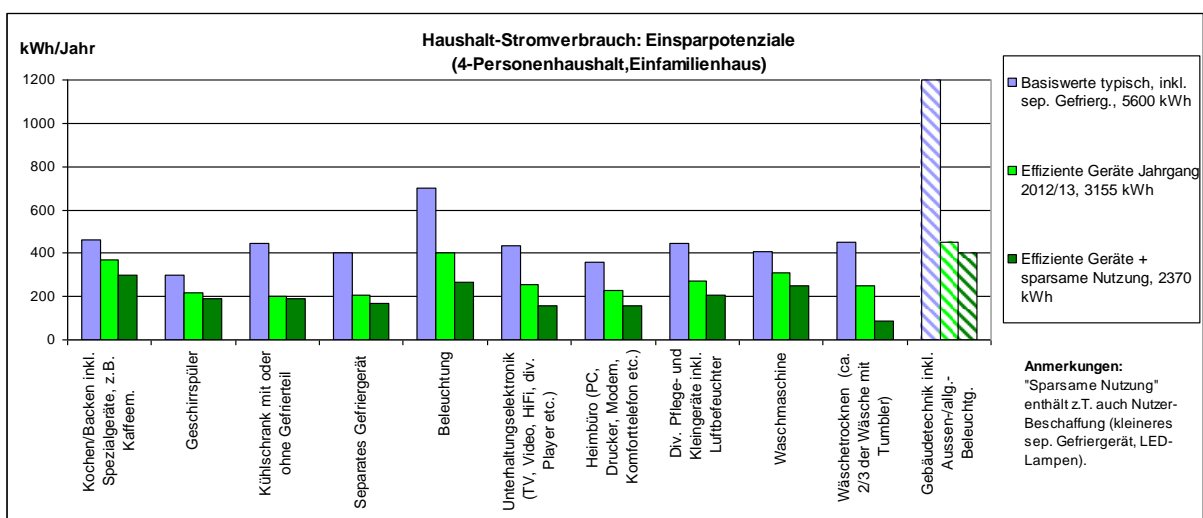


Fig. 14 Effizienzpotenziale beim Haushalt-Stromverbrauch, EFH mit 4 Personen

Erläuterungen zur Stufe 2 (Suffizienz-Schritt):

Kochen/Backen:

Die Einsparpotenziale beim Kochen auf dem Herd sind sehr gross, v.a. durch Kochen mit Deckel, Isoliertopf, Dampfkochtopf, Ausnützung von Restwärme, Backen auf mehreren Etagen, etc. Spezialgeräte sind z.T. wesentlich sparsamer als der Herd, z.B. Wasserkocher. Kaffeemaschinen können nach Nutzung sofort abgeschaltet werden.

Geschirrspüler:

Gute Auslastung (Gerät ganz füllen) und Sparprogramme ergeben das Sparpotenzial.

Kühlschrank mit oder ohne Gefrierteil sowie Gefriergerät:

Das Sparpotenzial durch Verhalten ist klein: keine warmen Güter hineinstellen, Tür nicht lange offen lassen. Bei der Beschaffung von Gefriergeräten kann durch Truhe statt Schrank und ein kleineres Gerät Strom gespart werden.

Beleuchtung:

Neben dem Einsatz von Spar- bzw. LED-Lampen kann durch Licht löschen und weniger lang + intensiv beleuchten viel gespart werden.

Unterhaltungselektronik sowie Heimbüro:

Nach der Beschaffung effizienter und evtl. kleinerer Geräte (TV) lässt sich durch energiebewusste Nutzung (weniger lang, Bereitschaft und Standby vermeiden) Strom sparen.

Div. Pflege- und Kleingeräte inkl. Luftbefeuchter:

Betrieb unnötiger Geräte vermeiden (Luftbefeuchter...), unnötig intensiven Betrieb vermeiden (Staubsauger, Bügeln...)

Waschmaschine

Das Sparpotenzial liegt einerseits in guter Füllung der Maschine und der Wahl tieferer Waschttemperaturen, aber auch darin, nicht übermässig häufig zu waschen.

Wäschetrocknen (ca. 2/3 der Wäsche mit Tumbler):

Der Einsatz eines A-Klasse Tumblers bringt 50% Einsparung. Sparsame Nutzung (Trocknen im Freien, Balkon, Estrich, z.T. in der Wohnung) erlaubt sehr grosse Einsparungen, ist aber je nach Wohnsituation unterschiedlich möglich.

Hinweise zur Gebäudetechnik

Im Mehrfamilienhaus erscheint der so genannte „Allgemeinstrom“ nicht auf dem Wohnungszähler, obwohl er natürlich zum gesamten Stromverbrauch einer Wohnung gehört.

Im Einfamilienhaus hingegen wird meist alles über einen Stromzähler abgerechnet, ausser in manchen Fällen die Heizungswärmepumpe (u.U. Spezialtarif). Zur Gebäudetechnik zählen:

- Heizungspumpe(n) und Brenner sowie Heizungs-Steuerung, ggf. Tankschutz
- Aussen- und z.T. Allgemein-Beleuchtung (Keller etc.)
- Sonnerie, Türöffner, Sicherheitsanlagen etc.
- Lüftungsventilatoren (Bad-/WC, Küchenabluft)

Die Gebäudetechnik im Basisfall entspricht einer Ölheizung mit älterer Pumpe und einem Anteil (Halogen-) Glühlampen bei der Aussen-/Allgemeinbeleuchtung, dazu kommen kleinere Verbraucher wie Sonnerie/Türöffner/Gegensprechanlage, Tankschutz, etc. Im MFH läuft auch eine allfällige zentrale Abluftanlage über den Allgemein-Zähler.

Beim EFH-4-Personenhaushalt ist ein grösseres Haus zugrunde gelegt, was sich in einem Mehrverbrauch für Gebäudetechnik auswirkt. Allerdings bewohnen häufig 2 Personen ein grosses EFH.

Neue Anlagen und Beleuchtungen sind sehr viel sparsamer, deshalb der grosse Einspar-Schritt bei Stufe 1. Durch geschickte Einstellungen, auch bei der Aussenbeleuchtung, lässt sich im EFH zusätzlich etwas sparen (Stufe 2).

Ausgewählte Grafiken zu Gerätebesitz und Benutzerverhalten

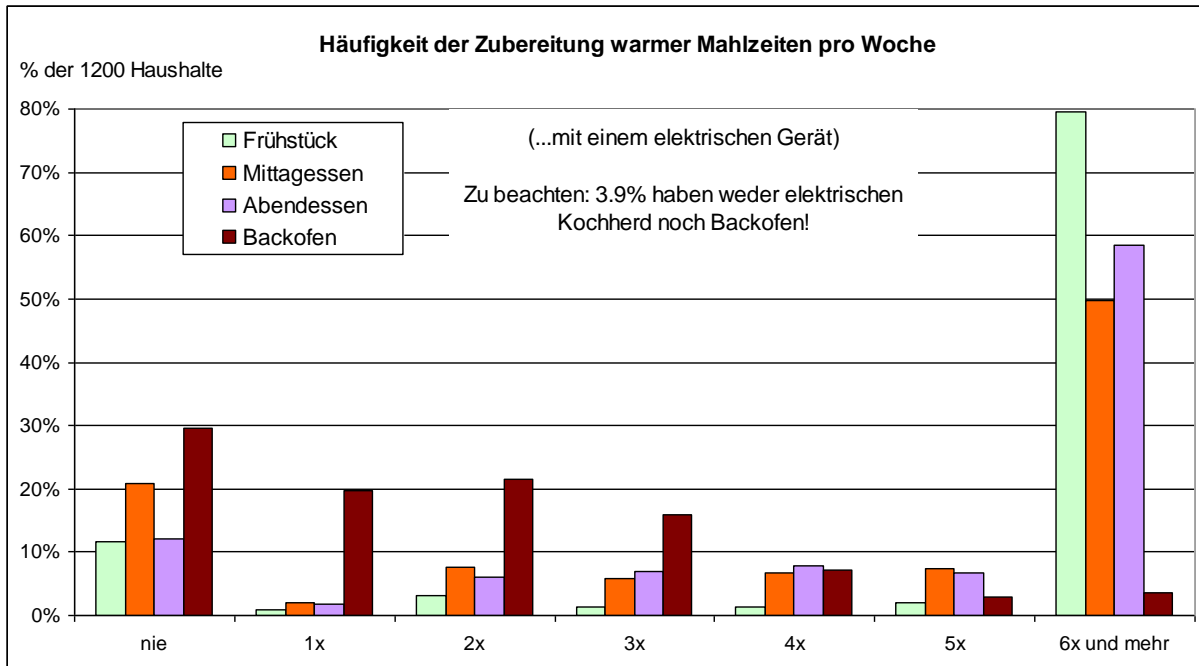


Fig. 15 Häufigkeit der Zubereitung warmer Mahlzeiten. Bestätigt den im Vergleich zu anderen Anwendungen und früheren Werten tiefen Stromverbrauch „Kochen/Backen“.

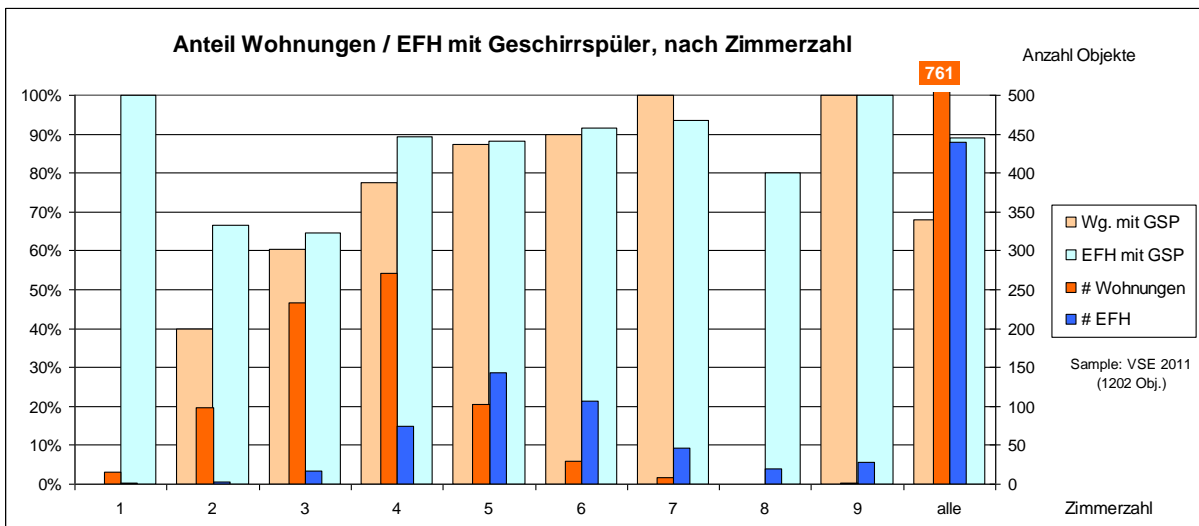


Fig. 16 Verbreitung von Geschirrspülern: ab 4-Zimmerwohnung/EFH Standard.

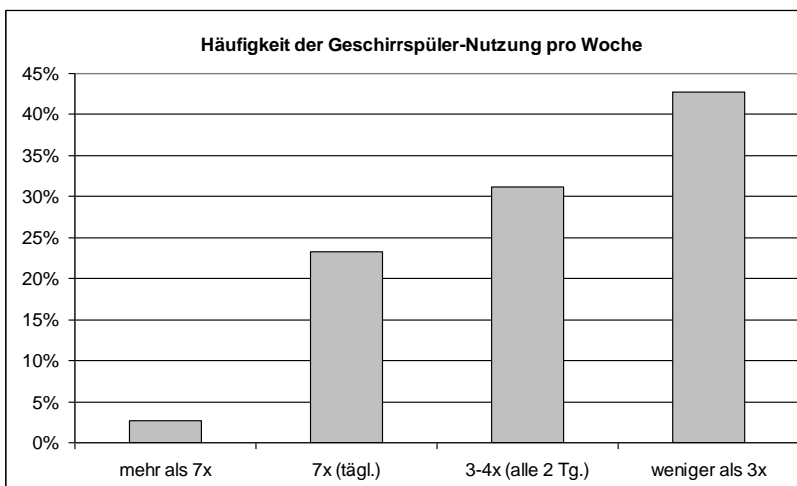


Fig. 17 Geschirrspüler-Nutzung: y% der Besitzer nutzen ihn pro Woche x-mal. n= 909 Haushalte mit Geschirrspüler.

Typisch sind somit deutlich weniger als die 280 jährlichen Spülgänge gemäss Energie-Etikette.

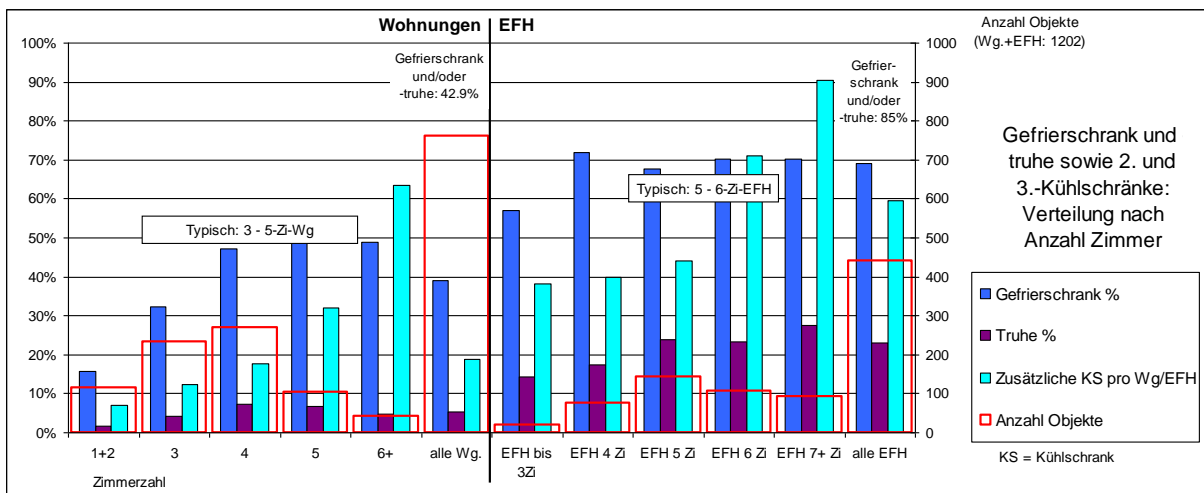


Fig. 18 Verbreitung von Gefriergeräten und 2./3.-Kühlschränken

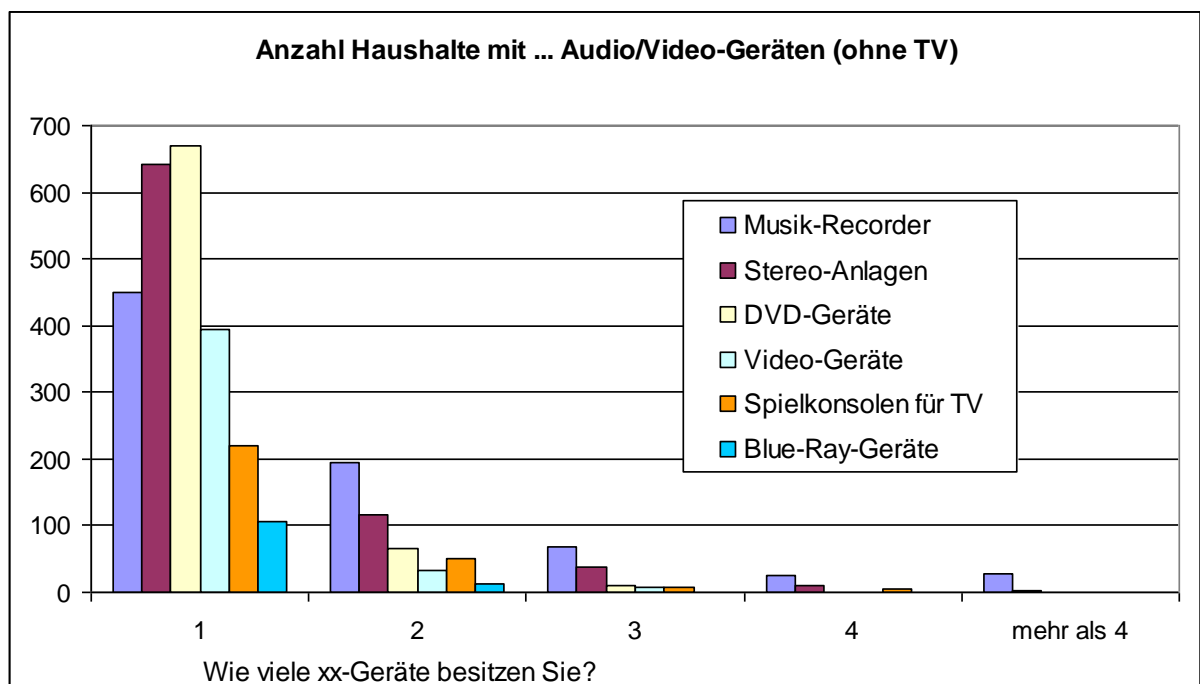


Fig. 19 Verbreitung von Audio-/ Video-Geräten (ohne TV), Grundgesamtheit 1200 Haushalte.

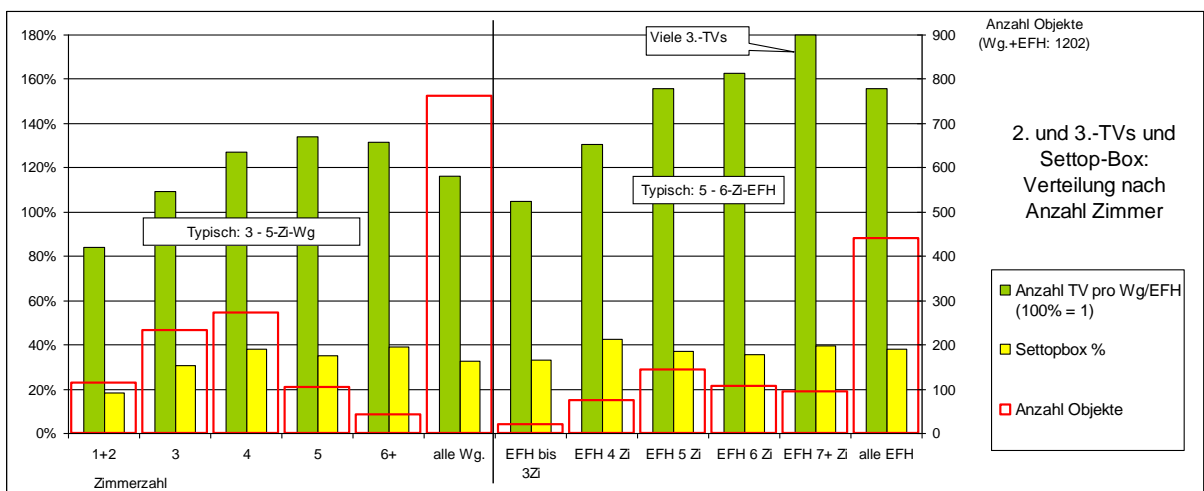


Fig. 20 Verbreitung von Fernsehern, 2. und 3.-Geräten, sowie Settop-Box. 9 Haushalte [0.75%] haben 4, einer hat 5 TVs

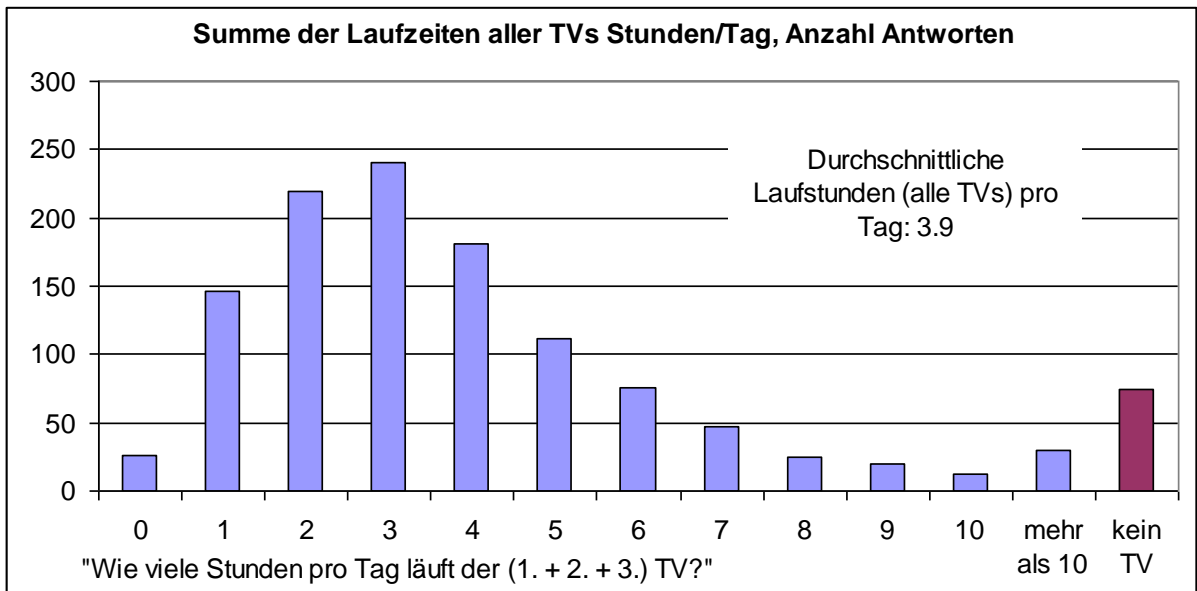


Fig. 21 Laufzeiten der Fernseher, pro Haushalt über alle TVs summiert. Der Durchschnitt wird von „Vielfernsehern“ erhöht, typisch sind knapp 3 Stunden

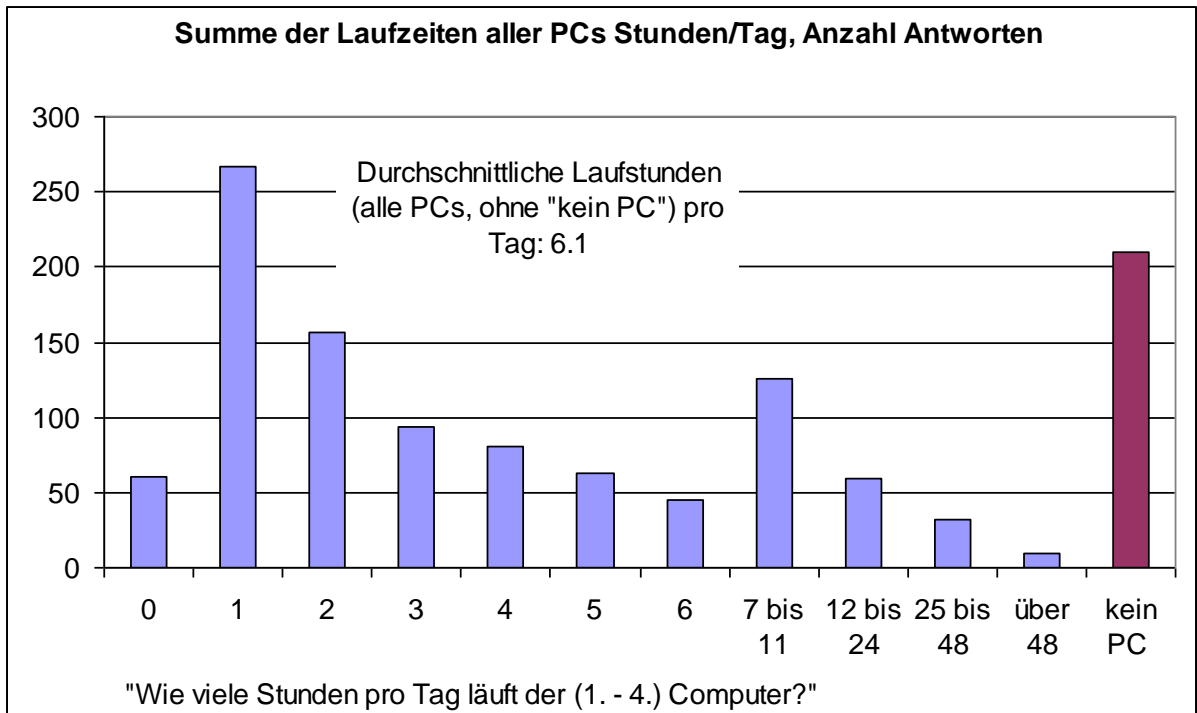


Fig. 22 Laufzeiten der PCs und Laptops, pro Haushalt über alle Geräte summiert. Der Durchschnitt wird von „Power-usern“ stark erhöht, am häufigsten ist 1 Stunde, typisch sind auch noch 2 bis 3 Stunden. Für den resultierenden Stromverbrauch spielen jedoch auch Periferie und Standby eine Rolle.

Diskussion der Ergebnisse

Publikationen von VSE und EBP zur Haushalt-Erhebung 2011

Die bereits veröffentlichten Berichte des VSE [6] sowie von Ernst Basler + Partner AG [5] liefern Haushalt-Verbrauchszahlen, die nicht mit denjenigen der vorliegenden (S.A.F.E.-) Studie vergleichbar sind. Sie beruhen nämlich auf einem komplexen Rechenmodell zur Ermittlung standardisierter Geräte-Verbrauchswerte aus den erhobenen Haushaltsdaten und wurde ohne Berücksichtigung des effektiven Stromverbrauchs der Haushalte (vom EVU geliefert) berechnet. Der ermittelte Verbrauch wird als „durchschnittlicher Verbrauch“ (VSE) bzw. „mittlerer Jahresstromverbrauch“ (EBP) pro Haushalttyp bezeichnet, er enthält offenbar auch Anteile des Gebäudetechnik-Stromverbrauchs und evtl. der elektrischen Wassererwärmung. Aufgrund verschiedener in der EBP-Studie vorgenommener Korrekturen und einer „Umgewichtung“ auf BFS-Personenbelegungswerte werden mehrere Werte pro Haushalttyp aufgeführt, deren Entstehung nicht ohne weiteres nachvollziehbar ist. Das detaillierte Rechenmodell ist gemäss Anfrage bei EBP für Aussenstehende nicht erhältlich. Letztlich wurden aber vom VSE die Werte gemäss Spalte 2 in Tabelle 7 kommuniziert [6]. Die aus den Einzelberechnungen resultierenden (Spalte 3) liegen jedoch wesentlich näher bei den S.A.F.E.-Werten 2013 (hier ohne „Allgemein-Strom“ bzw. Gebäudetechnik) und würden wohl besser dem „typischen“ Verbrauch entsprechen.

Haushaltstyp	VSE / EBP: als „durchschnittlich“ kommuniziert	EBP: MFH <i>ohne</i> , EFH inkl. Gebäudetechnik, vor „Plausibilisierung“	EBP: (...), nach „Plausibilisierung“	S.A.F.E./ Nipkow 2013, „typisch“, MFH <i>ohne Gebäudetechnik</i>
MFH 1 Person	1984	1716	2031	1800
MFH 2 Personen	2639	2186	2701	2350
MFH 3 Personen	3152	2564	3191	2900
MFH 4+ Personen	4135	3093	4180	3450 (4 P.)
MFH 5 Personen				3950
EFH 1 Person				2700
EFH 1 - 2 Personen	5005	3651	5132	
EFH 2 Personen				3550
EFH 3+ Personen	7164	5240	7435	
EFH 3 Personen				4400
EFH 4 Personen				5200
EFH 5 Personen				5950

Tab. 7 Zusammenstellung der Stromverbrauchswerte nach Haushaltstyp, gemäss Studien bzw. Publikationen EBP [5], VSE [6] und S.A.F.E./Nipkow 2013

Berichte von Prognos und Infrass/TEP/Prognos

Von Prognos bzw. Infrass/TEP/Prognos wurden zwei jährlich aufdatierte Berichte konsultiert:

- Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2011 nach Verwendungszwecken [7]
- Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 - 2011. Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken und Ursachen der Veränderungen [8].

In beiden Berichten werden die ermittelten Werte nicht auf einzelne Haushalte heruntergebrochen. Die Kategorien-Bezeichnungen sind teilweise anders als sonst in der „Energie-Szene“ gebräuchlich, z.B. Antriebe und Prozesse, worunter Waschen, Trocknen, Kühlen, Gefrieren, Geschirrspüler, und elektrische Kochhilfen fallen, gemäss Abbildung 4-2 in [6]. Im Bericht „Ex-Post-Analyse...“ wurden die Werte feiner differenziert, hinwiederum Kochen und Geschirrspülen zusammengenommen (Fig. 15). Es wird keine einheitliche und allgemein übliche Terminologie verwendet.

Zitate aus „Verwendungszwecke 2012“ [7], S. 25f:

Die Schätzung des Stromverbrauchs von Haushalts- und Elektro-Geräten basiert auf den aktuellen FEA- und SWICO-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2011. Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienz-Klassen. (...)

Methodisch sind die Zweitwohnungen den Privaten Haushalten, die gewerblich vermieteten Ferienwohnungen dem Dienstleistungssektor zuzurechnen. Da die Ferienwohnungen zahlenmässig wahrscheinlich deutlich überwiegen, werden die im Haushaltsmodell ermittelten Energieverbräuche der Zweit- und Ferienwohnungen vom modellmässig ermittelten Gesamttraumwärmeverbrauch aller Wohnungen abgezogen und im Dienstleistungssektor ausgewiesen.

Zum Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern werden der Hilfsenergieverbrauch von Pumpen, Brennern, Gebläsen und Lüftungsanlagen, der Verbrauch von Antennenverstärkern, Waschmaschinen und Tumbler, die über einen Gemeinschaftszähler betrieben werden sowie kleinere, im Zeitablauf abnehmende Mengen an Elektrizität für in den Kellern betriebene Tiefkühlgeräte gezählt. Dieser Stromverbrauch für die gemeinschaftlich genutzte Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern wird ebenso wie der Raumwärmeverbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen nicht den Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugerechnet.

Im Gegensatz zu früheren Ausgaben wurde der Stromverbrauch für die Gemeinschaftsbeleuchtung (Aussenanlagen, Garagen, Kellerräume, Waschräume) nicht mehr in den Dienstleistungsbereich verschoben, sondern bei den Haushalten berücksichtigt.

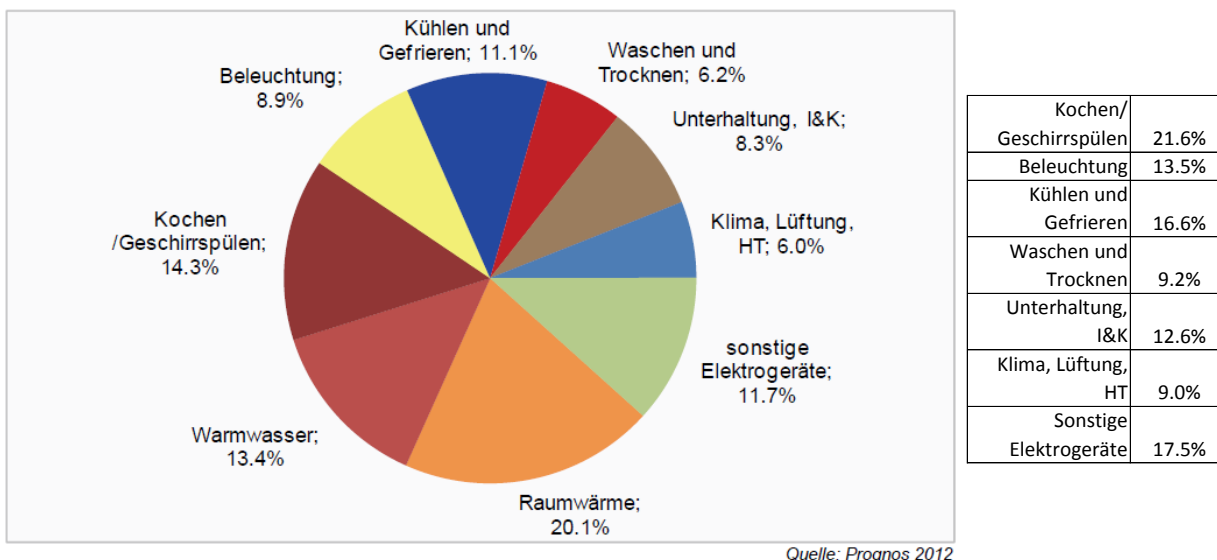


Fig. 23 Abb. 4-3 aus Prognos „Ex post Analyse...“ [8], Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Stromverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2011.

Kleine Tabelle rechts: Anteile ohne Raumwärme und Warmwasser.

Vergleicht man die Aufteilung des Verbrauchs nach Fig. 23 mit den Werten der EBP-VSE-Daten und dem Anwendungs-Split von S.A.F.E. 2013 (Fig. 11/12), so sind grosse Unterschiede ersichtlich. Diese sind durch die unterschiedlichen Methoden und Ziele (z.B. Prognos: Haushalte gesamt, nicht pro Haushalt) erklärbar, können aber für Verwirrung sorgen. Eine einheitliche Darstellung bzw. Zusammenstellung der entsprechenden Verbrauchsanteile des Haushalt-Stromverbrauchs wäre wünschenswert. Auch die Erstellung der Tabelle „Elektrizitätsverbrauch der Ohm’schen Widerstandsheitungen in den privaten Haushalten - Daten bis 2011“ (BFE, kein Impressum, [9]) sollte damit koordiniert werden.

VSE Haushaltserhebung 2005

Experten von Infel und VSE interessierten sich für eine vergleichende Analyse der VSE-Haushalt-Erhebungsdaten von 2011 und 2005 mittels Medianwerten; der VSE lieferte auch die Rohdaten der VSE-Erhebung 2005. Die Auswertung wurde aus Aufwand-Gründen nur bis zu einem gewissen Grad vorgenommen. So sind z.B. 2005 Geschirrspüler und separate Gefriergeräte noch deutlich weniger verbreitet als 2011. Die akribische Korrekturberechnung für diese beiden Geräte (vgl. Kapitel Vorgehen, Schritt 2) konnte nicht im Detail ausgeführt werden. Aus den Näherungsberechnungen geht jedoch hervor, dass die Medianwerte 2011 und 2005 sich recht wenig unterscheiden; es scheint aber doch eine leichte Zunahme gegeben zu haben. Die Unterschiede in der Ausstattung relativieren den Vergleich: „typisch“ 2011 entspricht naturgemäss nicht genau „typisch“ 2005.

Vereinfachend lässt sich sagen, dass die Effizienzgewinne durch effizientere Geräte und Lampen ungefähr durch grosszügigere Ausstattung und z.T. stärkere Nutzung (IKT) kompensiert werden. Das konnte man aber auch ohne Untersuchung vermuten.

Analysen des Haushalt-Stromverbrauchs im Ausland

Selbstverständlich gibt es auch im Ausland oder von internationalen Organisationen Studien zum Haushalt-Stromverbrauch. Deren Ergebnisse mögen zu gewissen Aspekten interessant sein, vor allem zum Vergleich von Haushalten in verschiedenen Ländern oder Klimazonen. Sie können jedoch keinen Beitrag zur Frage des typischen Haushalt-Stromverbrauchs in der Schweiz liefern. Um vergleichbare Werte in anderen Ländern zu liefern, müsste auch die Methodik ähnlich sein, was sich nicht ohne grossen Aufwand eruieren lässt.

Als Beispiel ist eine Grafik des Anwendungs-Splits der Haushalte in den EU-12 Ländern in Figur 24 wiedergegeben, aus dem IEE-Projektbericht „Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe“ REMODECE [14], welcher im Nov. 2008 fertiggestellt wurde. Die Grafik zeigt bei manchen Anwendungen ähnlich Anteile wie in der vorliegenden Studie. Hingegen Kühlen und Beleuchtung wesentlich grössere Anteile aus, was auf eine vergleichsweise schlechte Effizienz dieser Geräte schliessen lässt; zudem waren die entsprechenden Werte auch in der Schweiz 2008 noch anders als heute.

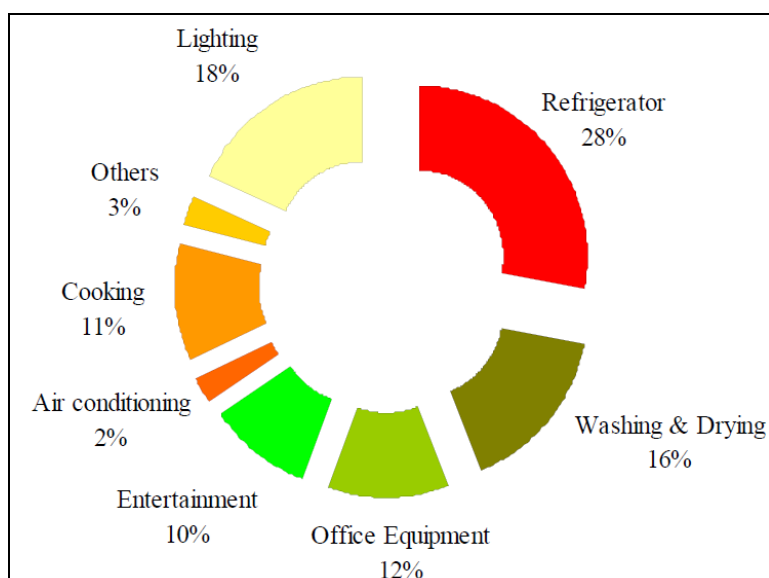


Fig. 24 Electricity consumption breakdown in the residential sector in the EU-12, excluding electric space heating and electric water heating [REMODECE campaign]. Quelle [14]

Schlussfolgerungen

Mit der Auswertung der Rohdaten der VSE-Haushalterhebung 2011 konnte ein aktueller Wertesatz des typischen Haushalt-Stromverbrauchs für neu definierte Haushaltstypen erstellt werden. Damit werden die weniger gut begründeten Werte der S.A.F.E.-Publikation von 2007 ersetzt. Dank des sehr umfangreichen Fragenkatalogs der VSE-Erhebung konnten interessante Hintergrundinformationen zum Gerätebesitz wie auch zum Benutzerverhalten gewonnen werden, welche zur Konsolidierung der errechneten Werte beitragen.

Der Vergleich der so gewonnenen Daten mit Haushalt-Stromverbrauchsdaten anderer Studien zeigte, dass wenig methodische Gemeinsamkeiten und kaum Transparenz bezüglich der Rechenmodelle bestehen. Um eine breit akzeptierte Grundlage für den typischen Haushalt-Stromverbrauch zu schaffen, welche nach bekannter Methodik periodisch aktualisiert werden kann, sollten die Exponenten der jeweiligen Berichte bzw. Rechenmodelle eine gemeinsame Methode definieren oder sich mindestens über die Terminologie einigen (durchschnittlicher, mittlerer, typischer... Stromverbrauch).

Ansätze für „wichtigste Werte“ des typischen Haushalt-Stromverbrauchs

Als Vorschlag der „wichtigsten Werte“ des typischen Haushalt-Stromverbrauchs für die weitere Diskussion können Figur 25 und Tabelle 8 dienen. Die Werte sind Auszüge aus den ausführlicheren Tabellen in Kapitel 3. Die Anteile der Haushaltstypen sind aus BFS-Statistiken abgeleitet.

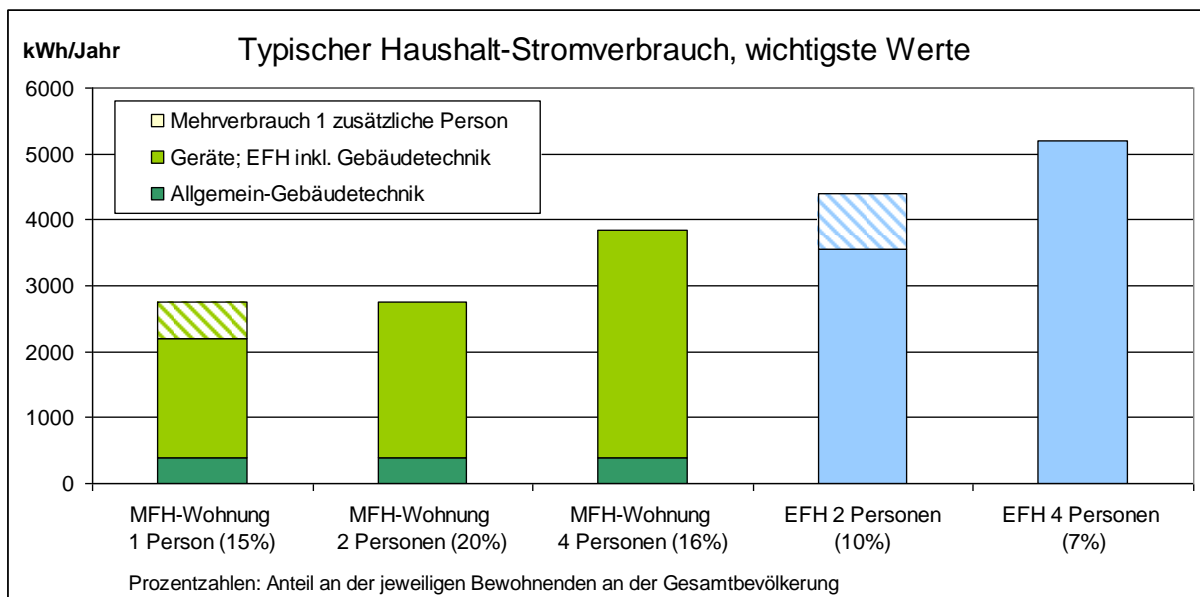


Fig. 25 Wichtigste Werte des typischen Haushalt-Stromverbrauchs

	kWh typisch inkl. "Allgemein"-Strom bzw. Gebäudetechnik	Anteil der jeweiligen Bewohnenden an der Gesamtbevölkerung	Anteil der Haushalte an der Gesamtzahl (ohne Ferienwohnungen)
MFH-Wohnung 1 Person	2200	15.0%	32.8%
MFH-Wohnung 2 Personen	2750	20.2%	22.1%
MFH-Wohnung 4 Personen	3850	15.6%	8.5%
EFH 2 Personen	3550	10.0%	11.0%
EFH 4 Personen	5200	7.1%	3.9%

Tab. 8 Auswahl wichtigster Werte des typischen Haushalt-Stromverbrauchs

Der zusätzliche Stromverbrauch für elektrische Wassererwärmung gemäss Tabelle 5 wird hier zur besseren Übersicht nochmals dargestellt.

	MFH-Wohnung, 1 Person	EFH, 1 Person	Pro zusätzliche Person (MFH & EFH)
Elektroboiler (Elektro-Wassererwärmer)	1200	1400	800
Wärmepumpenboiler (EFH)	-	450	260

Tab. 9 (= Tab. 5) Zusätzlicher Stromverbrauch mit elektrischer Wassererwärmung (kWh/Jahr)

Ansatz für eine einzige Zahl als typischer Wert

Um die Stromproduktion oder Stromeinsparungen mit dem Stromverbrauch einer Anzahl Haushalte zu vergleichen, sollte möglichst eine einzige Zahl als repräsentativer typischer Wert dienen. Dafür wird der gewichtete Mittelwert aus Zweipersonenhaushalten in MFH (2750 kWh inkl. Allgemiestrom) und EFH (3550 kWh) vorgeschlagen:

3016 kWh/Jahr, bzw. gerundet **3000 kWh/Jahr**
(MFH-Wohnungen inkl. „Allgemein“-Strom).

Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen wichtigen Akteuren im Bereich Haushalt-Stromverbrauch direkt kommuniziert werden und im Sinne einer Harmonisierung diskutiert werden. Im Fokus sind dabei:

1. Der für Vergleiche vorgeschlagene Wert „typischer Haushalt-Stromverbrauch“ von 3000 kWh pro Jahr; einheitliche Terminologie (typisch statt durchschnittlich)
2. Auswahl bzw. Raster von Haushalt-Typen mit zugeordneten Verbrauchswerten.

Eine informative Zusammenfassung der Ergebnisse dieses Projekts, z.B. in Form eines Fachartikels, wird vorbereitet. Die Ergebnisse einer allfälligen Harmonisierungs-Diskussion sollen integriert werden.

Referenzen

- [1] Der typische Haushalt-Stromverbrauch, Jürg Nipkow, Stefan Gasser, Eric Bush, Bulletin SEV/VSE 19/2007 (S. 24ff)
- [2] Anonymisierte Rohdaten VSE-Haushalt-Erhebung 2011 (zur Verfügung gestellt von VSE, Aarau)
- [3] SIA-Norm 380/4:2006 „Elektrische Energie im Hochbau“, Schweizer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich
- [4] Elektroheizungen, Massnahmen und Vorgehensoptionen zur Reduktion des Stromverbrauchs, BFE-Forschungsbericht 30. Okt. 2009, S.A.F.E., J. Nipkow, G. Togni, Zürich
- [5] Effizienz und Elektrifizierung Haushalte, Schlussbericht zuhanden VSE – Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, 9. Mai 2012, Ernst Basler + Partner AG, Zollikon
- [6] Effizienz und Elektrifizierung der Schweizer Haushalte. Ergebnisse der VSE-Haushaltsstudie 2011. Michael Frank, Direktor VSE, Bulletin Electrosuisse 4/2012
- [7] Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2011 nach Verwendungszwecken, Oktober 2012. Infrac, TEP, Prognos (Auftrag BFE). (Dito Vorjahr: Okt. 2011)
- [8] Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 - 2011. Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken und Ursachen der Veränderungen. Prognos AG, Andreas Kemmler, 29.10.2012 (Auftrag BFE)
- [9] Elektrizitätsverbrauch der Ohm'schen Widerstandsheizungen in den privaten Haushalten - Daten bis 2011 (pdf, 11 KB, Tabelle, 1 Seite). BFE, Teilstatistiken: www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00543/index.html?lang=de&dossier_id=01497
- [10] Taschenstatistik der Schweiz 2012, Bundesamt für Statistik BFS, 021-1200
- [11] Haushaltsszenarien, Entwicklung der Privathaushalte zwischen 2005 und 2030, BFS 2008 (Nr. 201-0600-05)
- [12] FEA: Schweizer Verkaufsstatistik Geräte 2004 – 2012, Auswertung durch Topten.ch, Juli 2013. Download: www.topten.ch
- [13] Grundlagen zu einem Suffizienzpfad Energie am Beispiel Wohnen, Architekturbüro H.R. Preisig, Katrin Pfäffli, ARENA Jürg Nipkow, und Planungsbüro Jud, Stefan Schneider und Martin Hänger, Zürich, Juli 2012. www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen, > 2000-Watt-Gesellschaft > Technik
- [14] Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe (REMO-DECE), A. de Almeida et al, Co-ordinator ISR-University of Coimbra, Portugal, IEE-project, 11/2008