

# Ökonomische Bewertung von Smart Grid Applikationen

Wolfgang Prügler

Technische Universität Wien, Institut für Energiesysteme  
und Elektrische Antriebe, Energy Economics Group  
Wien, Österreich  
pruegler@eeg.tuwien.ac.at

Rusbeh Rezania

Technische Universität Wien, Institut für Energiesysteme  
und Elektrische Antriebe, Energy Economics Group  
Wien, Österreich  
rezania@eeg.tuwien.ac.at

**Abstract**— Dieser Beitrag zeigt die Ergebnisse der ökonomischen Bewertung der Smart Grid Applikationen „Energiefeedback“ und „Smart Car Charging“ des Projekts Smart Web Grid. Für Energiefeedback konnte erkannt werden, dass eine zeitnahe Übermittlung der Stromverbrauchswerte durch entsprechende Fixkostenanteile je Kunde zu sehr hohen Kosten führt und somit eine zusätzliche Stromeinsparung von mindestens 6% erfordert. Für den Anwendungsfall „Smart Car Charging“ kann festgehalten werden, dass durch gesteuertes Laden und damit vermiedene Leistungszukäufe der Elektromobilitätskunden Kostenvorteile entstehen können. Dabei ist jedoch zentral, dass der Betrachtungszeitraum entscheidend die Höhe dieser positiven Effekte beeinflusst.

**Keywords**— Smart Grids Applikationen, ökonomische Bewertung, Energiefeedback, Smart Car Charging

## I. EINLEITUNG

Zukünftige Smart-Grids-Anwendungen werden deutlich mehr explizite Interaktion zwischen dem Stromnetz einerseits und den Netzteilnehmern wie Energiekunde, Einspeiseanlagenbetreiber oder Elektrofahrzeugbenutzer andererseits benötigen. Dieser Mehrbedarf an Interaktion entsteht vornehmlich aus der Notwendigkeit, die vorhandene Infrastruktur möglichst optimal zu nutzen (Beispiel Lademanagement bei Elektrofahrzeugen zur Vermeidung von Leistungsengpässen). Er kann aber auch als eine große Chance gesehen werden, ein aktives Verhältnis zwischen dem Stromnetz und seinen Nutzern herzustellen (Beispiel Reduktion des Energieverbrauchs durch Energiefeedback). Das Projekt Smart Web Grid<sup>1</sup> untersucht die Möglichkeiten, für unterschiedliche Smart-Grids-Anwendungen, eine solche Nutzerinteraktion auf möglichst universelle, interoperative und effektive Weise für verschiedene Zielgruppen herzustellen. [1] analysiert in diesem Zusammenhang, die ökonomischen Möglichkeiten von Energiehändlern durch Energiefeedback im E-Dema Projekt des E-Energy Programms (vgl. [2]) in Deutschland. Ein allgemeiner Überblick zu möglichen Smart Grid Anwendungen fällt in [4] gegeben. Technische Auswirkungen gesteuerten Ladens von Elektrofahrzeugen

<sup>1</sup> Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen der Programmlinie „Neue Energien 2020“ durchgeführt

wurden zudem im Projekt V2G-Strategies (vgl. [3]) detailliert untersucht, auf dessen Ergebnisse auch diese Arbeit aufbaut.

Ergänzend zu den allgemeinen Smart Grid Anwendungsfällen bzw. Bewertungsergebnissen für Deutschland bewertet dieser Beitrag daher konkrete Anwendungsfälle innerhalb der Smart Grids Modellregion Salzburg (vgl. [5]). Dabei wird für unterschiedliche Kundenanzahlen in der Modellregion dargestellt, welche Kosten bzw. Vorteile mit der Realisierung der einzelnen untersuchten Anwendungsfälle (inkl. Steuerung der Zugriffsrechte auf die Nutzerdaten) realisiert werden könnten. Kapitel 2 und 3 beschreiben dazu die Datengrundlage und angewandte Methodik. Die Ergebnisse der Bewertung werden in Kapitel 4 dargestellt und im Kapitel 5 interpretiert.

## II. APPLIKATIONSBESCHREIBUNG UND DATENGRUNDLAGE

### A. Smart Web Grid Core

Der Smart Web Grid Core ist für die Verwaltung und Freigabe von Berechtigungen zum Datenzugriff im Rahmen einer Smart-Grid-IKT-Infrastruktur verantwortlich. Der Kern des Systems dient dazu, das Dreieck Datenquelle – Eigentümer der Daten – Zugriffsrechte in Evidenz zu halten. Darauf aufbauend kann der Eigentümer der Daten Dritten gestatten, seine Daten zu lesen und eventuell auch zu verarbeiten bzw. zu verändern. Um die Sicherheit des Systems zu garantieren, ist der Betreiber des Smart Web Grid (SWG) Cores dafür verantwortlich, die Dritten, die Dienstleistungen zur Verfügung stellen, auf deren Zulässigkeit zu prüfen. Dies ist entsprechend mit Kosten verbunden, die sich aus den in der folgenden Tabelle beschriebenen Komponenten zusammensetzen.

TAB I. KOSTENELEMENTE ZUM AUFBAU DES SMART WEB GRID CORES (BIS MAX. 20.000 KUNDEN; QUELLE: [1])

| Kostenelement                          | Fixkosten in € | Laufende Kosten |
|--|----------------|-----------------|
| Amazon EC2 Instanz „Large“; LINUX/UNIX | -              | 2426 €/a        |
| Webanwendung                           | 4970 €         |                 |
| Kosten Single-Sign-On Instanz          | Open Source    | 8.000 €/a       |
| Systemadministration und Support       | -              | 7.200 €/a       |

Die günstigste Variante, die Server für den SWG Core bereitzustellen, wurde durch eine Amazon Instanz (entspricht einer Serverlösung in der Ausführung Large) im Projekt abgeschätzt. Dazu wurde ein ganzjähriger Betrieb sowie ein Wechselkurs €//\$ von 1,3 angenommen. Weiters wurde im Projekt ein Angebot zur Erstellung einer Webanwendung für den Smart Web Grid Core eingeholt sowie Betriebskosten ermittelt und für die weiteren Berechnungen verwendet.

### B. Anwendungsfall Energiefeedback

Zur Nutzung der Energiefeedback Applikation meldet sich der Kunde mit Username und Passwort bei der Anwendung an oder ist bereits basierend auf einem Single-Sign-On Mechanismus im Smart Web Grid Portal authentifiziert. Entsprechend der Applikationsgestaltung kann der Endkunde seinen Stromverbrauch sowohl als kWh als auch als €-Wert sowie CO<sub>2</sub>-Wert je gewählter Periode (Tag, Woche, Monat, Jahr) darstellen. Ein Vergleich zu einem anonymen beispielhaften Haushalt mit vergleichbarer Größe und Bewohneranzahl sowie zum eigenen historischen Verbrauch in Vergleichsperioden kann eingestellt werden. Zudem können Energiespartipps angezeigt und Budgetgrenzen festgelegt werden. Tabelle 2 fasst dazu die einzelnen Kostenfaktoren der benötigten Komponenten zusammen.

TAB II. KOSTENELEMENTE ZUM AUFBAU DER ENERGIEFEEDBACK ANWENDUNG (QUELLE: [1])

| Kostenelement   | Fixkosten in € | Laufende Kosten €/a |
|---|----------------|---------------------|
| <b>Conova Datenbasis</b>  | <b>21.600</b>  | <b>3.200</b>        |
| Gateway Datenübertragung  | 100            | -                   |
| MBUS-Modul  | 120            | -                   |
| Wireless Modul Smart Meter  | 90             | -                   |
| Applikationsentwicklung   | 1.318          | -                   |
| Alternative: Energiefeedback (EF) mit Vortageswerten (Entwicklungskosten) | 175.000        | -                   |
| EF mit Vortageswerten (Systemintegration)                                 | 185.000        | 103.900             |

Zur Umsetzung der Energiefeedback-Anwendung ist die Errichtung einer Datenbasis (Conova) sowie von Datenschnittstellen (Gateway und MBUS-Modul) notwendig. Zusätzliche Applikationen, die diese Komponenten nutzen, würden diese Kosten entsprechend senken, waren im Projekt jedoch nicht für die Umsetzung vorgesehen. Zusätzlich zu den Hardwarekosten wurde ein Angebot zur Erstellung der Applikation „Energiefeedback“ eingeholt und für die weitere Berechnung herangezogen. Da diese Anwendung im Zuge der Smart Metering Verordnung (vgl. [10]) ohnehin zu realisieren ist, wurde dem Smart Web Grid Projekt ein Kostenanteil von 10% für die zusätzlichen Funktionalitäten zugeordnet. Zudem wurde eine Alternative vorgesehen, welche das Energiefeedback mit Vortageswerten realisiert. Die entsprechenden Kostenanteile sind dabei in den letzten zwei Zeilen der Tabelle 2 zu finden.

### C. Anwendungsfall Smart Car Charging

Wie in Abbildung 1 ersichtlich ist, wurde aufbauend auf der Systemarchitektur des Projekts V2G-Interfaces (vgl. [8]) im

Smart Web Grid Projekt die Visualisierung des Ladevorgangs an den Elektromobilitätskunden entwickelt. Diese ermöglicht dem Kunden, das Ladeverhalten seines E-Fahrzeuges an der Home-Ladestation abrufen und beeinflussen zu können. Beispielsweise kann von der Seite des E-Mobility Providers die Information weitergegeben werden, welche Ladestrategie (z.B. ökonomische Ladung, schnelle Ladung, gar keine Ladung) zum aktuellen Zeitpunkt möglich ist. Die Situation des Stromnetzes kann somit beispielsweise über drei Farben (rot, gelb, grün) abgebildet werden und in unterschiedlichen Optionen der Ladestrategie resultieren (z.B. grün: schnelles Laden und ökonomisches Laden möglich, gelb: ökonomisches Laden möglich; rot: kein Laden möglich). Bei Änderung des Netzstatus kann der User zudem über eine Push-Nachricht informiert werden. Wesentlich in diesem Use Case ist, dass der Kunde seine Präferenzen in die Ladestrategie einfließen lassen kann und zusätzliche Leistungsspitzen vermieden werden.

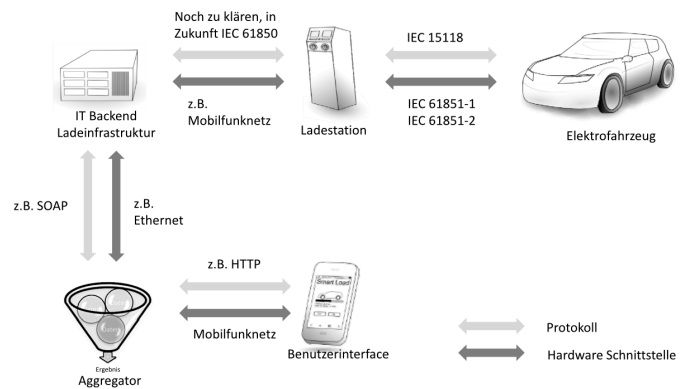


Abb. 1. Schnittstellen und Protokolle für die Kommunikation zwischen den einzelnen Einheiten zum Smart Car Charging (Quelle: [8])

Die einzelnen Kostenparameter, die für die Umsetzung dieses Konzepts nötig sind, wurden wiederum im Projekt ermittelt und in Tabelle 3 zusammengefasst. Die notwendigen Investitionen umfassen dazu die Softwareentwicklung, Mehrkosten der Ladestation oder die Zusatzkosten höherer Anschlussleistung der Haushalte, wenn keine Ladeunterbrechung gewünscht wird.

TAB III. KOSTENELEMENTE ZUM AUFBAU DER SMART CAR CHARGING ANWENDUNG (QUELLE: [1])

| Kostenelement   | Fixkosten in € | Laufende Kosten €/a |
|---|----------------|---------------------|
| <b>Applikationsentwicklung</b>                                      | <b>13.980</b>  | -                   |
| <b>Mehrkosten je Ladestation</b>                                    | <b>1.080</b>   | -                   |
| <b>Alternative: Mehrkosten je kW Anschlussleistung für Haushalt</b> | <b>352</b>     | -                   |

### III. BEWERTUNGSMETHODIK

Die ökonomische Bewertung wird für die Komponenten des Smart Web Grid Cores und zur Umsetzung der Applikationen notwendigen Hardware-Komponenten und Software durchgeführt. Dies bedeutet, dass Kosten für externe Datenquellen und Senken (z.B. Smart Meters oder Ladestationen) sowie der Datenübertragung (z.B. Ausbau des Glasfasernetzes) nicht berücksichtigt werden. Dennoch wurde im Projekt zwischen zwei relevanten Kostenkomponenten unterschieden (vgl. Abbildung 5).

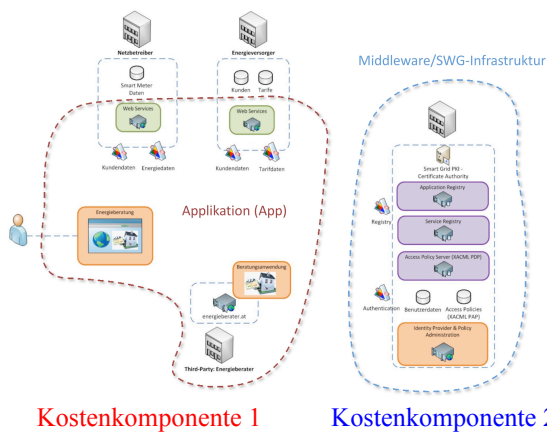


Abb. 2. Skizze zu den im Projekt definierten Kostenkomponenten (Quelle:[1])

Kostenkomponente 1 umfasst dabei die notwendige Hardware (Infrastruktur) sowie deren laufende Betriebskosten, die anfallen, um den Smart Web Grid Core, die Datenschnittstellen und die Datenbanksysteme zu betreiben. Kostenkomponente 2 beinhaltet alle Softwareimplementierungen des Cores und der einzelnen Applikationen. Im gegenständlichen Projekt wurde in Bezug auf notwendige Authentifizierungszertifikate auf eigens entwickelte Zertifikate für den Core (bzw. als Freeware verfügbare Lösungen) zurückgegriffen. Falls der Smart Web Grid Core in Zukunft ein breites Anwendungsgebiet finden sollte, wird es notwendig werden, auf andere Zertifizierungen (z.B. E-Trust) zurückzugreifen. Entsprechende Zertifizierungskosten müssen dann in die Wirtschaftlichkeitsbewertung aufgenommen werden. Da deren Gesamtkostenauswirkung jedoch als gering eingeschätzt wird, wurden diese in Kostenkomponente 1 nicht berücksichtigt.

Mit dieser Einteilung der Kostenkomponenten entsteht die Möglichkeit der aliquoten Kostenallokation einzelner Kostenelemente zu den jeweiligen Anwendungsfällen. Die folgende Abbildung illustriert diesen Zusammenhang grafisch.

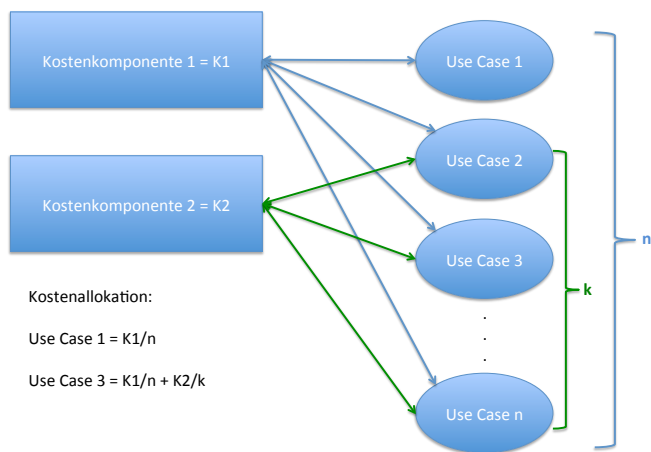


Abb. 3. Skizze zu den im Projekt definierten Kostenkomponenten (Quelle:[1])

Dies bedeutet, dass nicht alle Anwendungen (je nach Funktionalität) auf die gleiche Infrastruktur zugreifen müssen und daher eine entsprechend verursachergerechte Kostenzuteilung ermöglicht wird. Entsprechende

Parametervariationen leiten zudem die signifikantesten Kostenfaktoren ab. Diese werden vor allem durch die Variation der Anzahl an Applikationen, welche die aufgebaute Infrastruktur gemeinsam nutzen können, sowie die erreichbare Kundenzahlen ermittelt.

Die so ermittelten Investitionskosten bzw. Einsparungen werden schließlich je Anwendungsfall aggregiert und mit der Annuitätenmethode (dynamischen Investitionsrechnung vgl. z.B. [6]) ergänzt um die Betriebskosten als jährliche Gesamtkosten bzw. -erlöse dargestellt. Eine Nutzungsdauer der Komponenten von sieben Jahren (Ausnahme Ladeinfrastruktur E-Mobilität) sowie ein Zinssatz von 6% werden dabei zu Grunde gelegt. Eine Zuteilung zu unterschiedlichen Kundenanzahlen erfolgt schließlich durch Division der Gesamtkosten durch die jeweilige Anzahl.

Ergänzend dazu wurde im Projekt abgeschätzt, welche Erlöse durch den Einsatz von Werbung in den einzelnen Applikationen erreichbar wären und diese die jährlichen Applikationsentgelte mindern könnten. Diese Abschätzung wurde nach [9] vorgenommen, welche wie folgt zusammengefasst werden kann. In Bezug auf Werbung auf z.B. Smartphones muss allgemein zwischen Nutzern, welche die Applikationen lediglich testen und Nutzern welche die Applikationen regelmäßig nutzen unterschieden werden. Im Fall der Smart Web Grid Nutzer wird dabei angenommen, dass die Applikationen bedarfspezifisch genutzt werden. Für die Nutzung der Applikationen ist eine Internetverbindung vorausgesetzt, weshalb nicht von offline Usern auszugehen ist. Mit einer so ermittelten Anzahl an Usern ist zu errechnen welche Anzahl an „Impressionen“ durch die Schaltung von Werbeeinheiten erreicht werden könnten. Dazu ist die gesamte Nutzungsdauer der Applikation abzuschätzen und mit dem Wert einer Impression (z.B. Schaltung der Werbung von 30 Sekunden) zu multiplizieren. Somit kann ein kumulierter Werbewert je Nutzer geschätzt werden, welcher durch die Anzahl der Nutzungsjahre der Applikation geteilt wird. Dieser Zusammenhang soll anhand eines Beispiels erläutert werden:

Ausgangspunkt ist ein Nutzer der Applikation „Energiefeedback“.

- Es wird davon ausgegangen, dass der Werbeerlös je 1.000 Impressionen bei 2,5€ (vgl. [9]) liegt
- Die 7-jährige Nutzungszeit der Applikation wird mit 500 Minuten geschätzt (volle Minuten in denen die Werbung platziert werden kann)
- Je Minute können 2 Impressionen geschaltet werden
- Somit ergeben sich 1.000 Impressionen je Kunde, welche einen Wert von 2,5€ aufweisen
- Dies bedeutet einen Schätzwert jährlich erreichbarer Werbeerlöse von etwa 0,4 € je Kunde und Anwendung

Der so ermittelte Schätzwert von Werbeerlösen kann damit in Relation zu den spezifischen Kosten gestellt und für einzelne Anwendungsfälle in den folgenden Abschnitten diskutiert werden.

#### IV. BEWERTUNGSERGEBNISSE

Da alle Applikationen den Smart Web Grid Core zur Datenzugriffssteuerung verwenden, werden dessen Bewertungsergebnisse gesondert dargestellt, die Kosten in den Anwendungsfällen Energiefeedback und Smart Car Charging jedoch inkludiert.

##### A. Smart Web Grid Core

Werden die Kostenparameter des Smart Web Grid Cores aus Tabelle 1 herangezogen und die jährlichen Kosten durch Summation der resultierenden Annuitäten und Betriebskosten errechnet, so zeigt Abbildung 4 die resultierenden Ergebnisse. Der sensitivste Parameter der Bewertung ist dabei die Anzahl der den Core nutzenden Applikationen. Für den Fall des Smart Web Grid Projekts (Nutzung des Cores durch vier Applikationen) entstehen somit jährliche Gesamtkosten von ca. 4,6k€ je Applikation. Eine annähernd gleichmäßige Kostenteilung zwischen Software und Infrastruktur kann dabei beobachtet werden.

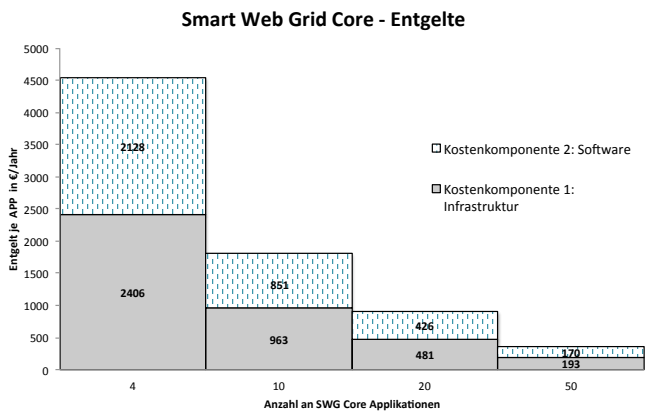


Abb. 4.: Berechnungsergebnisse der Smart Web Grid Core Gesamtkosten je Applikation, die den Core nutzt; (Quelle:[1])

##### B. Anwendungsfall Energiefeedback

Wird im Fall der Energiefeedback Applikation die Kostenstruktur betrachtet, so zeigt Abbildung 5 jährliche Gesamtkosten von etwa 6,8 k€ ohne Core und etwa 11,3 k€ inkl. Core. Zudem sind die jährlichen Fixkosten durch das Gateway, M-Bus Modul und Smart Meter Wireless Modul je Kunde dargestellt. Diese Komponenten sind für zeitnahes Energiefeedback nötig und erhöhen daher signifikant die Mindestkosten je Kunde, auch wenn eine hohe Kundenanzahl den Smart Web Grid Core und die Applikationssoftware nutzt. Dies ist entsprechend in Abbildung 6 auch bei hohen Kundenanzahlen (z.B. 20.000) zu erkennen.

Werden diese Kosten unter Variation der App-Kundenanzahl betrachtet und die Haushaltsstrompreise variiert so resultieren die in Abbildung 7 dargestellten notwendigen Stromeinsparungen von Haushaltskunden, um die Smart Web Grid Systemkosten eines zeitnahen Energiefeedbacks ausgleichen zu können. Diese Einsparungen liegen bei derzeitigen Strompreisen (Energie, Netz, Steuer) auch für hohe Kundendurchdringungen bei mindestens 6%. Werden die

errechneten Werbeerlöse von etwa 0,36 €/a je Kunde betrachtet (vgl. Kapitel 3), so würden diese im Fall des zeitnahen Energiefeedbacks lediglich Kostenreduktionen von etwa 0,8% (bei Kundenanzahl von 20.000) bewirken können.

#### Kostenkomponenten Operator & Kunden

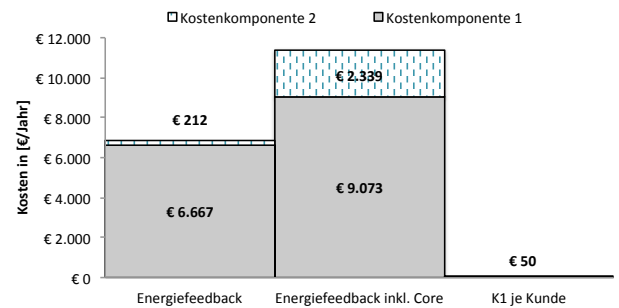


Abb. 5. Ergebnisse zu Kostenkomponenten des Use Cases Energiefeedback

#### Kosten je Kunde - Energiefeedback Echtzeit (inkl. Core und APP)

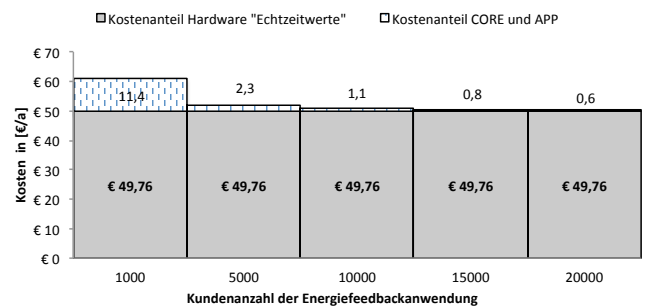


Abb. 6. Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Energiefeedbacklösung mit Echtzeit-Verbrauchswerten

#### Notwendige zusätzliche Energieeinsparung beim Kunden

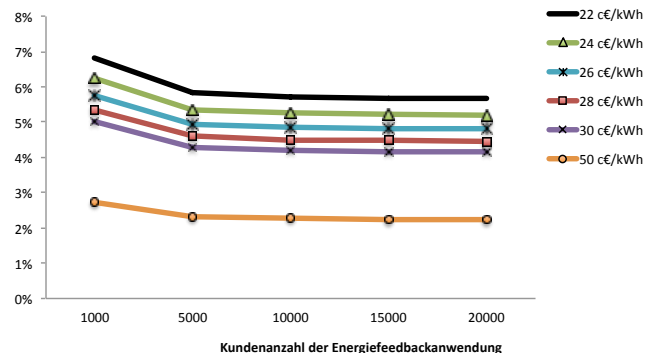


Abb. 7. Berechnung nötiger zusätzlicher Energieeinsparungen beim Haushaltskunden unter Variation der Haushaltsstrompreise und Kundenanzahl

Anders sieht diese Relation im Falle von Energiefeedback mit Vortageswerten aus. Abbildung 8 illustriert dazu deutlich geringere Kosten je Kunde, da die Fixkosten der zeitnahen Feedbackkomponenten entfallen.

### Kosten je Kunde - Energiefeedback mit Vortageswerten (inkl. CORE & APP)

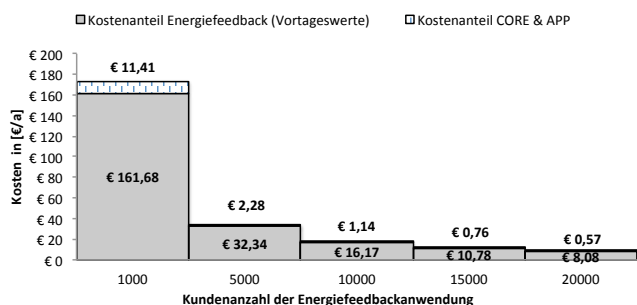


Abb. 8. Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Energiefeedbacklösung mit Vortageswerten des Verbrauchs (inkl. Core)

Somit könnten beispielsweise jährliche Kosten von etwa 8,6€ je Kunde (bei 20.000 App-Nutzern) erzielt werden. Diese Kosten und damit verbundene zusätzliche Stromeinsparungen wären somit um den Faktor 5 geringer, als bei zeitnahen Feedbackmethoden. Auch der geschätzte Werbeerlös könnte somit die jährlichen Kosten immerhin um rund 5% senken.

### C. Anwendungsfall Smart Car Charging

Werden die Bewertungsergebnisse des Anwendungsfalls „Smart Car Charging (SCC)“ betrachtet, so zeigt Abbildung 9 die errechneten Kostenkomponenten mit und ohne Smart Web Grid Core. Entsprechend sind auch wieder die Kosten je Kunde dargestellt, welche durch die Mehrkosten der Ladestation resultieren. Dabei ist anzumerken, dass das nötige System für eine Modellgemeinde (Köstendorf innerhalb der Smart Grids Modellregion Salzburg) entwickelt wurde und bei höheren Durchdringungsraten geringere Kosten je Kunde anfallen könnten. Da dies jedoch im Smart Web Grid Projekt nicht ermittelt wurde, wurden die angegebenen Werte aus Tabelle 3 verwendet.

### Kostenkomponenten SCC

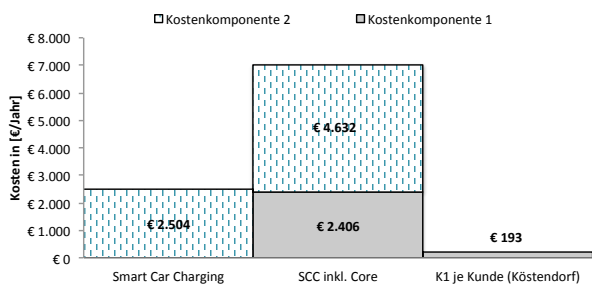


Abb. 9. Berechnungsergebnisse zu den Kostenkomponenten des Use Cases Smart Car Charging (SCC)

Zentral in der Bewertung ist dabei, wie lange die Vorteile eines vermiedenen Netzleistungszukaufs je Haushalt (vgl. Tabelle 3) gegeben sind. Werden beispielsweise wie in Abbildung 10 dargestellt Ladestation, Elektroauto, Smart Web Grid Core und die Smart Car Charging Applikation für sieben Jahre betrieben, so können Kostenvorteile von bis zu 40 Euro je Jahr und Kunde resultieren (ab 20.000 Kunden).

### Kosten je Kunde - Smart Car Charging (inkl. Core, Nutzungsdauer Ladestation = 7a)

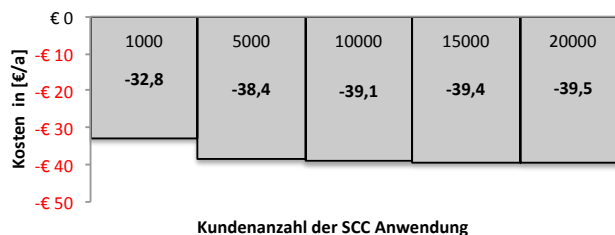


Abb. 10. Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Smart Car Charging Lösung mit 7 Jahren Nutzungsdauer (inkl. Core)

Werden die Komponenten jedoch z.B. 14 Jahre lang eingesetzt (vgl. Abbildung 11) so reduzieren sich diese Kostenvorteile auf etwa die Hälfte. Dies liegt daran, dass durch den längerem Betrachtungszeitraum die Vorteile entsprechend auf die Bewertungsjahre verteilt werden.

### Kosten je Kunde - Smart Car Charging (inkl. Core, Nutzungsdauer Ladestation = 14a)

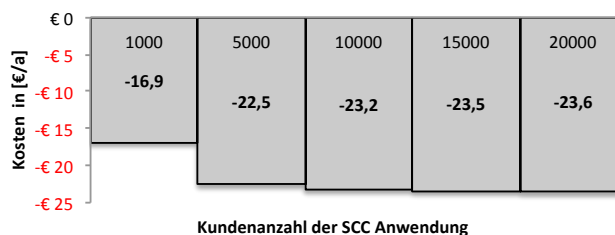


Abb. 11. Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Smart Car Charging Lösung mit 14 Jahren Nutzungsdauer (inkl. Core)

## V. FAZIT

Als Fazit der Bewertung des Use Cases Energiefeedback kann angegeben werden, dass eine zeitnahe Übermittlung der Verbrauchswerte durch entsprechende Fixkostenanteile je Kunde zu sehr hohen Kosten führt und somit eine notwendige zusätzliche Energieeinsparung von mindestens 6% erfordert. Wird ein Feedback mit Vortageswerten bei hoher Kundenanzahl gewählt, können diese Kosten und nötigen Stromeinsparungen um den Faktor 5 reduziert werden. Aus ökonomischer Sicht ist daher ein Energiefeedback mit Vortageswerten zu bevorzugen. Dies entspricht auch den Ergebnissen einer durchgeführten Nutzerbefragung, da vor allem Bedenken zum Datenschutz sowie eine geringe Zahlungsbereitschaft bestehen. Da jedoch auch durch alternative Einnahmequellen wie z.B. durch die im Projekt geschätzten Werbeerlöse keine entsprechenden Kostenreduktionen zu erwarten sind, ist eine Umsetzung von zeitnahen Energiefeedback vor allem für Kunden mit entsprechender Zahlungsbereitschaft zu erwarten.

Für den Anwendungsfall „Smart Car Charging“ kann festgehalten werden, dass durch vermiedene Leistungszukäufe der Elektromobilitätskunden Kostenvorteile entstehen können. Wie hoch diese ausfallen, hängt vor allem von der Nutzungsdauer und den Mehrkosten der Ladestation ab. Die Mehrkosten der Ladestationen sind als entscheidender Faktor zu argumentieren und hängen wiederum stark von den verkauften Stückzahlen ab. Smart Car Charging kann daher aus Kundensicht dann empfohlen werden, wenn durch gesteuertes Laden keine zusätzliche Leistung im Netz zugekauft werden muss und die Ladestationsmehrkosten durch entsprechend hohe Stückzahlen gering ausfallen.

#### REFERENCES

- [1] Belitz, H.-J.; Winter, S.; Müller, C.; Langhammer, N.; Kays, R.; Wietfeld, C.; Rehtanz, C., "Technical and economic analysis of future smart grid applications in the E-DeMa project," Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), 2012 3rd IEEE PES International Conference and Exhibition on , vol., no., pp.1,8, 14-17 Oct. 2012; doi: 10.1109/ISGTEurope.2012.6465663
- [2] E-Energy. (2012). Smart Energy made in Germany. B.A.U.M Consult, Berlin. [Online]. Available: <http://www.e-energy.de/de/index.php>
- [3] Projekt „V2G-Strategies“ Studie im Auftrag des österreichischen Klima- und Energiefonds, Projektendbericht (zu veröffentlichen)
- [4] OECD (2012), "ICT Applications for the Smart Grid: Opportunities and Policy Implications", OECD Digital Economy Papers, No. 190, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k9h2q8v9bln-en>; OECD Digital
- [5] Smart Grids Modellregion Salzburg, Projektkette gefördert vom österreichischen Klima- und Energiefonds; vgl. [www.smartgridssalzburg.at](http://www.smartgridssalzburg.at)
- [6] Wöhe G.: „Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre“, Vahlen Verlag, 21. Auflage, ISBN: 3800628651, München, 2002
- [7] Projekt Smart Web Grid; FFG Projektnummer 829902; [www.smartgridssalzburg.at](http://www.smartgridssalzburg.at)
- [8] Bacher, H. J. et.al.: V2G-Interfaces Erstellung eines Umsetzungsplans zur Vehicle-to-Grid Interfaceentwicklung, Forschungsprojekt im Rahmen der Programmlinie Neue Energien 2020 (3. Ausschreibung), Projektnummer: 825421, Juli 2011.
- [9] Quora.com: "How much ad revenue can be expected per 100,000 downloaded iPhone/iPad apps?"; <http://www.quora.com/How-much-ad-revenue-can-be-expected-per-100-000-downloaded-iPhone-iPad-apps>; letzter Aufruf: 13.03.2013; 10:
- [10] E-Control: "Verordnung der E-Control, mit der die Anforderungen an intelligente Messgeräte bestimmt werden"; [www.e-control.at](http://www.e-control.at), Wien, 25.10.2011