

REPRÄSENTATIVE LASTPROFILE FÜR HAUSHALTE

EnInnov 2018

15th Februar, 2018

Matthias Stifter, Paul Zehetbauer, Bharath Rao – AIT Austrian Institute of Technology
Sabina Eichberger – E-Control



INHALT

- Einleitung und Motivation
- Datengrundlage
- Methode
- Ergebnisse
- Tarifikalkulator
- Zusammenfassung

EINLEITUNG

Motivation und Hintergrund



MOTIVATION

Zeitvariable Tariffe werden von Smart Metern unterstützt:

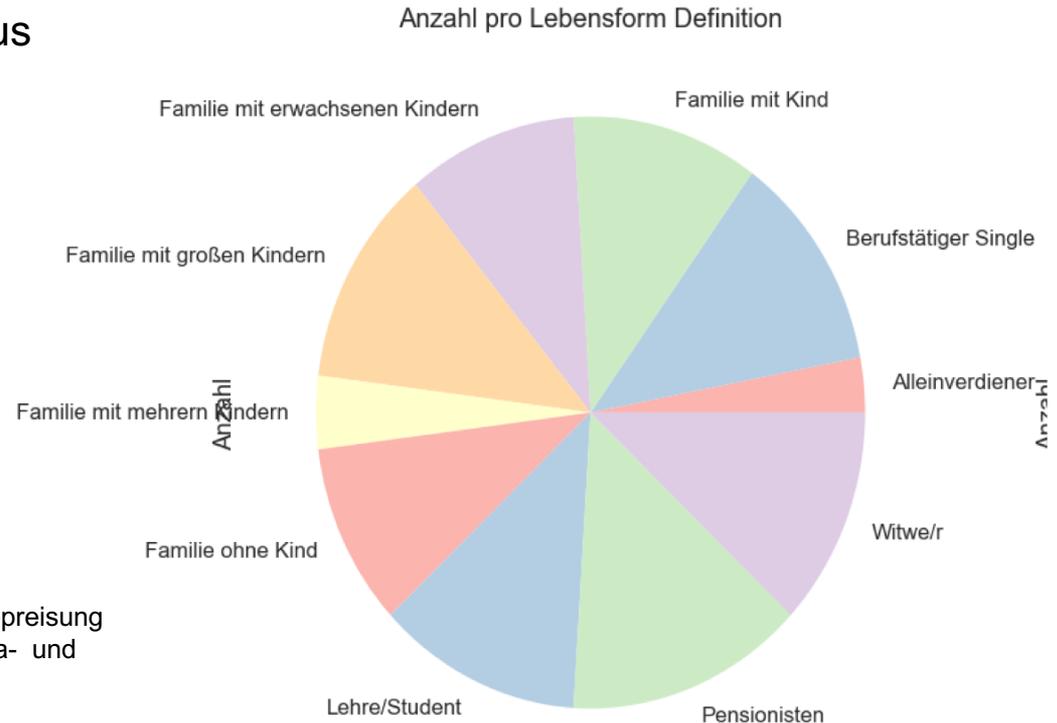
- **Vorteile für Endverbraucher**
 - Angepasste Tariffe,
 - Verbesserte Kostentransparenz,
 - Sensibilisierung des Verbrauchsverhalten bis zu Optimierung
- **Vorteile für Energielieferanten**
 - Genauere Beschreibung des Verbrauchsverhaltens von Endverbrauchern
 - Kategorisierte Verbrauchs-Charakteristiken
 - Verschiedene zeitvariable Tariffe / Auswirkung auf Jahresenergiekosten

HINTERGRUND

- **Verbraucher Kategorisierung** basiert auf
 - Demographische Daten (z.B.: Familienstand) und
 - Statistischen Kenngrößen (z.B.: Anzahl der Personen pro Haushalt)
- Eine Vielzahl der wissenschaftlichen Arbeiten über Endverbrauchs-Charakterisierung **basiert auf Statistiken** in Kombination mit **gemessenen Verbrauchsdaten** von Smart Metern, z.B.:
 - “Haushalts-Familien-Lebensformen” von “Statistik Austria Haushalte“
 - „Loads of lifestyles: A latent lifestyle model for interpreting and simulating electrical energy consumption“, R. van der Meijden, 2017

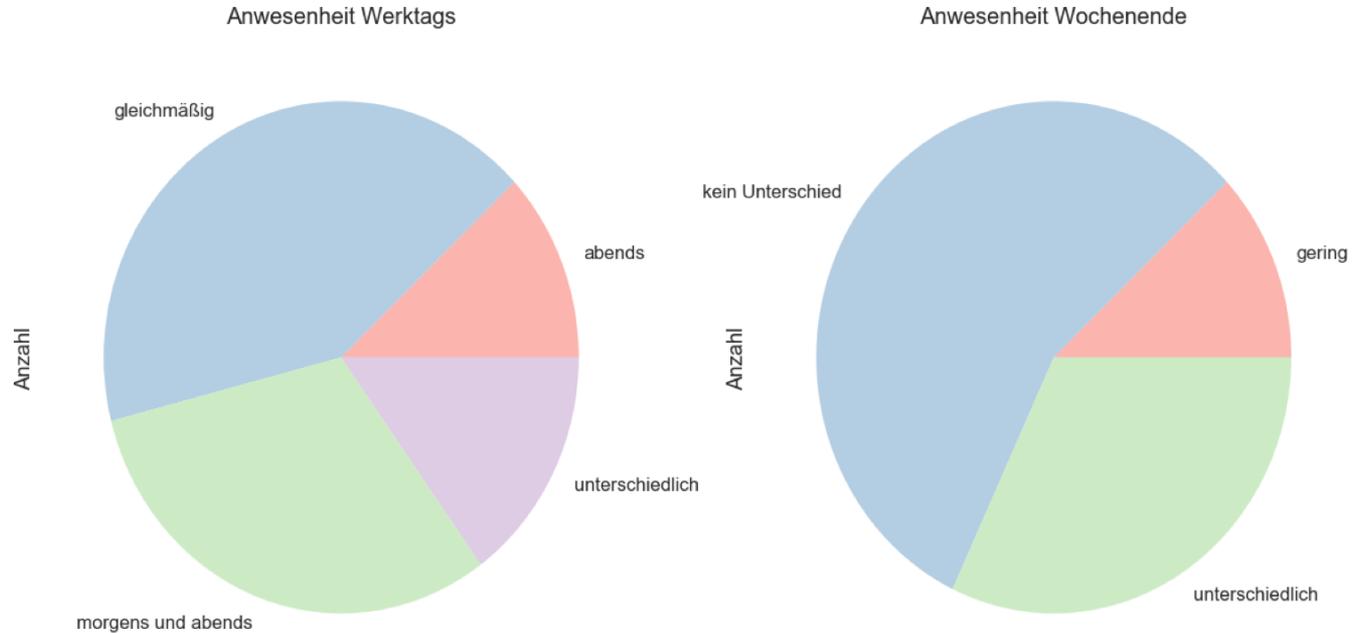
VON “LEBENSFORMEN” ZU “LIFESTYLES”

Lebensformen: e.g. Familienstatus



C. Friedl und S. Moser, „Flex-Tarif: Entgelte und Bepreisung zur Steuerung von Lastflüssen im Stromnetz“, Klima- und Energiefonds, 2015.

VON “LEBENSFORMEN” ZU “LIFESTYLES”



Einteilung der Haushaltslebensformen auf Basis ihrer Aktivität und Anwesenheitszeiten (eigene Interpretation)

DATENBASIS

Gemessene Smart Meter Last Profile



SMART METER DATENBASIS

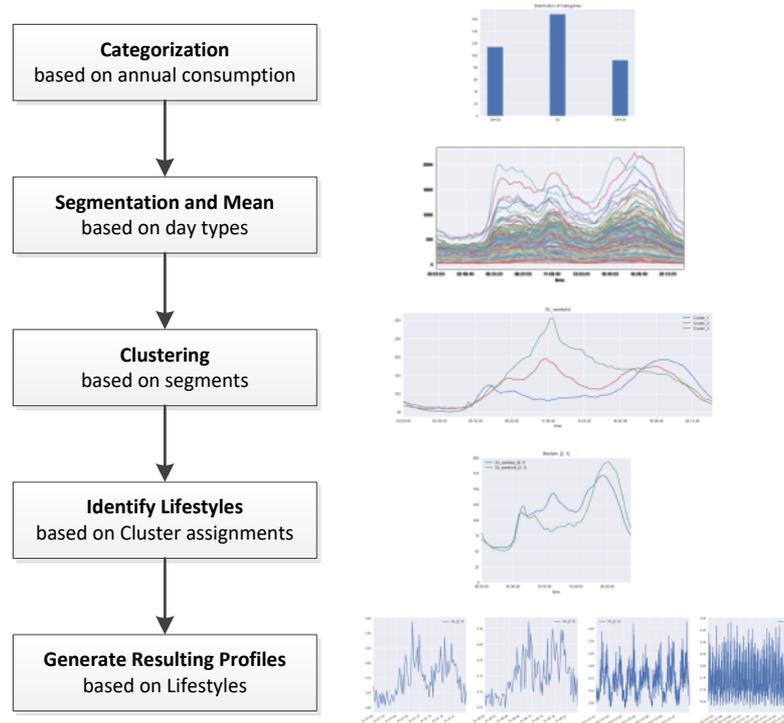
- Nationale **Forschungsprojekte** (ca 45 für 4 Jahre ~ 190 Jahresprofile):
 - Anonymisierte, über ein Jahr gemittelte und geclusterte Tagesprofile (mind. 10)
- **Öffentlich verfügbare** Daten:
 - ADRES (TU-Wien) (ca. 20) mittels Metadaten für 150 Haushalte simuliert
 - IZES (TU-Berlin) (ca. 75, ein Jahr)

METHODE

Cluster basierte “Lifestyle” Extraktion



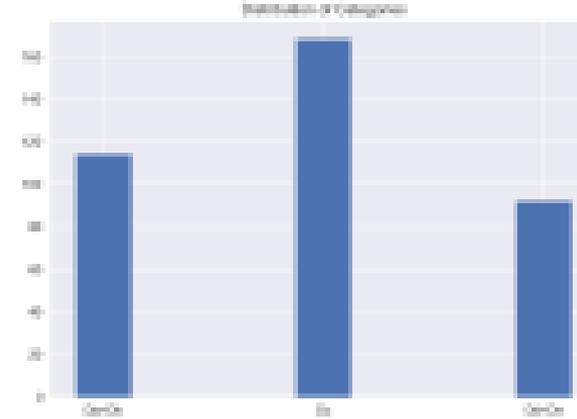
ÜBERSICHT



KATEGORISIERUNG

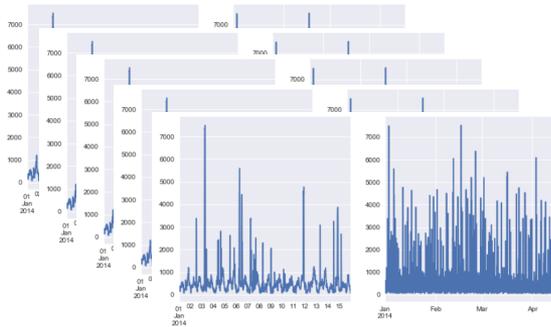
- Basierend auf **Jahresverbrauch**
- Anzahl in **Kategorien** (sample size)

CATEGORY	ANNUAL CONSUMPTION (KWh)
Da	< 1000
Db	1000 - 2499
Dc	2500 - 4999
Dd	5000 - 14999
De	> 15000



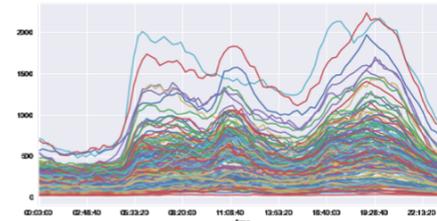
SEGMENTIERUNG UND MITTELWERTBILDUNG

- Basierend auf Tagestypen

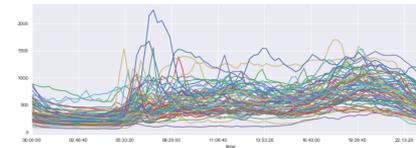


Zeitreihen Jahresverbrauch

Werktag



Wochenende



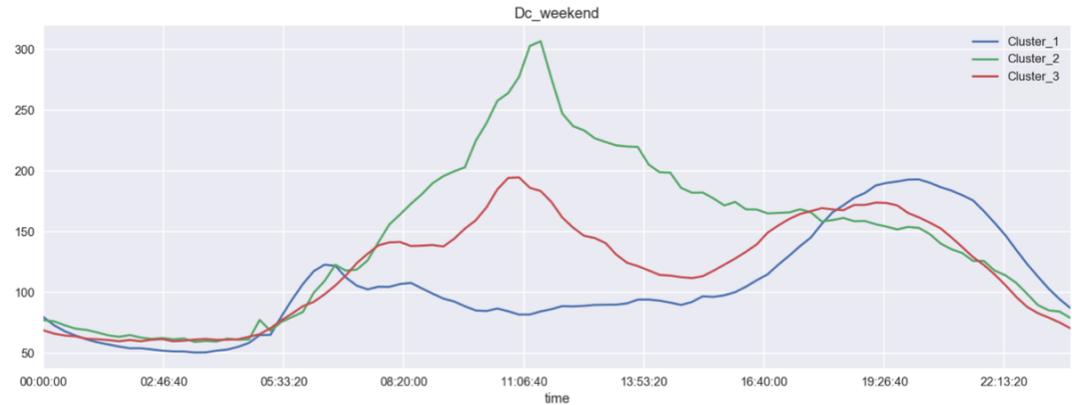
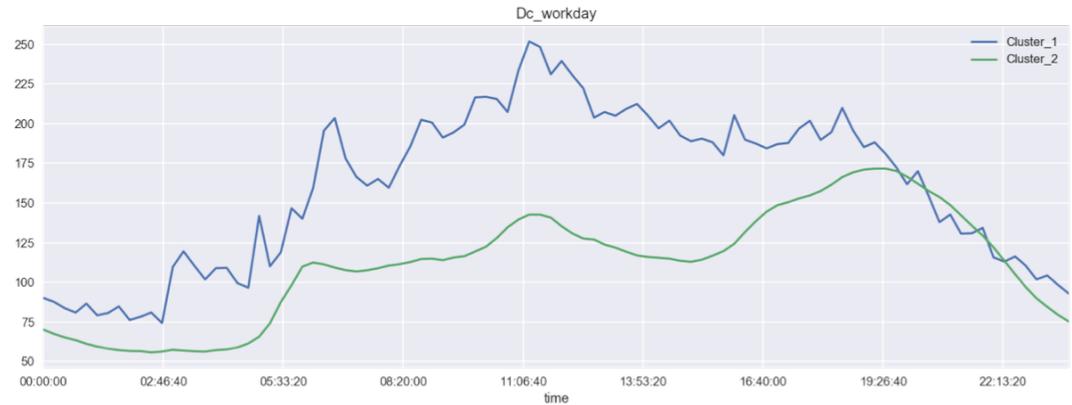
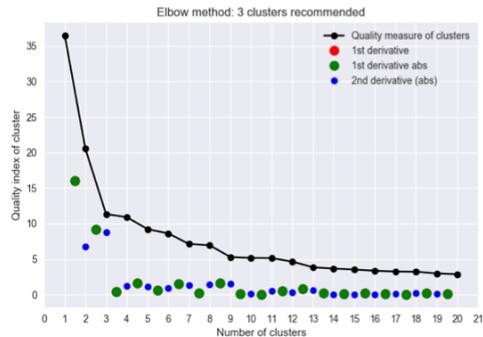
Gemittelte Tagesprofile

CLUSTERING

Jeweils für

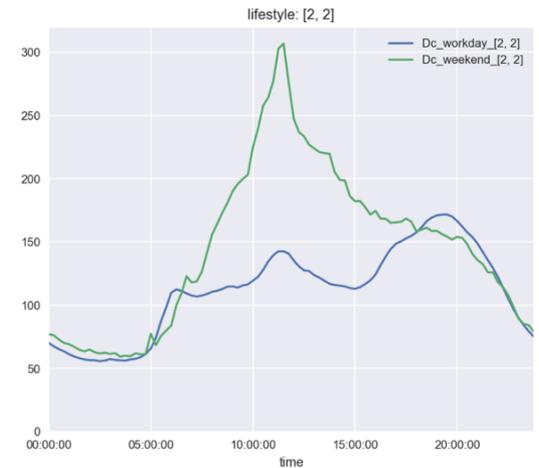
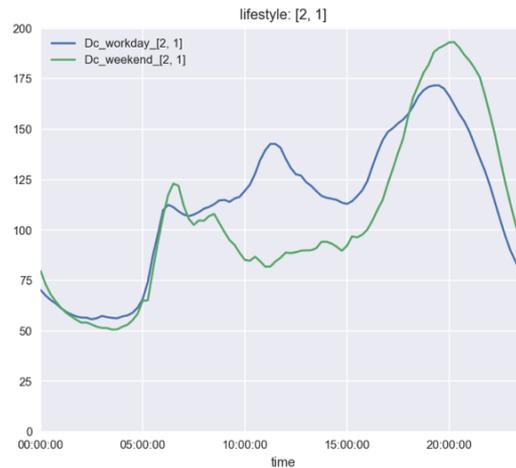
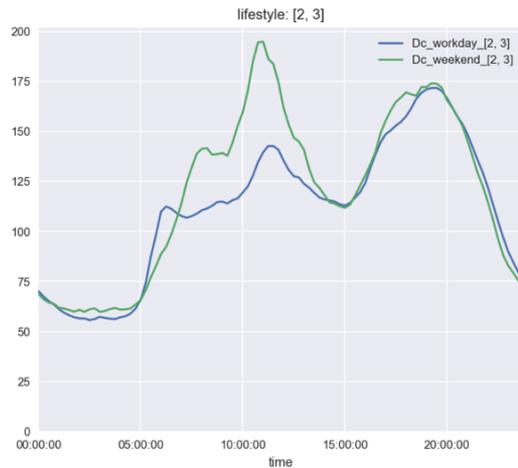
- **Tagestyp**
- und
- **Verbrauchskategorie**

Mittels **Elbow Methode**:



EXTRAKTION “LIFESTYLES”

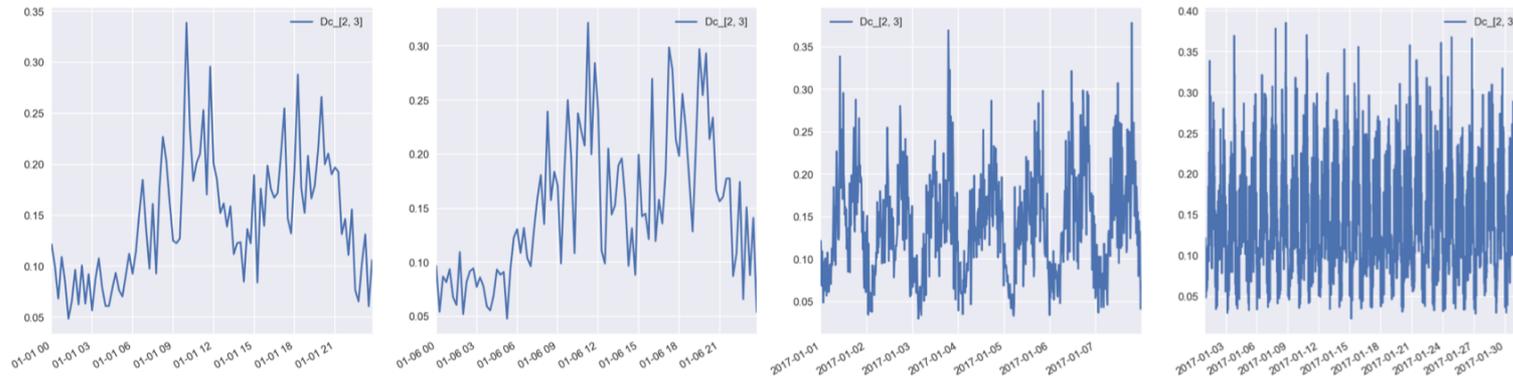
- Basierend auf Cluster Zuordnung und Auftrittswahrscheinlichkeiten (Häufigkeit)
- Bezeichnung lifestyle: [Werktag Cluster Nr., Wochenende Cluster Nr.]



Verbrauchskategorie: Dc

GENERIERUNG DER PROFILE

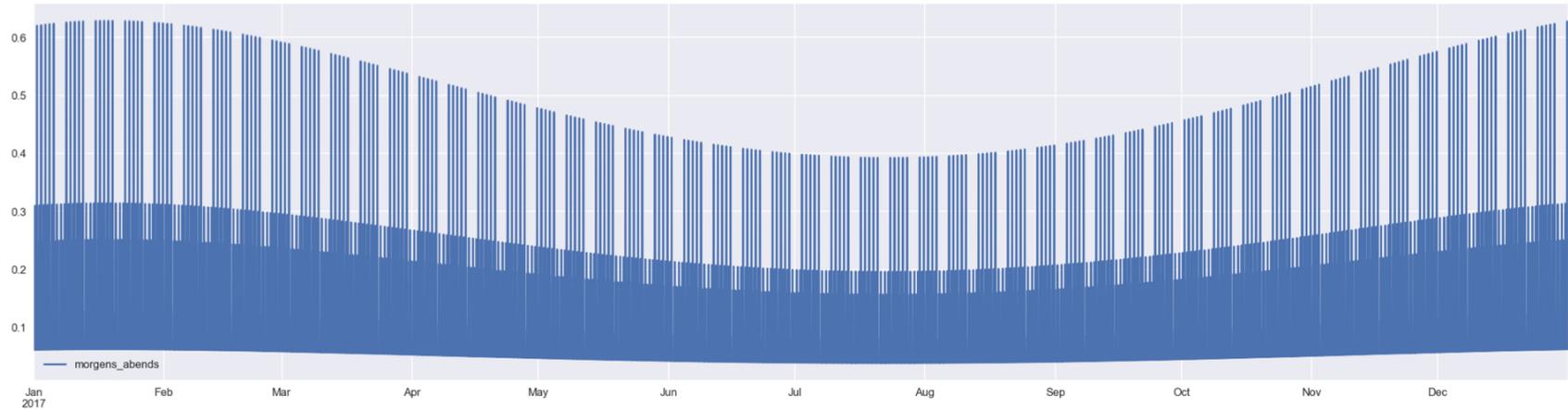
- Basierend auf *lifestyles*,
 - Dynamisierung aufgrund Seasonalität
 - Anwendung der Cluster Statistik (Varianz) zur “Randomisierung”
- **Benennung:** “*Unter der Woche morgens und abends aktiv und am Wochenende meistens zuhause/ganztags*”



Resultierendes Profile für “lifestyle” [2,3] der Kategorie Dc

DYNAMISIERUNG (SAISONALITÄT) + DAYLIGHT SAVING (CEST)

- Polynom für die Dynamisierungsfunktion: $y = x^4 a_4 + x^3 a_3 + x^2 a_2 + x a_1 + a_0$
- Verschiebung um 1 Stunde von UCT+1 auf UCT+2 innerhalb der Sommerzeit



Darstellung der Dynamisierung anhand exemplarischer Werk- und Wochenendprofile

STOCHASTISCHE PROFILE

“Verrauschen” der generierten Profile mittels Cluster Statistiken

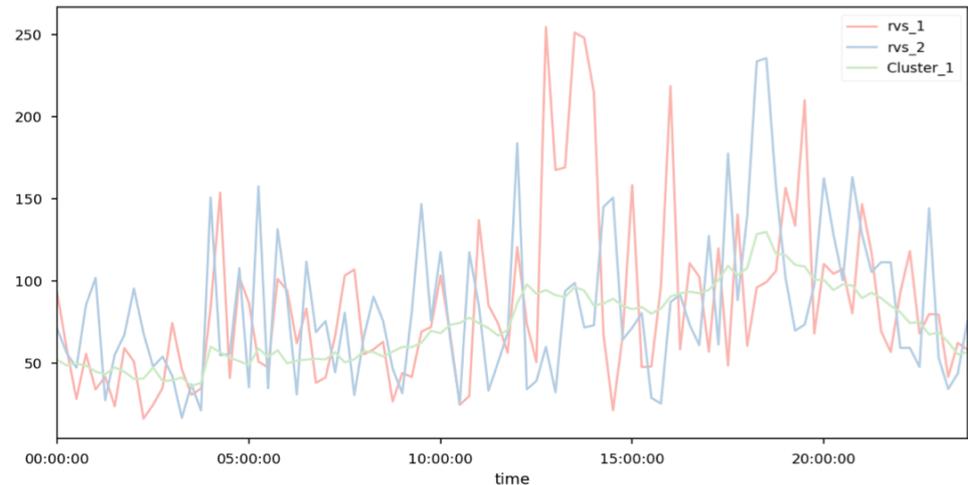
- Mittelwert, Varianz und min/max Werte
- Verteilung $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ liegt zwischen dem Intervall a, b ,

→ Beschränkte Normalverteilung

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

→ Kumulative Verteilungsfunktion

$$\Phi(x) = \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right) \right)$$



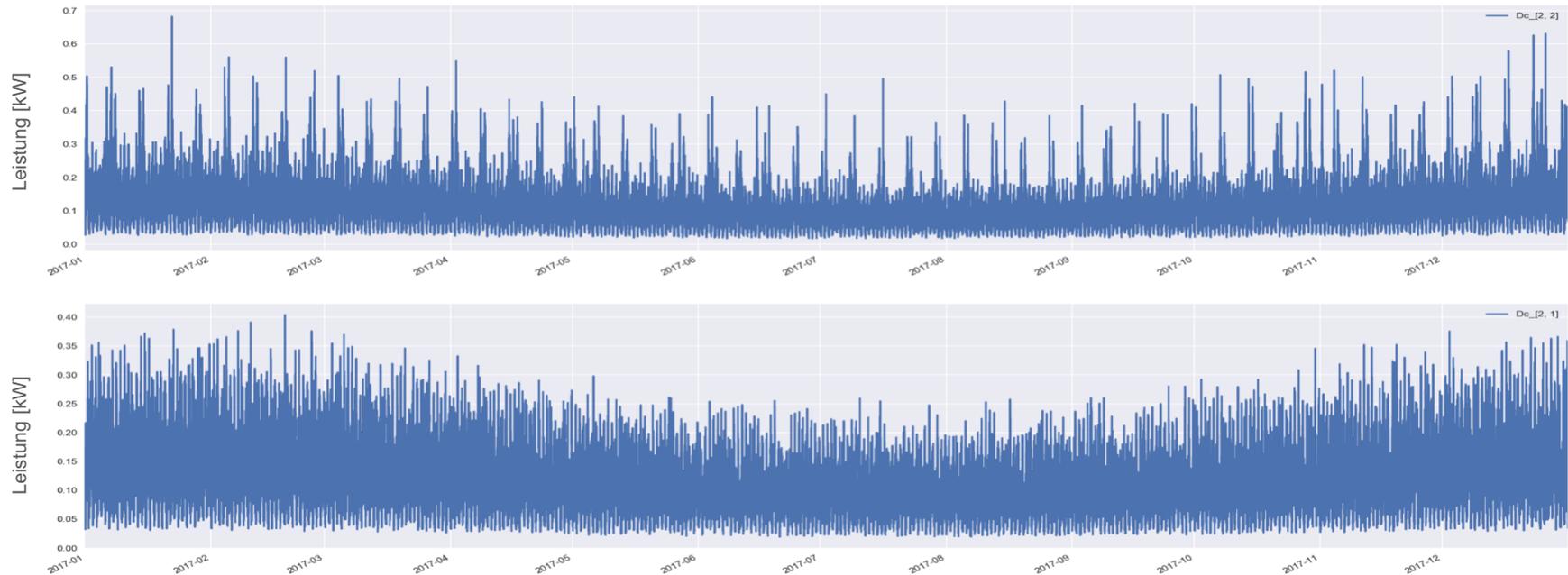
ERGEBNISSE

Repräsentative Lastprofile und spezielle Verbraucher



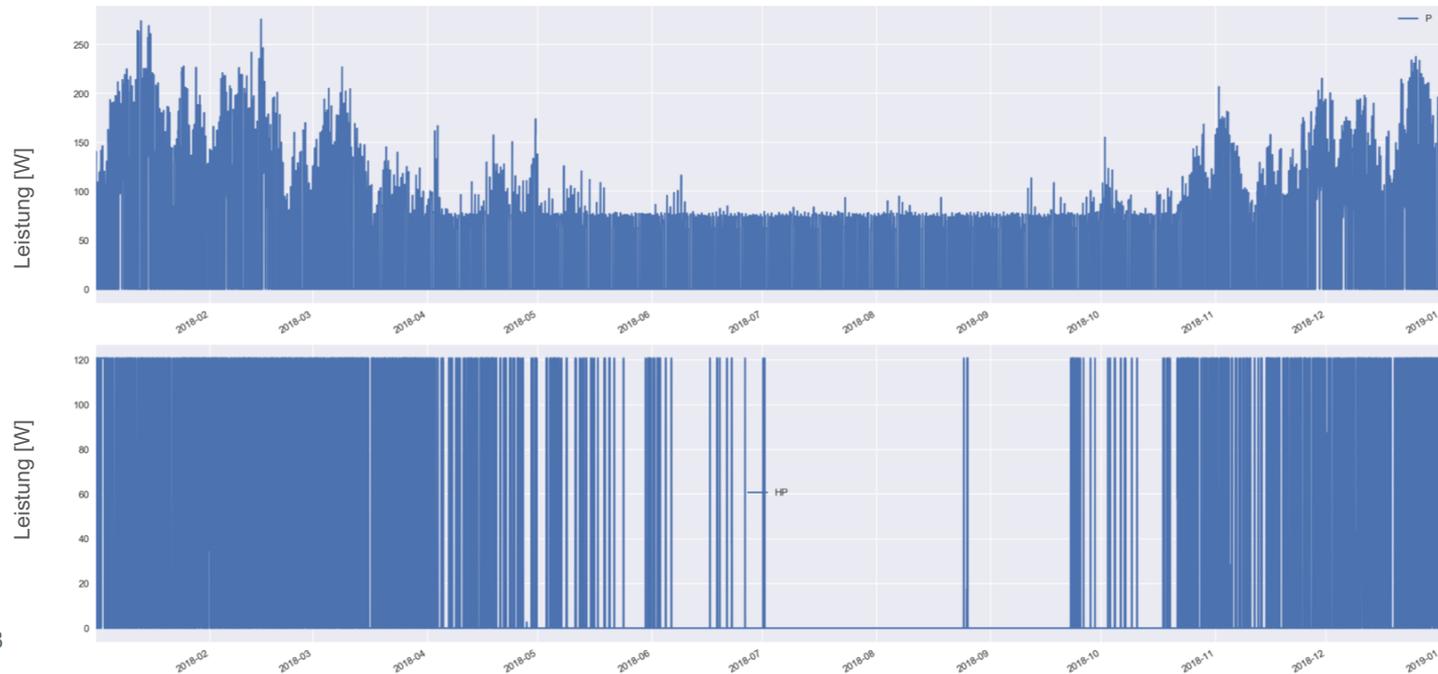
BEISPIEL HAUSHALTSprofil KATEGORIE Dc

- Skaliert auf 1000kWh pro Jahr



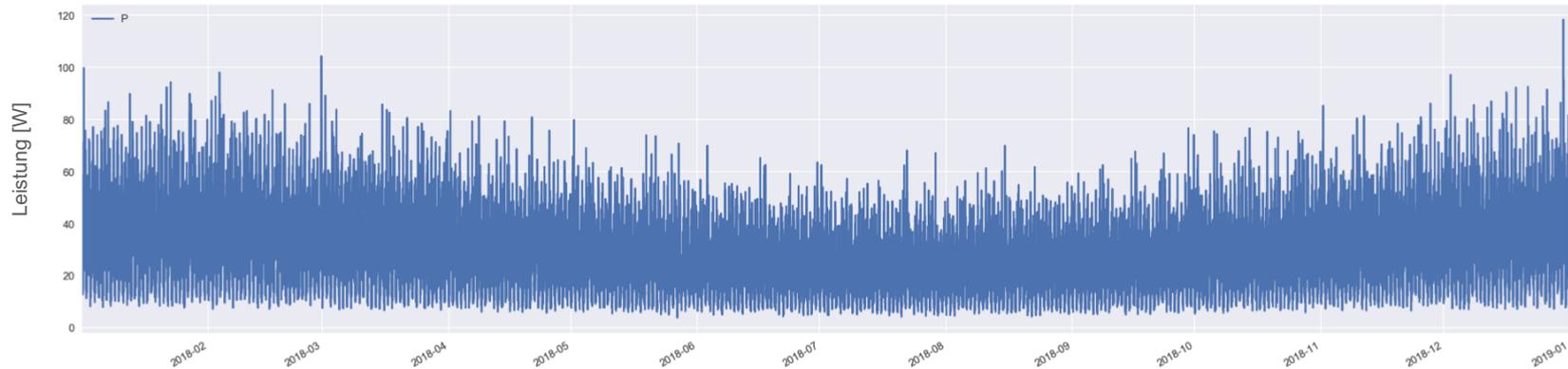
WÄRMEPUMPE (WP)

- Kontinuierlich betriebene WP mit Warmwasser Modul / WP Ohne Drehzahlregelung
- Basierend auf detailliertem Simulationsmodell, validiert mittels Messungen



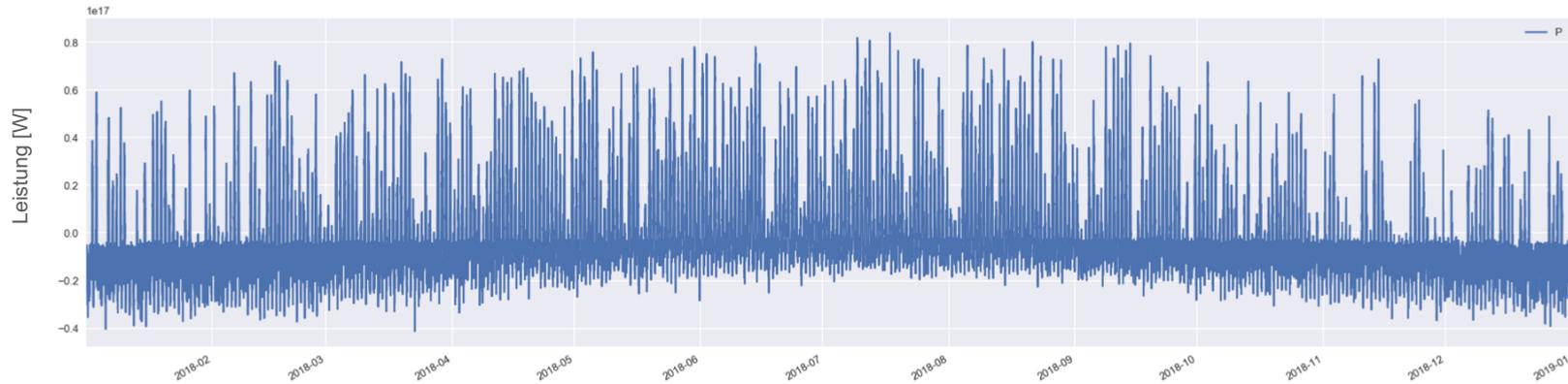
LAST MIT WÄRMEPUMPE (WP)

- Kontinuierlich betriebene WP mit Warmwasser Modul



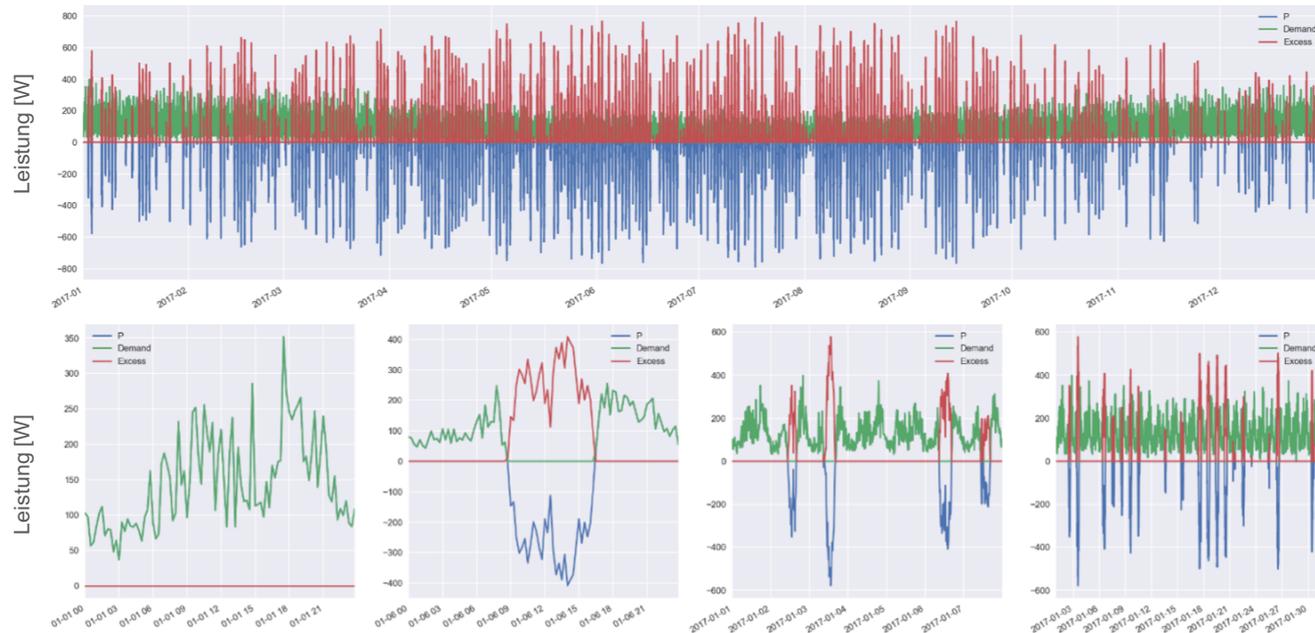
LAST MIT PHOTOVOLTAIK (PV)

- Skaliert auf 1000 kWh



LAST UND ÜBERSCHUSSEINSPEISER

- Summenprofil (blau und grün), Verbrauch (grün) und Erzeugung (rot)



TARIFKALKULATOR

Zeitvariable Tarife



TARIFKALKULATOR NEU

- Seit Oktober 2017 mit **zeitvariablen Tarifen** Tarife (Time-of-Use (TOU) Tariffs)
- enthalten **tageszeit-, wochentags-** und/oder **saisonal-bezogenen Arbeitspreise**
- Derzeit gibt es im Tarifkalkulator **drei Produkte**

Wie wollen Sie Ihren Verbrauch angeben?

Einfach

Haushaltsgröße

Weitere...

Zähleranzahl

1 Zähler

Zähler 1

Ist dieser Zähler ein
Smart-Meter?

Ja

Nein

Haben Sie ein Lastprofil
zum Upload?

Ja

Nein

*Wählen Sie aus einer Reihe von typischen
Verbrauchsverläufen denjenigen aus, der Ihrer
persönlichen Situation am nächsten kommt und
passen Sie diesen gegebenenfalls an.*

Weitere Informationen

Vorlage

Wählen...

Verbrauchsart

Normalstrom Einfach

Verbrauch in
kWh / Jahr

BENNENNUNG DER “LIFESTYLE” PROFILE

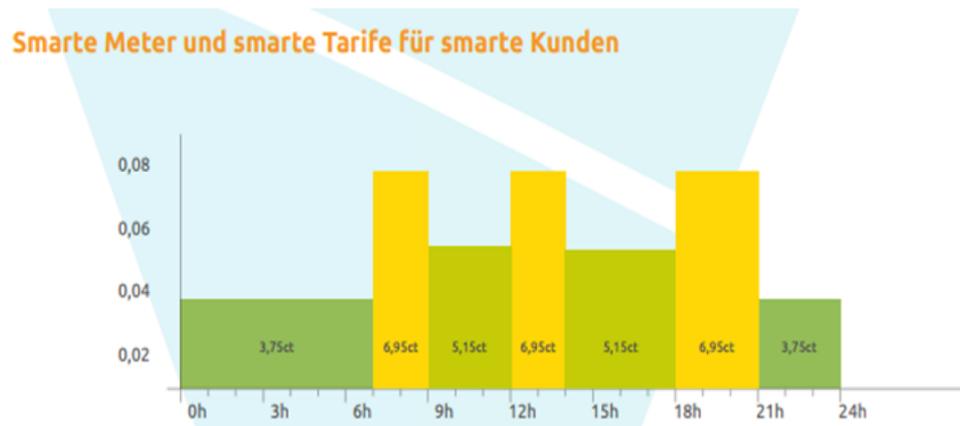
- Auf Basis ihrer qualitativen Charakteristik

Wählen...

- Wohnung - Abendspitzenverbrauch
- Wohnung - werktags Abendspitze & Wochenende Mittagsspitze
- Wohnung - hohe Mittagsspitze und mäßige Abendspitzenverbrauch
- Wohnung/kleines Haus - werktags gleicher Mittags- und Abendspitzenverbrauch & Wochenende Abendspitze
- Wohnung/kleines Haus - werktags gleiche Mittags- und Abendspitze & Wochenende Mittagsspitze
- Wohnung/kleines Haus - Morgens- und Abendspitzenverbrauch & Wochenende Tagesspitze
- Haus - gleicher Mittags- und Abendspitzenverbrauch
- Haus - werktags gleicher Mittags- und Abendspitzenverbrauch & Wochenende Abendspitze
- Haus - hohe Mittagsspitze und mäßiger Abendspitzenverbrauch
- Wohnung - werktags Abendspitze & Wochenende Mittagsspitze - inkl. Nachtspeicher Heizstrom
- Restbedarf beim Haus mit Photovoltaik-Anlage
- Wohnung - werktags Abendspitze & Wochenende Mittagsspitze - inkl. Elektroboiler
- Haushalt mit Wärmepumpe

Wählen... ▼

BEISPIEL SMART METER PRODUKT



Druck- und Satzfehler vorbehalten – St and 01/2018

Preismodell für Haushaltsanlagen in denen ein Smart Meter installiert ist. Der Tarif ist auch für etwaige Zusatzanlagen mit unterbrechbarer Leistung gültig.

Quelle: wüsterstrom, Preisblatt

BEISPIEL SMART METER PRODUKT

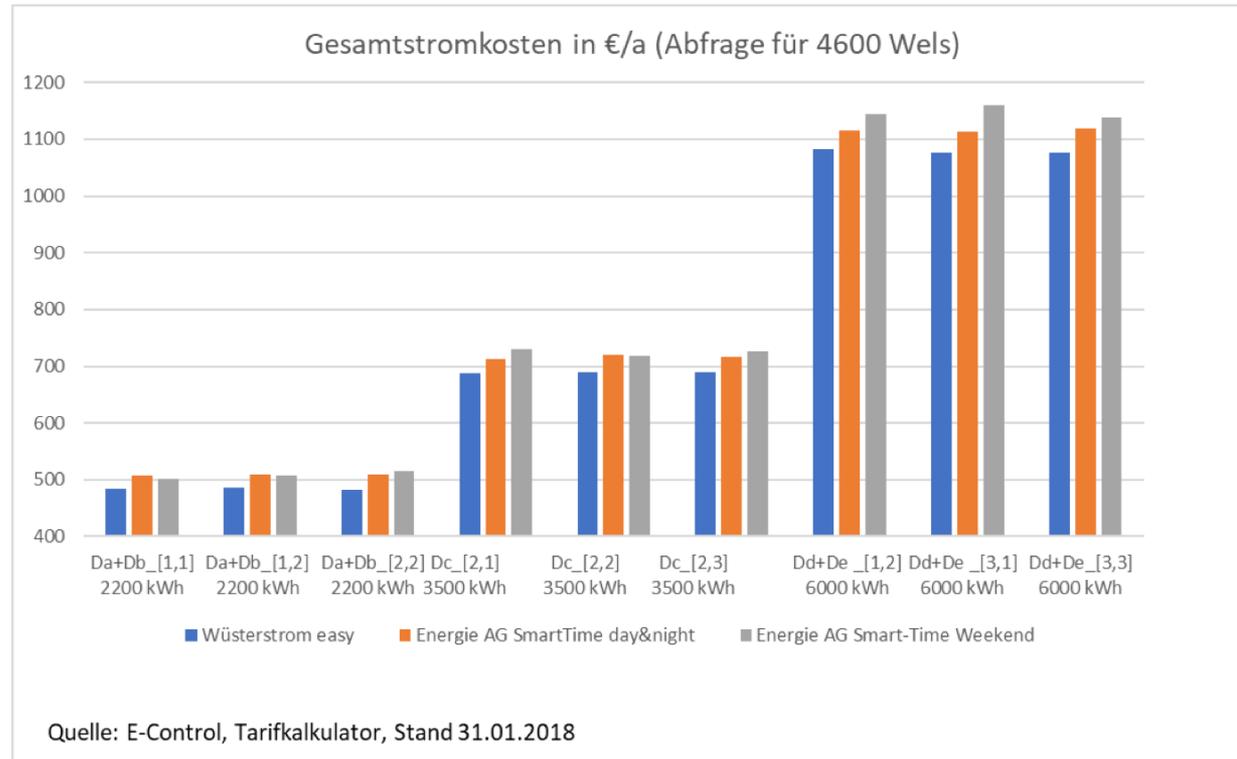
SMART-TIME day & night – Das Preismodell für Morgenmenschen und Nachtaktive

SMART-TIME day & night	Energiepreis netto	Netztarif Verordnung 2018 netto	STEUERN UND ABGABEN			GESAMTPREIS		
			Elektrizitätsabgabe ²⁾ netto	Ökostromförderung ³⁾ netto	KWK-Pauschale ⁴⁾ 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	3,95	5,051	1,50	1,114	—	11,615	13,9380
	Verbrauchspreis Tag in Cent pro kWh Mo bis So: 07:00 – 19:00	6,95	5,051	1,50	1,114	—	14,615	17,5380
	Grundpreis/Pauschale EUR pro Jahr	36,00	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							

VERGLEICH DER GESAMTSTROMKOSTEN



BERECHNUNG PREISUNTERSCHIED

- Abhängig vom gesamten Energiebedarf
- Unterschiedliche Lastprofile mit verschiedenen Produkten noch **eher geringe Kostenunterschiede**:
 - Smart-Time Weekend zwischen 502 und 515 €/a je nach Lastprofiltyp

ZUSAMMENFASSUNG

- **Repräsentative Profile** auf Basis **Verbrauchsaktivität** - „*lifestyles*“
- Erzeugung **realistischer Haushaltsprofile**
 - Statistisch gleiches Verhalten
- **Zusätzliche** Lastprofile:
 - Wärmepumpen (WP), Photovoltaik (PV), El. Direktheizung, Warmwasserboiler
- **Verbesserung** der Methode
 - Weitere zusätzliche Profile (z.B.: Upload)
 - Regionale Unterschiede, weitere Tagestypen und Saisonalität
- **Preismodelle** zeitvariabler Tarife
 - Entwicklung bezüglich Preisbildungsstrategien mit SM bleibt abzuwarten

VIELEN DANK!

Matthias Stifter, 2018-02-15

