

# REPRÄSENTATIVE LASTPROFILE FÜR HAUSHALTE

Matthias STIFTER<sup>1</sup>, Paul ZEHETBAUER<sup>1</sup>, Bharath RAO<sup>1</sup>, Sabina EICHBERGER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AIT Austrian Institute of Technology, Giefinggasse 2, matthias.stifter@ait.ac.at,  
www.ait.ac.at

<sup>2</sup>E-Control Austria, Rudolfsplatz 13A, 1010 Wien, sabina.eichberger@e-control.at,  
www.e-control.at

**Kurzfassung:** Basierend auf realen Lastprofilen werden repräsentative Haushalts-Profile generiert. Anhand der Jahresverbräuche in drei Kategorien eingeteilt, werden je Tagestyp (Werktag, Wochenende) typische Verbrauchsverhaltensmuster mittels Clustering extrahiert (Clustermittelwert). Die Häufigkeit dieser Tagestypen-Kombination bestimmen die resultierenden „Life-Styles“, z.B. „Verbrauchsspitze Werktags abends und Wochenende mittags“. Aus den ermittelten Life-Style Verhaltensmustern werden skalierte, und Saisonalität-dynamisierte Jahresprofile generiert, welche die Zeitverschiebung (Day-Light-Saving) und Zeitzone berücksichtigen. Für die Generierung der repräsentativen Jahresprofile werden die Varianzen der mittleren Clusterprofile verwendet um die typischen statistisch zufälligen Zeitreihen zu erhalten. Dadurch bekommt man für einzelne Haushalte typische Profile welche im Mittel über viele Haushalte die Life-style Verbrauchsmuster bilden. Dieser Ansatz ist von den Lebensformen/Familienformen unabhängig ist. D.h. demographische Informationen werden nicht berücksichtigt: Pensionisten, Single-Haushalte und Mehrkind-Familien können (qualitativ) das gleiche Verbrauchsverhalten („Life-Style“) aufweisen.

Die Auswirkung der verschiedenen repräsentativen Lastprofile im E-Control Tarifikalkulator bei zeitvariablen Tarifen zeigen unterschiedliche Stromkosten.

**Keywords:** Haushalts-Lastprofile, Verbraucherprofile, Dynamische Tarife

## 1 Einleitung

Vorangegangene Studien zur Kategorisierung von Haushalts Lastprofilen in Österreich verfolgen u.A. den Ansatz von Lebensformen auf Basis von z.B. Beschäftigung, Ehestatus, Anzahl der im Haushalt lebenden Personen. Der vor kurzem veröffentlichte Endbericht Flex-tarif versucht auf Basis der Anzahl der "Haushalts-Familien-Lebensformen" von Statistik Austria Haushalte Lebensformen und der von Schäppi und Bogner definierten Lifestyle-Clustern [1] zu kategorisieren. Ansätze basieren auf Lebensformen der Haushalte in Österreich, sowie deren Einteilung in Ein- bzw. Mehrpersonen Haushalte [2]. Diese Arbeit interpretiert diese Ansätze im Hinblick auf mögliche Anwesenheitsmuster. Abbildung 1 zeigt die Anteil der Lebensformen aller Haushalte in Österreich, sowie deren Einteilung in Ein- bzw. Mehrpersonen Haushalte [2]. Abbildung 2 zeigt die Interpretation der Definitionen im Hinblick auf mögliche Anwesenheitsmuster.

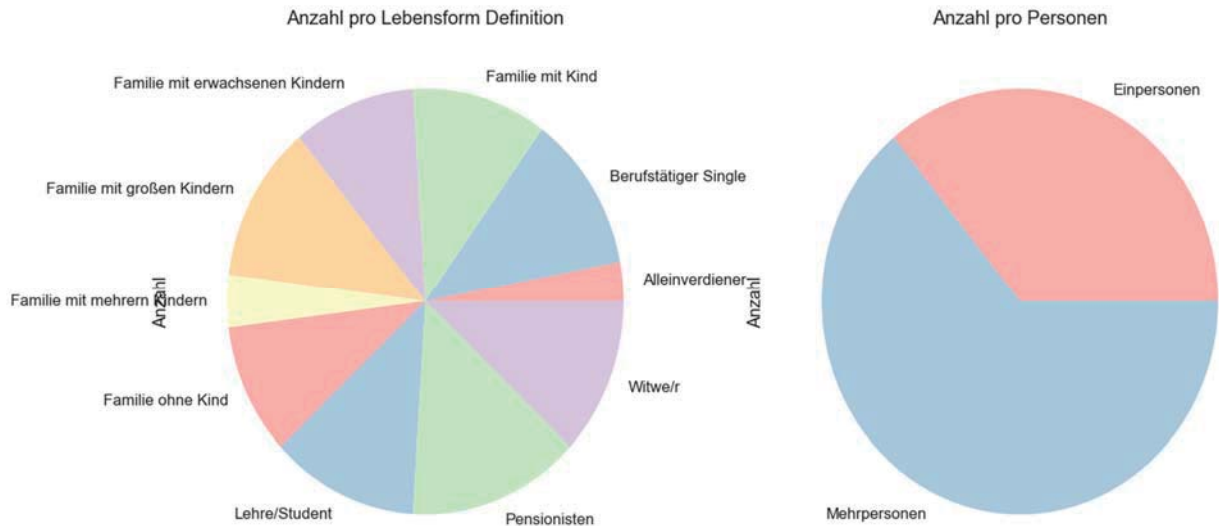


Abbildung 1: Anteil der Lebensformen der Haushalte in Österreich (Quelle: [2])

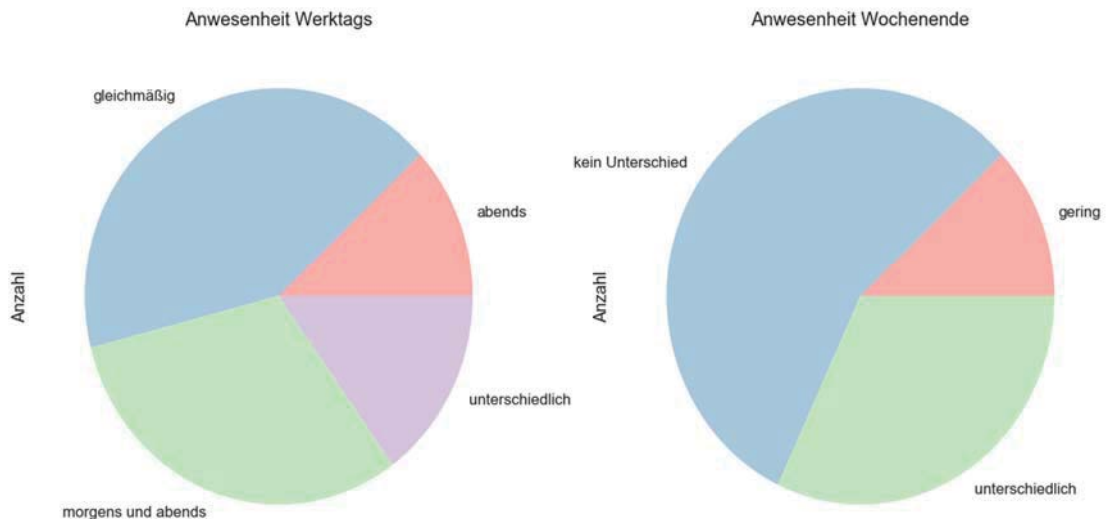


Abbildung 2: Anteil der Anwesenheit und Aktivitäten (eigene Interpretation)

Eine Analyse verschiedener Life-Style Cluster auf Basis von gemessenen Lastprofile mittels „Latent Dirichlet Allocation“ (LDA) findet sich in der Arbeit von Van der Rune [3]. Die Anzahl der gewählten repräsentativen Profile ist jedoch wesentlich höher und umfangreicher als die Einteilung der folgenden Arbeit.

Die weiteren Analysen und der Prozess der Generierung von repräsentativen Haushaltlastprofilen basieren auf der Beobachtung, dass im Wesentlichen die Anwesenheitszeiten für das Profil des elektrischen Energiebedarfs verantwortlich sind. Im Folgenden wird eine Kategorisierung auf Basis der Anwesenheitszeiten versucht.

## 2 Datenbasis

Die Ergebnisse basieren auf gemessene anonymisierte und realistisch simulierte Zählerdaten. Diese sind zum Teil auch frei verfügbar und repräsentieren ca. 350 Haushalte.

### **Gemessene Smart Meter Daten aus Feldversuchen (Österreich):**

Diese Daten stehen als Cluster Mittelwerte der segmentierten anonymen Tagesprofil-Jahresmittelwerte des Werktags und Wochenendes zur Verfügung. Ein Cluster beinhaltet 10 oder mehr dieser Tagesprofil-Mittelwerte. Diese Profile repräsentieren weder einzelnes Kundenverhalten noch sind sie auf einzelne Kunden rückführbar.

**Gemessene Smart Meter Daten aus Feldversuchen (Deutschland)** aus dem TU-Berlin IZES Datensatz auf Basis 1-sekündiger Mittelwerte. Diese Daten sind online verfügbar [4].

*Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin: „Repräsentative elektrische Lastprofile für Einfamilienhäuser in Deutschland auf 1-sekündiger Datenbasis“, Datensatz, Berlin, 2015*

**Generierte Smart Meter Daten** unter Berücksichtigung von zusätzlichen Metadaten basierend auf den ADRES Datensatz [5]:

*Die Daten wurden im Forschungsprojekt „ADRES-CONCEPT“ erstellt (EZ-IF: Konzeptentwicklung für ADRES - Autonome Dezentrale Regenerative Energie- Systeme, Projekt Nr.: 815 674). Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt.*

## 3 Methode

### 3.1 Übersicht

Abbildung 3 zeigt eine Übersicht der Methode. Die Eingangsdaten der Lastprofile werden in verschiedenen Kategorien der Jahresverbräuche aufgeteilt (angelehnt an die EU-Statistik Verordnung z.B. bis 2500kWh, zwischen 2500 und 5000kWh und über 5000kWh Jahresverbrauch). Im nächsten Schritt werden die Jahreszeitreihen der Lastprofile in Werktag und Wochenende segmentiert und alle Tage des Jahres auf diese zwei Tagesprofile (Werktags, Wochenende) gemittelt. Dieses beiden über das Jahr gemittelt Tagesprofile repräsentieren das Werktags und Wochenende Verhalten. Durch Clustering/Klassifizierung werden ähnliche Werktags und Wochenende-Profile zusammengefasst und ergeben somit charakteristische durchschnittliche Aktivitätsmuster. Kombinationen dieser Cluster Zuordnungen ergeben somit Lebensformen/Lifestyles oder „elektrische Bedarfsmuster“ die je auf Basis ihrer qualitativen Form zu verschiedenen Tageszeiten, aufgrund Anwesenheit oder Aktivität, benannt werden können. Ein Beispiel der Lebensform/Lifestyle könnte z.B. lauten: Werktags eher abends anwesend/aktiv und am Wochenende ganztags anwesend/aktiv). Je Jahresverbrauchskategorie sind 3 Lifestyles resultiert und benannt. Aus diesen Segmenten werden mittels saisonaler Dynamisierung die repräsentativen Jahreszeitreihen erzeugt. Diese dienen zur Grundlage für die Berechnung verschiedener dynamischer Tarifmodell in der Online Plattform des neuen Tarifkalkulators der E-Control.

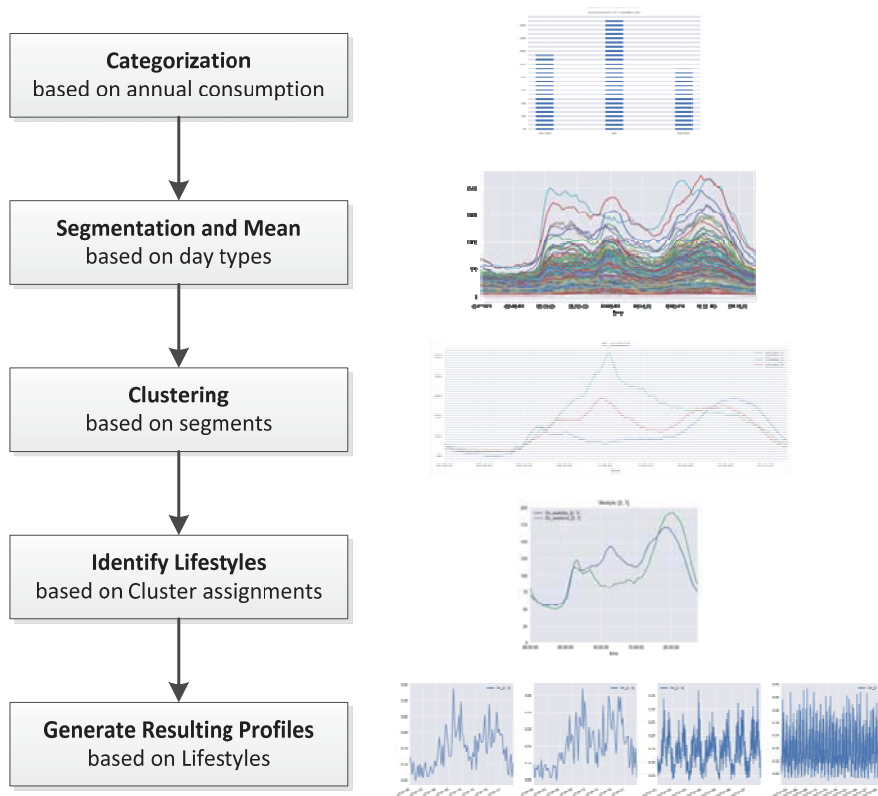


Abbildung 3: Übersicht der Methode zur Erstellung der Haushalts-Lastprofile

### 3.2 Kategorisierung nach Jahresverbräuchen

Zusätzlich ist die Einteilung in Kategorien des Gesamtjahresverbrauchs eine Möglichkeit für die Analyse Lastprofile in Abhängigkeit zum Verbrauch.

In Tabelle 1 sind die aus der EU-Statistik Verordnung definierten Kategorien der Jahresverbräuche gelistet. Diese werden in den weiteren Schritten verwendet um je Kategorie die gemessenen Jahresprofile zusammenzufassen.

Tabelle 1: Kategorien der Jahresenergieverbräuche

KATEGORIE	JAHRESVERBRAUCH (KWh)
Da	< 1000
Db	1000 - 2499
Dc	2500 - 4999
Dd	5000 - 14999
De	> 15000

Für die Ermittlung der Life-Styles werden die Kategorien zusammengefasst um den Stichprobenumfang zu vergrößern. Untersuchungen für unterschiedliche Kategorie Gruppierungen durchgeführt (z.B.: fünf Kategorien, drei Kategorien). Die weiteren Ergebnisse beruhen auf drei Kategorien – der Zusammenfassung der beiden kleinsten „Da+Db“, „Dc“ und beiden größten Kategorien „Dd+De“. Da keine Eingangsdaten für die Kategorie „De“ zur Verfügung stehen, wird diese mit „Dd“ zu zusammengefasst.

Gewählte Kategorien für die Ermittlung repräsentativer Haushaltsprofile (Tabelle 2):

Tabelle 2: Kategorien für die Ermittlung von Profilen

KATEGORIE	JAHRESVERBRAUCH (KWh)
Da+Db	< 2499
Dc	2500 - 4999
Dd+De	> 5000

Abbildung 4 zeigt die Anzahl der zur Verfügung stehenden Eingangsdaten je Kategorie.

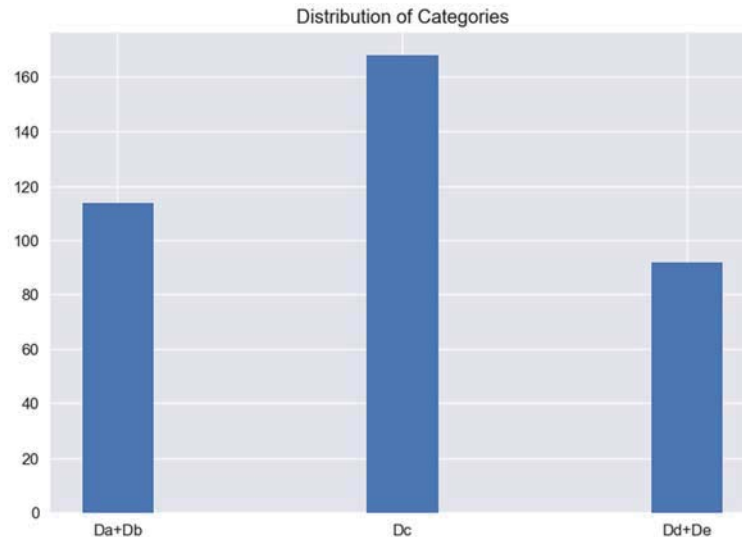


Abbildung 4: Anzahl der Jahresverbräuche der Profile je Kategorie

### 3.3 Segmentierung und Bildung des mittleren Tagesprofils

Die zur Verfügung stehenden Zeitreihen werden in einzelne Wochentags-Typen segmentiert. Aus den verschiedenen Möglichkeiten (z.B.: Mo-Fr, Sa, So, oder Mo-Do, Fr, Sa-So) wurden zwei Segmente (Mo-Fr, Sa-So) gewählt um die Anzahl der Kombinationen der resultierenden Cluster, und damit die Komplexität, gering zu halten.

Für jedes Profil wird daraus - je Segment - ein mittleres Profil gebildet. D.h. Aus den 365 Tagesprofilen werden zwei Profile gemittelt. Ein Tagesprofil repräsentiert den Werktag (Mo-Fr) und eines repräsentiert das Wochenende (Sa-So).

### 3.4 Clustering

Ähnliche Profile werden mittels hierarchischem Clustering auf Basis ihrer Korrelations-distanz (Pearson) individuellen Clustern zugeordnet. Als Distanzmaß (linkage) wird die Methode nach „Ward“ verwendet, welche die Cluster-Varianz minimiert [6]

Die optimale Anzahl der Cluster, das sich über ein Ähnlichkeitsmaß definiert, wird mit der „Elbow“-Methode ermittelt. Diese analysiert die erste und zweite Ableitung (Wendepunkt) der Cluster Ähnlichkeiten [7]. Abbildung 5 zeigt als beispielhaft den Cluster Qualitätsindex über der optimalen Anzahl der Cluster.

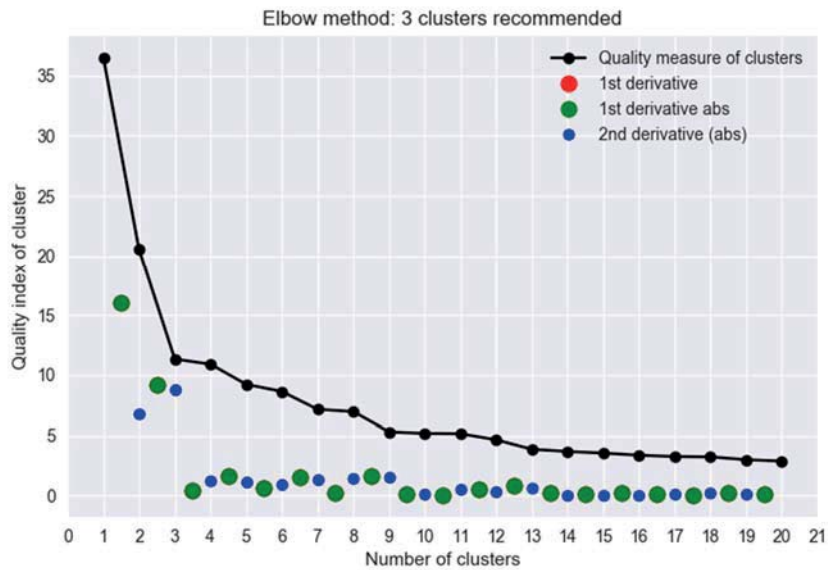


Abbildung 5: Beispiel der "Elbow"-Methode zur Ermittlung der optimalen Anzahl unterschiedlicher Cluster

### 3.5 Lifestyles (Verhaltensmuster, Lebensformen)

In diesem Schritt wird ermittelt welche Kombinationen der Segmente, also von Werktag Profilen und Wochenende Profilen vorkommen. Ein segmentiertes Eingangsprofil (Werktag, Wochenende) wird nun beispielsweise Werktags dem Cluster 1 zugeordnet und Wochenendes dem Cluster 2. Der Lifestyle würde dann mit Werktags: Cluster 1, Wochenende: Cluster 2 bezeichnet werden oder kurz [1,2].

In Abbildung 6 zeigt drei resultierende Lifestyle Profile für je Werktags und Wochenende der Kategorie „Dc“. Alle drei Lifestyles haben verwenden das gleiche Clusterprofil für den Werktag aber haben unterschiedliche Verhalten am Wochenende. Hier sieht man den Unterschied der Aktivitätsschwerpunkte für blau [2,3]: „ganztags“ oder „morgens und abends“, grün [2,1]: „abends“ und rot [2,2]: „mittags“.

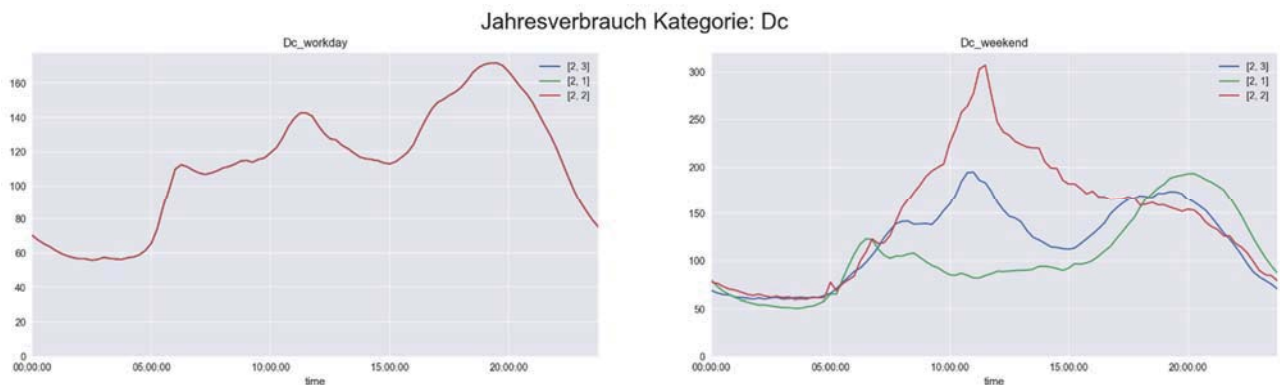


Abbildung 6: Lifestyle Cluster Profile für Werktag und Wochenende

Abbildung 7 Abbildung 15 zeigt Beispiele für drei Lifestyles das sich jeweils aus einem Werktag und einem Wochenende Profil definiert.

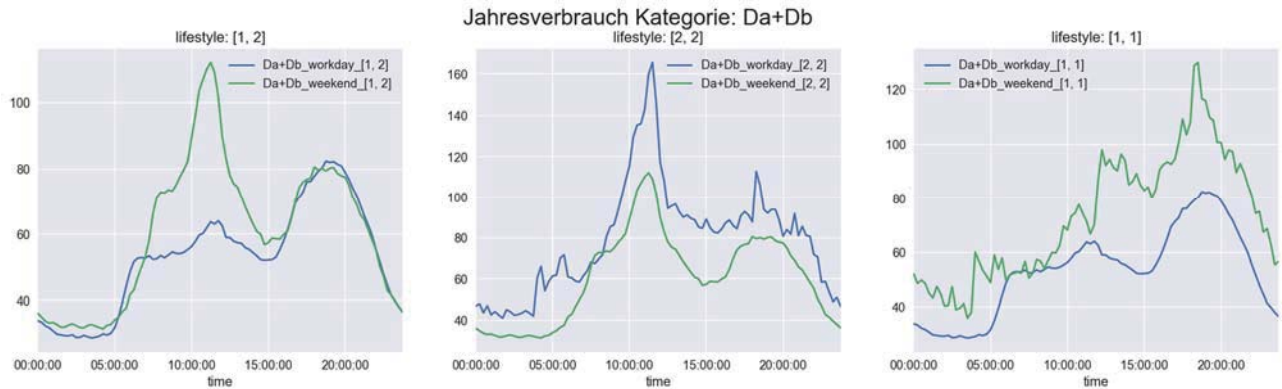


Abbildung 7: Werktags und Wochenende Profil der drei Lifestyles der Jahresverbrauchs-Kategorie "Da+Db"

### 3.6 Auswahl aufgrund der Häufigkeit der Lebensformen

Die Häufigkeiten der auftretenden Lifestyles bestimmen die Auswahl als repräsentatives Haushaltsprofil. Mittels eines Schwellenwerts kann man die Mindestanzahl je Lifestyle festlegen. Abbildung 8 zeigt die Häufigkeiten für die Lifestyles je Kategorie und Abbildung 9 die Auswahl aufgrund eines Schwellwertes (z.B.: mindestens Anteil von 10%).

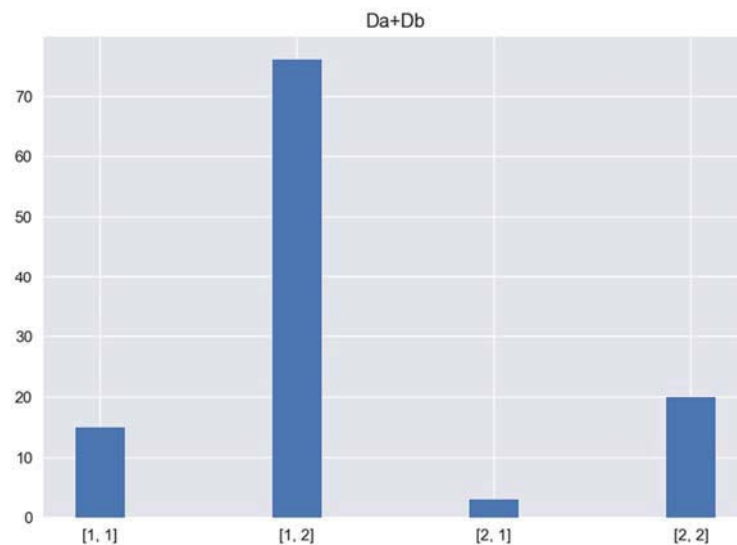


Abbildung 8: Häufigkeiten der Lifestyles für Kategorie „Da+Db“

```

### Da+Db
Lifestyle: [1, 2] Prozent: 66.67% Anzahl: 76|114
Lifestyle: [2, 2] Prozent: 17.54% Anzahl: 20|114
Lifestyle: [1, 1] Prozent: 13.16% Anzahl: 15|114
### Dc
Lifestyle: [2, 3] Prozent: 60.12% Anzahl: 101|168
Lifestyle: [2, 1] Prozent: 17.86% Anzahl: 30|168
Lifestyle: [2, 2] Prozent: 14.29% Anzahl: 24|168
### Dd+De
Lifestyle: [3, 3] Prozent: 36.96% Anzahl: 34|92
Lifestyle: [1, 2] Prozent: 32.61% Anzahl: 30|92
Lifestyle: [3, 1] Prozent: 15.22% Anzahl: 14|92
    
```

Abbildung 9: Häufigkeiten der Lifestyles je Kategorie

### 3.7 Zusammensetzung zum Jahresprofil

Die Werktag- und Wochenend-Tagesprofile werden basierend auf den Feiertagskalender des jeweiligen Jahres zu einer Lifestyle-Jahreszeitreihe zusammengesetzt. D.h. für Montag bis Freitag wird der Werktag des Lifestyles genommen und für Samstag-Sonntag/Feiertag das Wochenende Profil des Lifestyles. Abbildung 10 zeigt exemplarisch die Zusammensetzung eines Lifestyles aus zwei einfachen Profilen.

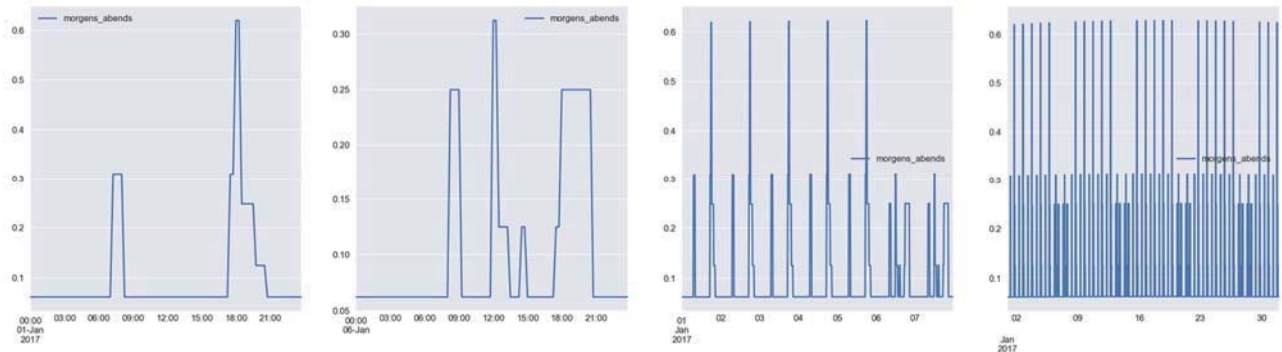


Abbildung 10: Zusammensetzung eines Lifestyles aus Werktag und Wochenende für eine Woche und vier Wochen

### 3.8 MEZ / Umstellung Sommer und Winterzeit (Day Light Saving)

Die aufgrund der Umstellung zwischen Sommer und Winterzeit (CEST) resultierende sprunghafte Verhaltensänderung, wird durch Anpassen des Profils durch Verschiebung um 1 Stunde Rechnung getragen. D.h. von UCT+1/GMT+1 auf UCT+2/GMT+2 während der Sommerzeit wird das Profil bis zur Rückstellung um 1h verschoben und somit das Verhalten der Benutzer korrekt berücksichtigt.

### 3.9 Stochastisches Profil

Die aus dem Clustering abgeleiteten repräsentative Profile (Mittelwerte aller dem Cluster zugeordneten Profile) besitzen eine Varianz basierend auf den Unterschieden der zugeordneten Ausgangsprofile. Je Zeitintervall besitzt das Clusterprofil somit eine Dynamik die sich aus den einzelnen Profilen ableitet. Für das resultierende Jahresprofil wird jeder Tag der Segmentierung (Werktag oder Wochenende) auf Basis des Cluster Mittelwertes und seiner Varianz ermittelt. Ebenfalls werden die minimalen und maximalen Werte je Zeitintervall für einen Cluster ermittelt und dies verwendet um den Zufallswert aus einer beschränkte Normalfunktion,  $\sigma$  zu erhalten. Die Verteilung  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$  liegt zwischen dem Intervall  $a, b$ , dann ist die beschränkte Normalfunktion auf diesem Intervall definiert als:

$$f(x; \mu, \sigma, a, b) = \frac{\Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)}{\sigma \left( \Phi\left(\frac{b - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a - \mu}{\sigma}\right) \right)}$$

und mit  $f = 0$  außerhalb des Intervalls.

Abbildung 11 zeigt exemplarisch zwei zufällige Profile und das zugehörige Clusterprofil.



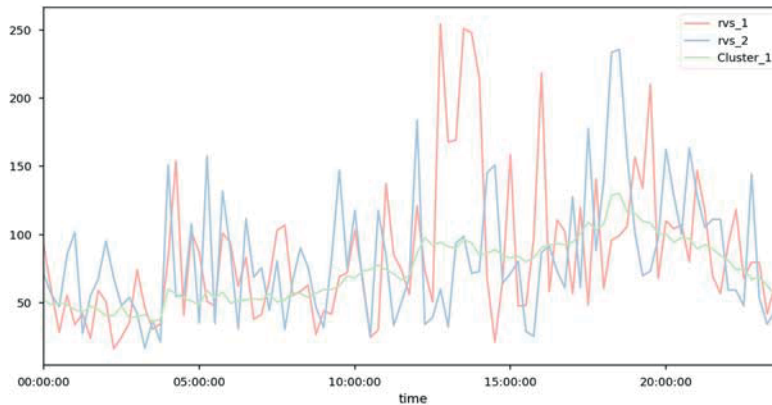


Abbildung 11: Beispiel für zufällige Ausprägungen eines Cluster Profils (rot)

In Abbildung 12 ist die Erzeugung auf Basis der statistischen Eigenschaften eines Clusters für Werktag, Wochenende und daraus zusammengesetzt, Woche und Monat, dargestellt.

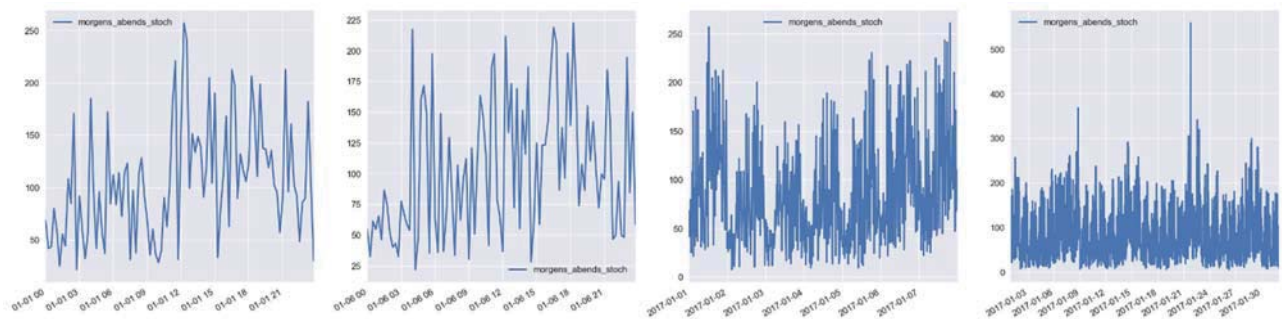


Abbildung 12: Erzeugung Zufälliger Tagesprofile auf Basis der Cluster Statistiken

Jeder Erzeugungsdurchlauf generiert ein auf Basis dieser Statistik zufällige Profile, welche dieselben statistischen Parameter wie die Cluster Profile besitzen.

### 3.10 Dynamisierung

Wie auch in den Standardlastprofilen wird keine Dynamisierung des Profils auf Basis eines Polynoms vorgenommen um die Unterschiede in den verschiedenen Jahreszeiten aufgrund der Temperatur und Einstrahlung zu simulieren.

Folgendes Polynom wird für die Dynamisierungsfunktion verwendet [8] (Abbildung 13):

$$y = x^4 a_4 + x^3 a_3 + x^2 a_2 + x a_1 + a_0$$

Mit den Koeffizienten:

$a_4 = -3,92E-10$ ,  $a_3 = 0,00000032$ ,  $a_2 = -0,0000702$ ,  $a_1 = 0,0021$ ,  $a_0 = 1,24$

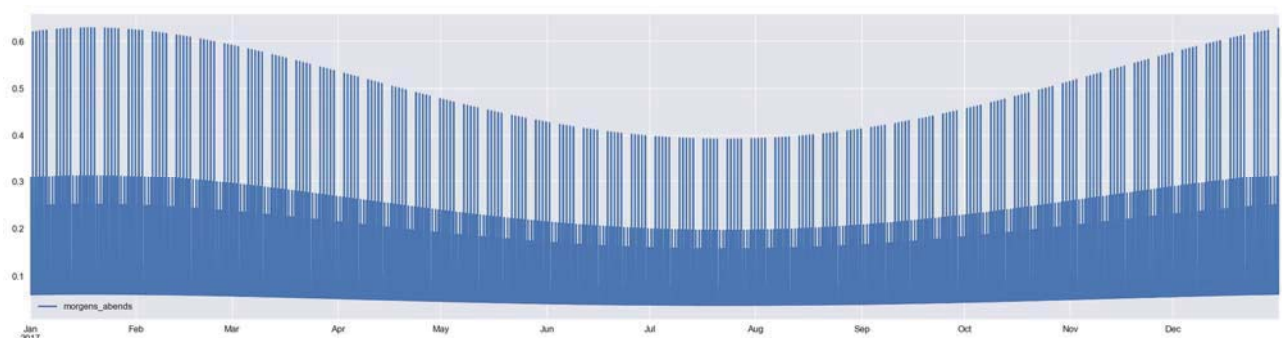


Abbildung 13: Darstellung der Dynamisierung anhand exemplarischer Werk- und Wochenendprofile

### 3.11 Benennung, Skalierung und Export

Die Benennung der Lifestyles erfolgt aufgrund ihrer Aktivitäten, bzw. der Spitzen ihres elektrischen Energieverbrauchs und den daraus abzuleitenden Anwesenheits- oder Aktivitätsmuster.

Skalierung erfolgt auf die Jahresenergiesumme mit 1000kWh. Die resultierenden Profile werden im vorgegebenen Format exportiert (Tabelle 3).

Tabelle 3: CSV Datenformat für die Jahreszeitreihen

Ende Ableszeitraum	Messintervall	Abrechnungsmaßeinheit	Verbrauch
2017-01-01T00:15+01:00	QH	KWH	0,01
2017-01-01T00:30+01:00	QH	KWH	0,01
2017-01-01T00:45+01:00	QH	KWH	0,01
2017-01-01T01:00+01:00	QH	KWH	0,01

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Lifestyles

Lifestyles werden anhand der Häufigkeit der Kombinationen der Tagestypen Segmente - Werktag und Wochenende Profile - ermittelt. Ein segmentiertes Eingangsprofil (Werktag, Wochenende) wird nun beispielsweise Werktags dem Cluster 1 zugeordnet und Wochenendes dem Cluster 2. Der Lifestyle würde dann mit Werktags: Cluster 1, Wochenende: Cluster 2 bezeichnet werden oder kurz „[1,2]“.

Die Benennung der Lifestyles erfolgt auf Basis ihrer Charakteristik, bzw. einer qualitativen Einschätzung des zeitlichen Verlaufs (Abbildung 14).

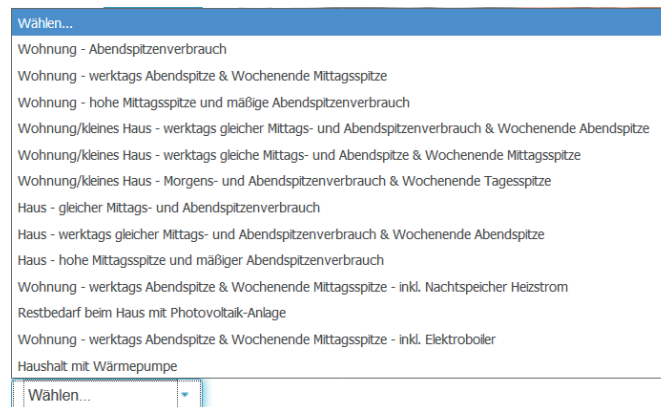


Abbildung 14: Repräsentative Lastprofile im Tarifkalkulator

#### 4.1.1 Lastprofi Beispiel: Kategorie „Da+Db“ (< 2500kWh pro Jahr)

In Tabelle 4 ist die Abbildung der Lifestyle Codierung und der Benennung, sowie die Häufigkeit angegeben.

Tabelle 4: Benennung von Lifestyles der Kategorie „Da+Db“

LIFESTYLE	NAME	HÄUFIGKEIT
Da+Db_[1,2]	Wohnung - werktags Abendspitze & Wochenende Mittagsspitze	67%
Da+Db_[2,2]	Wohnung - hohe Mittagsspitze und mäßige Abendspitzenverbrauch	18%
Da+Db_[1,1]	Wohnung - Abendspitzenverbrauch	13%

Abbildung 15 zeigt Beispiele für drei Lifestyles das sich jeweils aus einem Werktag und einem Wochenende Profil definiert. Abbildung 16 zeigt den Unterschied der Teilprofile.

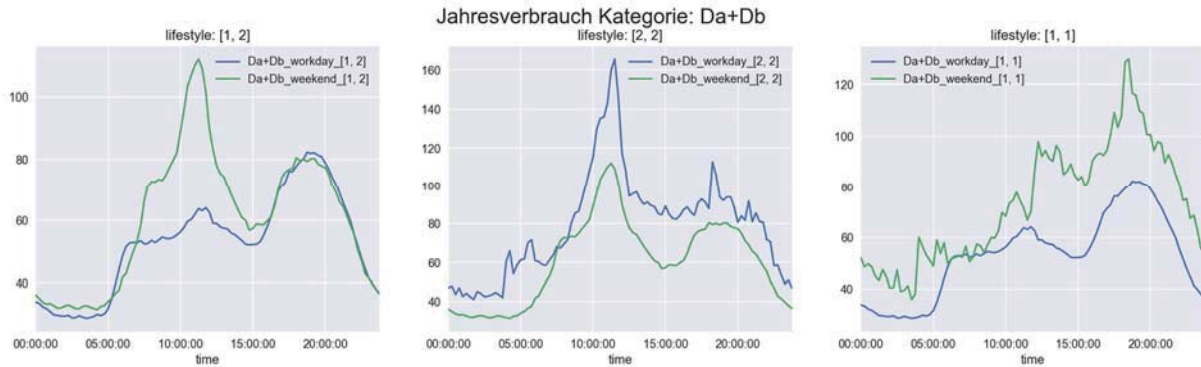


Abbildung 15: Werktags und Wochenende Profil der drei Lifestyles der Jahresverbrauchs-Kategorie "Da+Db"

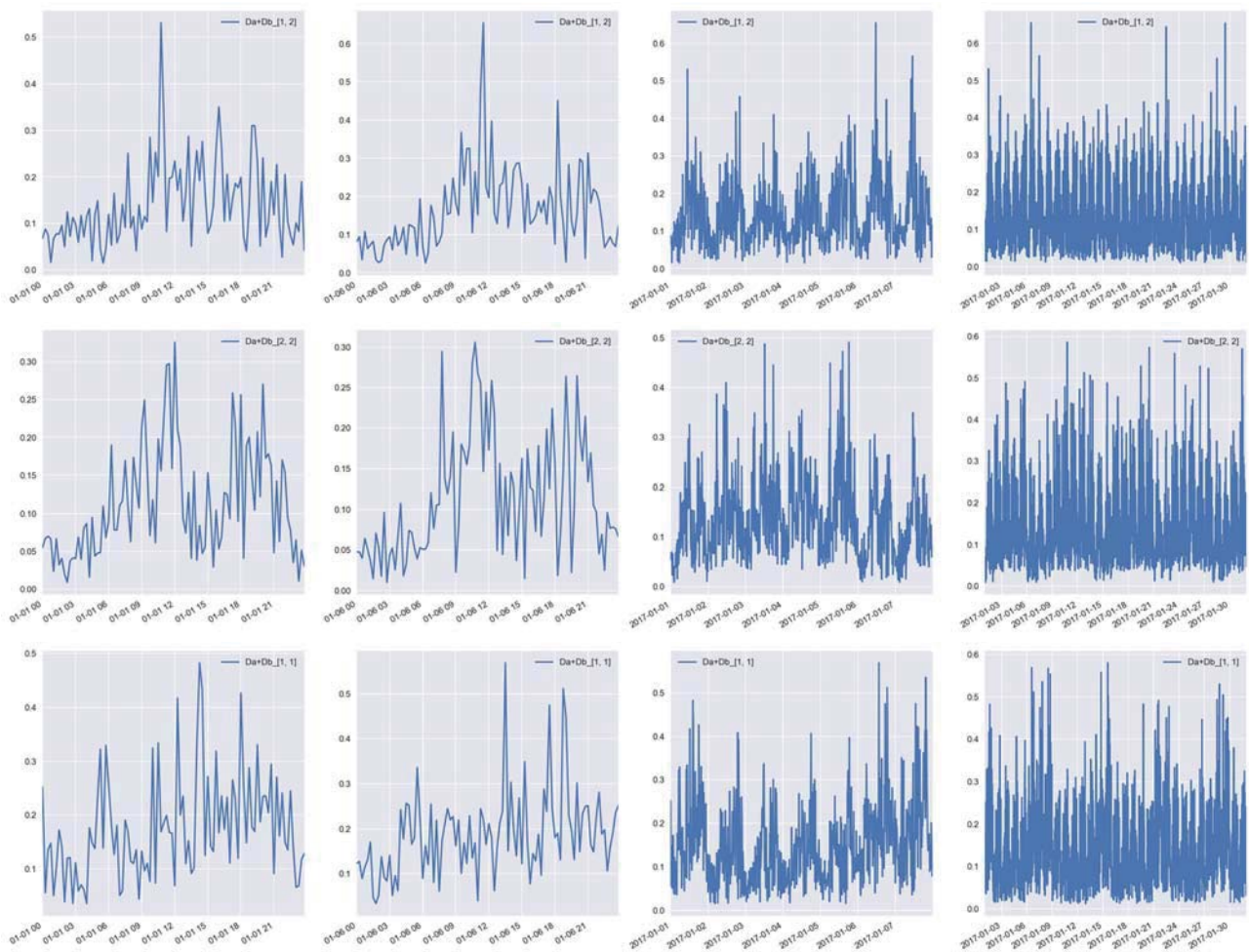


Abbildung 16: Resultierende Teil-Profile für Kategorie "Da+Db"

## 4.2 Repräsentative Jahreszeitreihen

Insgesamt werden jeweils 3 repräsentative Zeitreihen aus den drei gewählten Jahresverbrauchs-Kategorien generiert. Diese werden zusätzlich mit der Varianz und des zuvor ermittelten Clusterprofiles „verrauscht“ um eine realistische, typische Dynamik zu erhalten (Abbildung 17). Zusätzlich sind repräsentative Jahresprofile größerer Erzeuger und

Verbraucher wie Wärmepumpe (mit und ohne Sperrzeiten), Nachtspeicherheizung, Warmwasserboiler, PV-Anlage und PV-Überschusseinspeiser generiert.

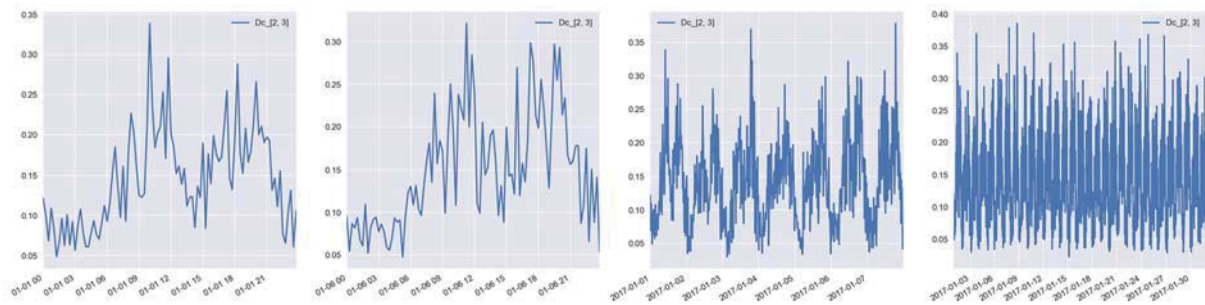


Abbildung 17: Resultierendes Profil der Kategorie "Dc" für einen exemplarischen Lifestyle

#### 4.2.1 Photovoltaik

Jahresprofil für PV Anlage skaliert auf 1kWh Jahresenergie. Verhalten weist typisches Einstrahlungsbedingungen für Österreich auf (Abbildung 18).

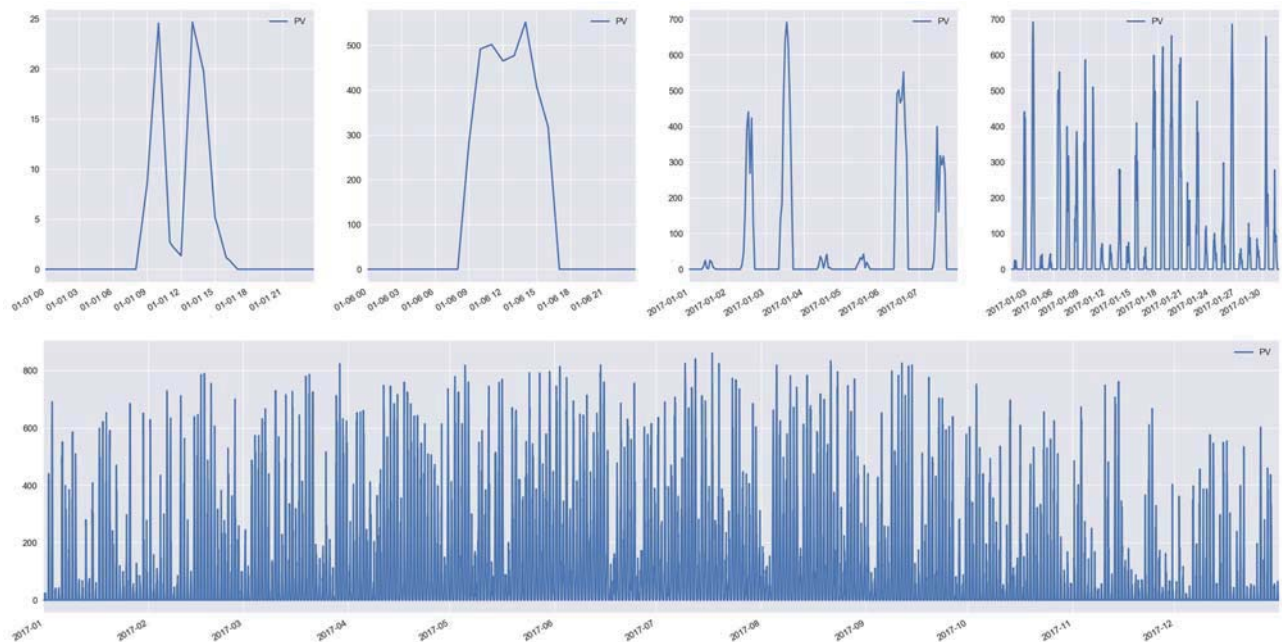


Abbildung 18: Tages, Woche, Monat und Jahresprofil für eine Photovoltaikanlage

#### 4.2.2 Überschusseinspeiser Bedarf + Erzeugung

Für das Verbrauchsprofil wird das häufigste Lifestyle Profile der Kategorie „Dc“ zugrunde gelegt, da angenommen wird, dass es sich um ein Einfamilienhaus mit zwar höherem Verbrauch handelt, dieser aber teilweise durch die PV Anlage kompensiert wird. Das Profil Dc\_[2,3] wird daher als Basis Verbrauchsprofil ausgewählt und mit dem Profil der PV Anlage überlagert. Hier wird ebenfalls die Annahme getroffen, dass der Jahresenergieverbrauch (1000kWh) und die erzeugte Jahresenergiemenge (1000kWh) ungefähr gleich sind. Dies entspricht einem möglichen Auslegungsvorschlag. Das resultierende Verbrauchprofil und die Überschusseinspeisung werden wie alle Profile auf 1000kWh skaliert um eine weitere Skalierung im Tarifikalkulator zu ermöglichen. Abbildung 21 bis Abbildung 23 zeigen die Gesamtsicht, die einzelnen Profile sowie das resultierende Profil.

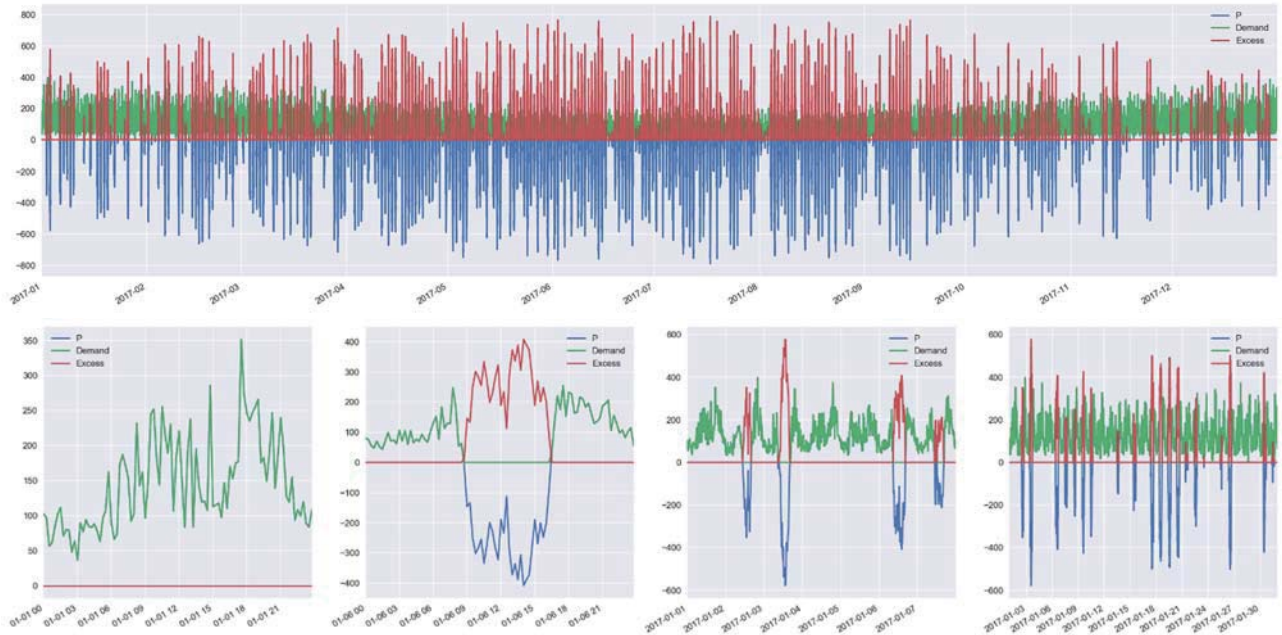


Abbildung 19: Gesamtprofil (blau+grün), Bedarf (grün) und Erzeugung positiv (rot) des Überschusseinspeisers

**Basisprofil (1000kWh)**

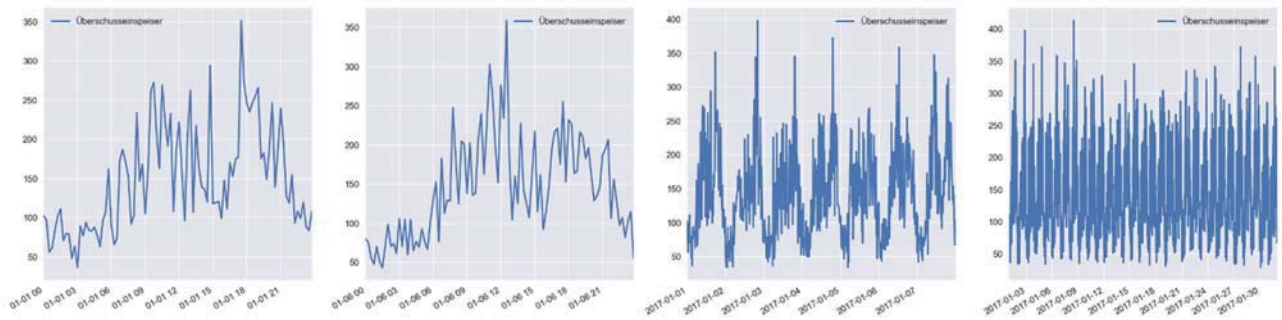


Abbildung 20: Basisprofil für Überschusseinspeiser (Dc\_[2,3])

**PV Profil (1000kWh)**

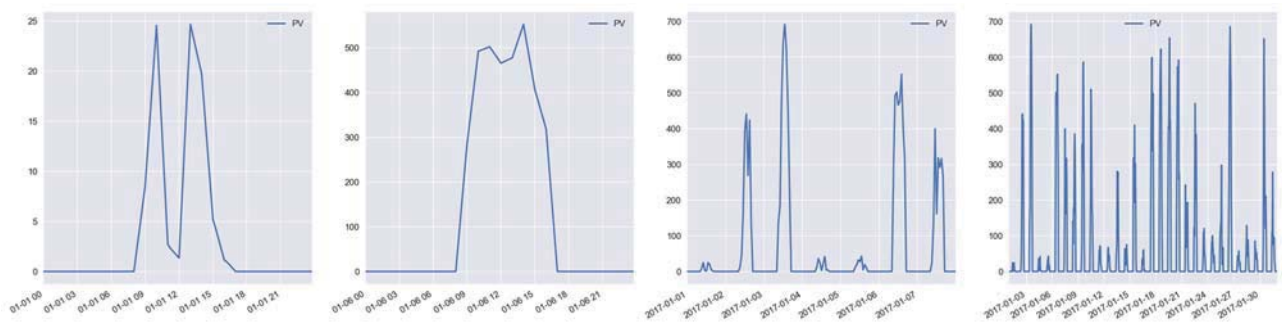


Abbildung 21: PV-Profil für Überschusseinspeiser

## Überschussprofil (Bedarf)

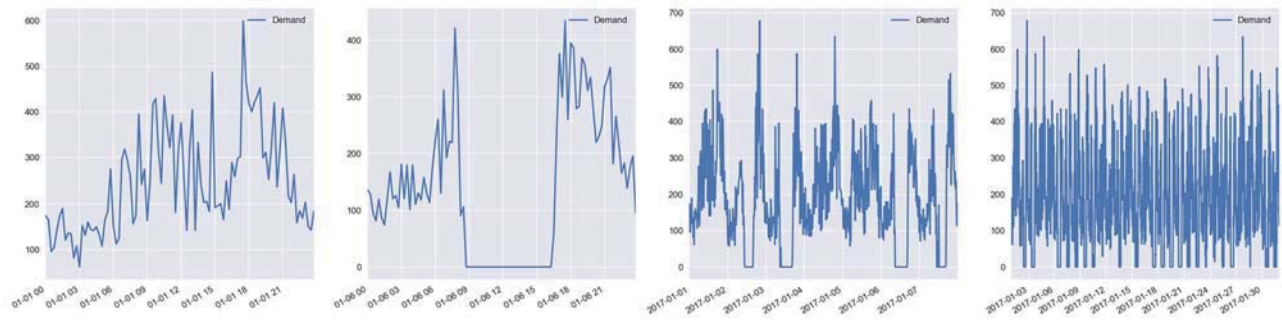


Abbildung 22: Resultierendes Profil – Bedarf für Hauptzähler

## Überschuss (Erzeugung)

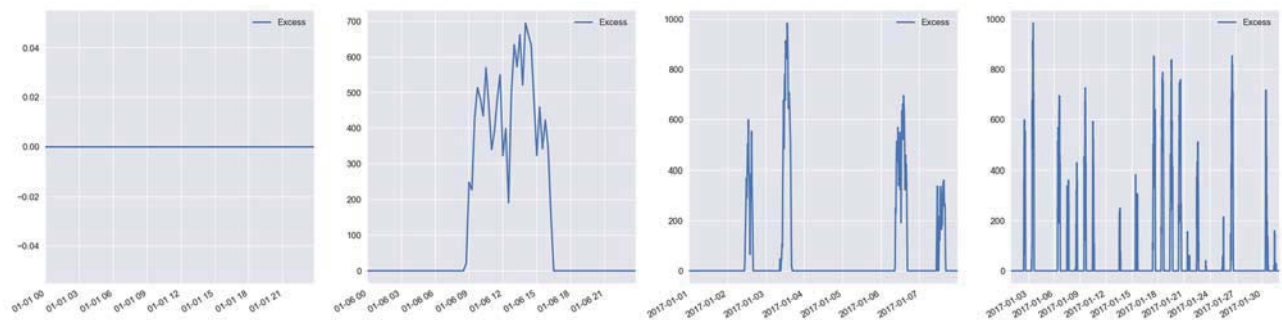


Abbildung 23: Resultierendes Profil - Überschuss Einspeisung (Erzeugung) für 2. Zähler

## 5 Tarifkalkulator – zeitvariable Tarife

Das Vorhandensein eines Smart Meters (intelligenter Stromzähler in der Variante Opt-In und in der Grundfunktionalität lt. EIWOG), der die aktuelle Last (Lastprofil) des Kunden abbildet, ist die Grundvoraussetzung für die Umsetzbarkeit eines komplexeren, zeitvariablen Tarifs. Ohne Smart Meter können nur Arbeitspreise der einfachen Tarifzeiten, mit Hoch- und Niedertarifzeiten oder nur Nachtzeiten verrechnet werden.

Im Tarifkalkulator der E-Control ist es seit dem Relaunch der Applikation im Oktober 2017 möglich, solche Produkte für Kunden mit Smart Metern abzubilden und mit anderen Produkten zu vergleichen.

Zeitvariable Tarife (Time- of- Use (TOU) Tariffs) enthalten tageszeit-, wochentags- und/oder saisonal-bezogenen Arbeitspreise. Je nach konkreter Ausgestaltung eines zeitvariablen Tarifs reicht dessen Komplexität von einfachen, zweistufigen Tag- und Nachtтарifen bis zu stündlich, in manchen Fällen auch ¼-stündlich, unterschiedlichen Tarifen. Bei einem zeitvariablen Tarif wird der Tag in unterschiedliche Zeitblöcke von üblicherweise mehreren Stunden eingeteilt, während derer konstante Strompreise gelten.

Derzeit gibt es im Tarifkalkulator nur drei Produkte, die solch eine komplexere, zeitliche Preisdifferenzierung haben. Die nächste Grafik zeigt einen Kostenvergleich (Energie, Netz, Steuern und Abgaben) der drei existierenden Produkte für verschiedene Lifestyles und Verbräuche. Anschließend sind die Zeitintervalle dieser Produkte sowie die Preisdifferenzierung dargestellt.

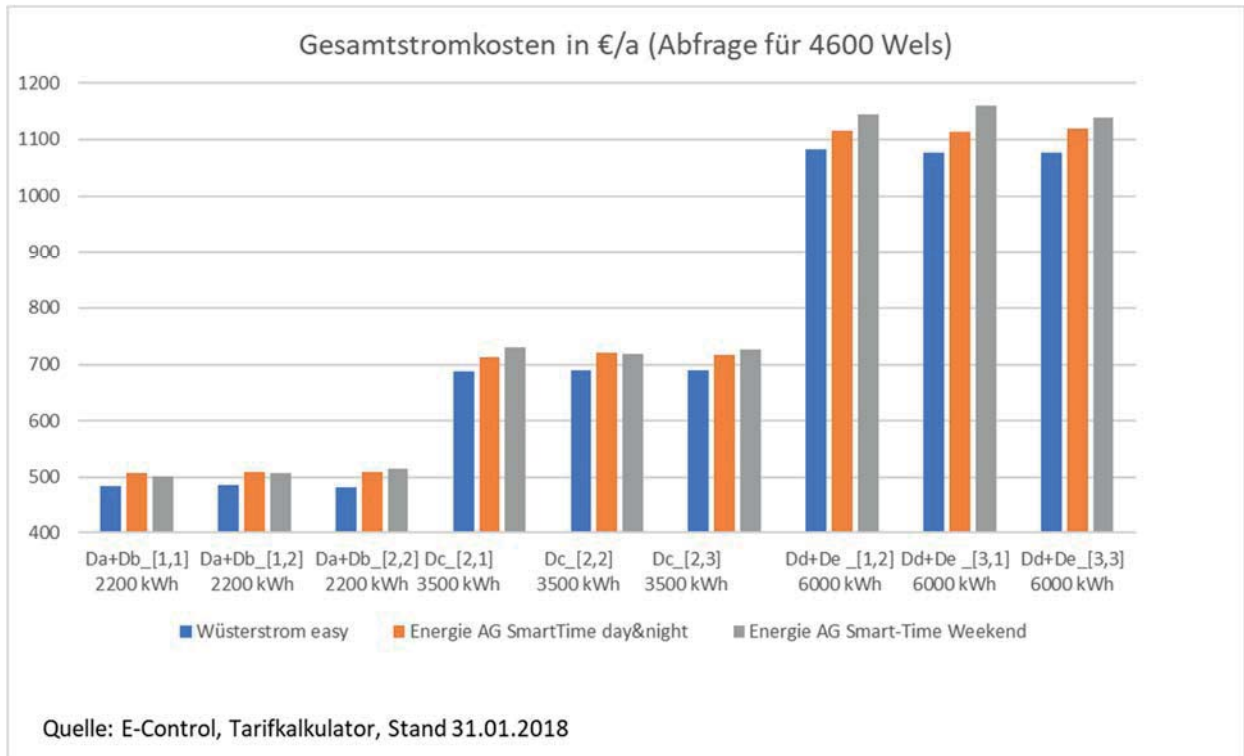
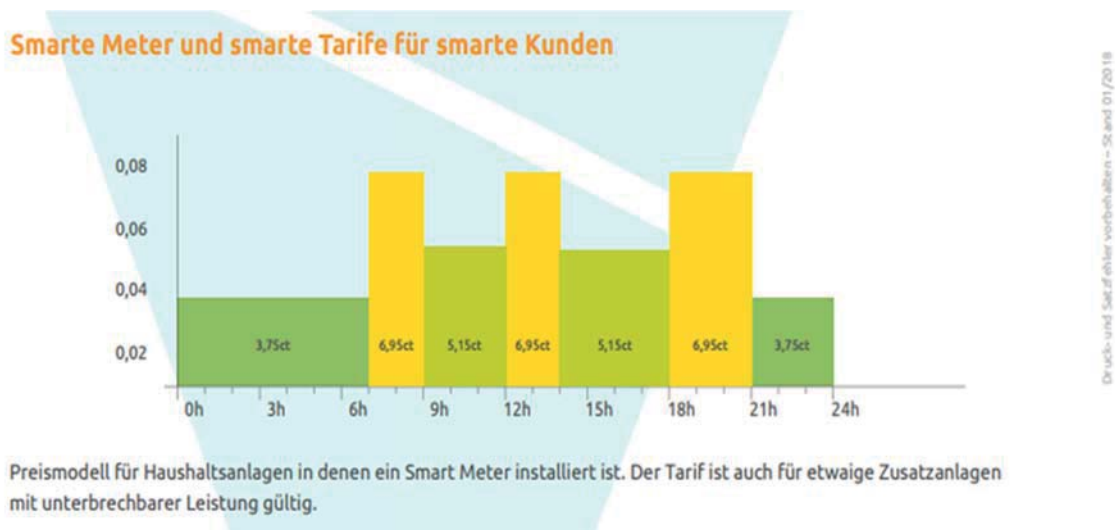


Abbildung 24: Vergleich der Gesamtstromkosten für Haushalte mit Smart Meter



Quelle: wüsterstrom, Preisblatt

Abbildung 25: Smart Meter Produkte des Unternehmens wüsterstrom E-Werk GmbH, Stand 31.01.2018

### SMART-TIME day & night – Das Preismodell für Morgenmenschen und Nachtaktive

SMART-TIME day & night	Energiepreis netto	Netztarif Verordnung 2018 netto	STEUERN UND ABGABEN			GESAMTPREIS	
			Elektrizitätsabgabe <sup>2)</sup> netto	Ökostromförderung <sup>3)</sup> netto	KWK-Pauschale <sup>4)</sup> netto	Energiepreis + Netztarif + Steuern und Abgaben netto	brutto
Preismodell für Haushaltsanlagen mit standardisiertem Lastprofil H0, in denen bereits ein fernauslesbarer Stromzähler (Smart Meter) installiert ist.	Verbrauchspreis Nacht in Cent pro kWh Mo bis So: 19:00 – 07:00 <b>3,95</b>	5,051	1,50	1,114	—	11,615	13,9380
	Verbrauchspreis Tag in Cent pro kWh Mo bis So: 07:00 – 19:00 <b>6,95</b>	5,051	1,50	1,114	—	14,615	17,5380
	Grundpreis/Pauschale EUR pro Jahr <b>36,00</b>	30,00	—	36,11	1,25	103,360	124,0320

#### Zeitzonen

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
00:00 – 07:00							
07:00 – 19:00							
19:00 – 24:00							

### SMART-TIME weekend – Das Preismodell für clevere Freizeitnutzer

SMART-TIME weekend	Energiepreis netto	Netztarif Verordnung 2018 netto	STEUERN UND ABGABEN			GESAMTPREIS	
			Elektrizitätsabgabe <sup>2)</sup> netto	Ökostromförderung <sup>3)</sup> netto	KWK-Pauschale <sup>4)</sup> netto	Energiepreis + Netztarif + Steuern und Abgaben netto	brutto
Preismodell für Haushaltsanlagen mit standardisiertem Lastprofil H0, in denen bereits ein fernauslesbarer Stromzähler (Smart Meter) installiert ist.	Verbrauchspreis spar in Cent pro kWh Fr 14:00 bis So 24:00 <b>3,95</b>	5,051	1,50	1,114	—	11,615	13,9380
	Verbrauchspreis standard in Cent pro kWh Mo 00:00 bis Fr 14:00 <b>7,60</b>	5,051	1,50	1,114	—	15,265	18,3180
	Grundpreis/Pauschale EUR pro Jahr <b>24,00</b>	30,00	—	36,11	1,25	91,360	109,6320

#### Zeitzonen

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
00:00 – 14:00							
14:00 – 24:00							

Quelle: [www.energieag.at](http://www.energieag.at) Preisblatt

Abbildung 26: Smart Meter Produkte der Energie AG, Stand 31.01.2018

Aus dem Vergleich geht hervor, dass ein Preisunterschied zwischen den dargestellten Produkten besteht, der logischerweise mit dem Strombedarf steigt. Dagegen führen unterschiedliche Lastprofile, angewendet auf die verschiedenen Produkte bislang noch zu eher noch geringen Kostenunterschieden. So bewegen sich z.B. die Kosten bei Smart-Time Weekend zwischen 502 und 515 €/a je nach Lastprofiltyp. Es bleibt noch abzuwarten, ob andere Lieferanten auch solche Preismodelle verwenden und welche Preisbildungsstrategien sie bezüglich der Möglichkeiten, die Smart Meter anbieten, einsetzen werden.



## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellte Methodik verfolgt das Ziel eines transparenten und nachvollziehbaren Verfahrens zur Generierung von repräsentativen Lastprofilen. Bei der Generierung von Profilen auf der Ebene einzelner Haushalte ist es auch wichtig, dass diese ihre typische Dynamik und Stochastik aufweisen. Durch das vorgestellte Verfahren werden für jeden Durchlauf Profile mit den ermittelten statistischen Eigenschaften erzeugt, welches im Durchschnitt dem repräsentativen Profil entspricht. Dadurch bleiben typische Spitzenwerte und rasche Leistungsänderungen, d.h. die statistischen Eigenschaften, erhalten.

Parallel dazu wurden auch eine unterschiedliche Anzahl von Kategorien und Tagedstypen verglichen, sowie aus den realen Profilen rekonstruierte saisonale Dynamisierungsfunktionen extrahiert und evaluiert.

Mit einer größeren Datenbasis steigt auch die Möglichkeit die Profile weiter zu verfeinern und eventuell regionale Unterschiede zu berücksichtigen. Insbesondere die Option individuelle Smart Meter Lastprofile im Tarifkalkulator hochzuladen ermöglicht eine noch bessere Evaluierung verschiedener zeitvariabler Tarife.

## Literatur

- [1] Bernd Schäppi und Thomas Bogner, „Outlook ‚Life Style 2030‘ Determinanten für den Stromverbrauch in österreichischen Haushalten“, Klima- und Energiefonds, Wien, 2012.
- [2] C. Friedl und S. Moser, „Flex-Tarif: Entgelte und Bepreisung zur Steuerung von Lastflüssen im Stromnetz“, Klima- und Energiefonds, 2015.
- [3] R. van der Meijden, „Loads of lifestyles: A latent lifestyle model for interpreting and simulating electrical energy consumption“, 2017.
- [4] T. Tjaden, J. Bergner, J. Weniger, und V. Quaschnig, „Repräsentative elektrische Lastprofile für Wohngebäude in Deutschland auf 1-sekündiger Datenbasis“, Nov. 2015.
- [5] „EA : ADRES-Concept“. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.ea.tuwien.ac.at/projekte/adres\\_concept/DE/](https://www.ea.tuwien.ac.at/projekte/adres_concept/DE/). [Zugegriffen: 03-Okt-2017].
- [6] F. Murtagh und P. Legendre, „Ward’s Hierarchical Clustering Method: Clustering Criterion and Agglomerative Algorithm“, *J. Classif.*, Bd. 31, Nr. 3, S. 274–295, Okt. 2014.
- [7] D. J. Ketchen und C. L. Shook, „The Application of Cluster Analysis in Strategic Management Research: An Analysis and Critique“, *Strateg. Manag. J.*, Bd. 17, Nr. 6, S. 441–458, Juni 1996.
- [8] „Dynamisierungsfunktion für VDEW H0“. [Online]. Verfügbar unter: [energieverbraucher.de/files\\_db/dl\\_mg\\_1134569666.xls](http://energieverbraucher.de/files_db/dl_mg_1134569666.xls).