

# NEUE ENERGIEN 2020

## Publizierbarer Endbericht

**Programmsteuerung:**

Klima- und Energiefonds

**Programmabwicklung:**

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Endbericht

erstellt am

18.04.2014

## Projekttitle:

SGMS - Smart Web Grid

*Smart Grids Modellregion Salzburg - Konzeption eines Informationsmodells für webbasierten Zugriff auf Smart Grids Daten*

Projektnummer:

829902

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Ausschreibung	4. Ausschreibung NEUE ENERGIEN 2020
Projektstart	01/03/2011
Projektende	30/06/2013
Gesamtprojektdauer (in Monaten)	28 Monate
ProjektnehmerIn (Institution)	Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation
AnsprechpartnerIn	DI (FH) Markus Berger
Postadresse	Bayerhammerstraße 16, 5020 Salzburg
Telefon	+43 662 8884 2521
Fax	+43 662 8884 170 2521
E-Mail	Markus.Berger@salzburg-ag.at
Website	<a href="http://salzburg-ag.at">http://salzburg-ag.at</a>

# SGMS - Smart Web Grid

Smart Grids Modellregion Salzburg - Konzeption eines Informationsmodells für webbasierten Zugriff auf Smart Grids Daten

### **AutorInnen:**

Markus Berger (Salzburg AG)

Thomas Hofer (ASG)

Florian Judex (AIT)

Markus Jung (ASG)

Georg Kienesberger (ICT)

Marcus Meisel (ICT)

Mike Pichler (SIE)

Sebastian Prost (CURE)

Wolfgang Prügler (EEG)

Kathrin Röderer (CURE)

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Aufgabenstellung	7
1.2	Schwerpunkte des Projektes	7
1.3	Einordnung in das Programm	8
1.4	Verwendete Methoden	10
1.5	Aufbau der Arbeit	11
2	Inhaltliche Darstellung	12
2.1	Überblick	12
2.2	Stand der Technik bzw. Stand des Wissens	12
2.3	Use Cases, Stakeholderanalyse und Applikationsliste	15
2.3.1	Energiefeedback	17
2.3.2	Elektromobilität	18
2.3.3	Automatische Lastverschiebung	18
2.4	NutzerInnenanforderungen und Privatsphärenaspekte	19
2.4.1	Anforderungen Use Case Energiefeedback	20
2.4.2	Anforderungen Use Case Elektromobilität	21
2.4.3	Anforderungen Use Case Automatische Lastverschiebung	23
2.4.4	Privatsphärenaspekte für den Use Case Energiefeedback	25
2.4.5	Privatsphärenaspekte für den Use Case Elektromobilität	26
2.4.6	Privatsphärenaspekte für den Use Case Automatische Lastverschiebung	26
2.5	Technische Spezifikation	28
2.5.1	Systemübersicht	28
2.5.2	Funktionale Anforderungen	30
2.5.3	Services und Schnittstellen	33
2.5.4	Nicht-funktionale Anforderungen	47
2.5.5	Existierende Technologien und Standards	48
2.6	Konzept und Architekturdesign	50
2.6.1	Kontext	51
2.6.2	Stakeholder	52
2.6.3	Technologiealternativen	53
2.6.4	SmartWebGrid Architektur	60
2.6.5	Komponenten und Verteilung	61
2.6.6	Domänenmodell bzw. Datenmodell	67
2.6.7	Use Cases, Mockups und Abläufe	69
2.6.8	WSDL Descriptions	76
2.6.9	XACML Policies und Beispiel-Requests	78
2.6.10	SAML Web SSO Request	80
2.7	Proof of Concept	82

2.7.1	Systemüberblick.....	82
2.7.2	Implementierung .....	83
2.7.3	Komponenten.....	86
2.7.4	Schnittstelle grafische Benutzeroberfläche.....	92
2.7.5	Validierung .....	100
2.7.6	Beispielanwendungen .....	107
2.7.7	Smart E-Car Charging.....	108
2.7.8	Energiebilanz auf Gemeindeebene .....	119
2.7.9	Energiefeedback .....	128
2.7.10	Home Automation .....	140
2.7.11	PV Monitor.....	149
2.8	Nutzerfeedback.....	149
2.8.1	Smart Web Grid Core.....	149
2.8.2	Use Cases .....	150
2.8.3	Überprüfung der Kundenakzeptanz.....	151
2.8.4	Ergebnisse .....	155
2.8.5	Diskussion und Ausblick.....	161
2.9	Geschäftsmodelle, Datengrundlage und ökonomische Bewertungsmethode.....	162
2.9.1	Begriffsdefinitionen.....	162
2.9.2	Geschäftsmodelle .....	162
2.9.3	Use Cases .....	163
2.9.4	Smart Web Grid Geschäftsmodelloptionen.....	164
2.9.5	Use Cases des Geschäftsmodells „Software und Komponenten“.....	166
2.9.6	Use Case des Geschäftsmodells „Wohnen“ .....	170
2.9.7	Bewertungsmethodik.....	171
3	Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	175
3.1	Abschließende Use Cases.....	175
3.2	Technische Anforderungsanalyseergebnisse.....	175
3.3	Ergebnisse der NutzerInnenanforderungen und Privatsphärenaspekte .....	176
3.4	Design Ergebnisse.....	176
3.4.1	Smart Web Grid Core.....	176
3.4.2	Smart Web Grid Applications .....	177
3.5	Nutzerfeedback Ergebnisse.....	177
3.6	Ökonomische Bewertungsergebnisse.....	179
3.6.1	Smart Web Grid Core.....	179
3.6.2	Energiefeedback .....	180
3.6.3	Smart Car Charging .....	184
3.6.4	Energy Balance.....	185
3.6.5	Home Automation .....	186
4	Ausblick und Empfehlungen.....	189
4.1	Entwicklungen im Umfeld von Wohnen.....	189

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

4.1.1	Aktuelle Trends bei Heim und Gebäudeautomationstechnologien.....	189
4.1.2	Das Projekt „Rosa Zukunft“ als Beispiel .....	193
4.2	Entwicklungen im Umfeld Smart Grids .....	196
4.2.1	Consumer to Grid.....	197
4.2.2	Building to Grid.....	197
4.2.3	Vehicle to Grid.....	198
4.2.4	Smart Synergies.....	199
4.3	Anwenderakzeptanz .....	200
4.3.1	Privatkunden .....	200
4.3.2	Geschäftskunden .....	201
4.3.3	Kostenübernahme .....	201
4.3.4	Konkrete Handlungsempfehlungen .....	201
4.4	Technologien .....	202
4.4.1	Konkrete Handlungsempfehlungen .....	203
4.5	Forschung.....	204
4.5.1	Konkrete Handlungsempfehlungen .....	205
4.6	EntscheiderInnen.....	206
4.6.1	Konkrete Handlungsempfehlungen .....	206
4.6.2	Ökonomisch orientierte Handlungsempfehlungen betrachteter Beispielapplikationen .....	207
5	Literaturverzeichnis .....	209
	Kontaktdaten .....	214

## 1 Einleitung

Zukünftige Smart Grids werden auf Datenaustausch zwischen verschiedenen Anwendungen und Marktteilnehmern beruhen. Das Projekt „Smart Web Grid“ untersucht Nutzerinteraktion, Technik, Wirtschaftlichkeit und Datensicherheit eines solchen Datenaustausches anhand dreier konkreter Beispiele im Rahmen der Smart Grids Modellregion Salzburg. Diese sind durch elektrische Lastverschiebung in Gebäuden und bei der Elektromobilität sowie Energieeinsparung durch Smart Metering charakterisiert. Ziel ist die Konzeption eines Informationsmodells für Webservice-basierenden Zugriff auf Smart Grids-Datenquellen.

### 1.1 Aufgabenstellung

Zukünftige Smart-Grids-Anwendungen werden deutlich mehr explizite Interaktion zwischen dem Stromnetz einerseits und den NetzteilnehmerInnen wie EnergiekundInnen, EinspeiseanlagenbetreiberInnen oder ElektrofahrzeugbenutzerInnen andererseits benötigen. Dieser Mehrbedarf an Interaktion entsteht vornehmlich aus der Notwendigkeit, die vorhandene Netzinfrastruktur möglichst optimal zu nutzen. Er kann aber auch als große Chance gesehen werden, ein aktives Verhältnis zwischen dem Stromnetz und seinen NutzerInnen herzustellen.

### 1.2 Schwerpunkte des Projektes

Das vorliegende Projekt untersucht die Möglichkeiten, für unterschiedliche Smart-Grids-Anwendungen eine solche Nutzerinteraktion auf möglichst universelle, interoperable und effektive Weise für verschiedene Zielgruppen herzustellen. Die Information derzeit laufender NE 2020-Projekte der „Smart Grids Modellregion Salzburg“ (SGMS) sollen nicht in jedem Projekt isoliert aufbereitet werden, sondern als gemeinsame Informationsquelle für die prototypische Realisierung einer spartenübergreifenden Informationsplattform für Smart-Grids-Anwendungen dienen. Dieser Ansatz kann in Zukunft als zentraler Einstieg z. B. für Online-Portale im Kundenumfeld (z. B.: Telekom Portal, Home Automation Portal, Online Banking Portal, etc.) genutzt werden. Eine erste Realisierung ist für das Smart-Grids-Mustergebäude (SGMS HiT) vorgesehen.

Das Projekt war folgendermaßen aufgebaut:

#### **Schritt 1: Vorbereitungsphase**

Begonnen wird das Projekt mit einer Auflistung potentieller Anwendungsfälle („Use Cases“). Davon können Stakeholder abgeleitet und mögliche Applikationen der Smart-Web-Grid-Informationsplattform identifiziert werden. Das Konzept der Informationsplattform wird dann im Projekt in zwei Dimensionen untersucht: Zum einen aus technischer Sicht, wobei die Frage lautet: Wie können verschiedene Datenquellen im Smart Grid so miteinander in Verbindung gebracht werden, dass einerseits eine nahtlose Integration möglich ist,

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

andererseits aber auch Datenschutz und Datensicherheit sichergestellt sind? Zum anderen aus psychologischer Sicht, mit der Fragestellung: Wie muss die Information für unterschiedliche Smart-Grids-Nutzer aufbereitet werden, sodass eine Interaktion tatsächlich reibungslos stattfindet?

### **Schritt 2: Konzeptphase**

Anschließend wird das Konzept einer entsprechenden IT-Architektur erarbeitet, die in der Lage ist, die vorher aufgestellten Anforderungen zu erfüllen und eine interoperable Lösung anbietet, die durch ihr Design und geeignete flankierende Maßnahmen das Potential für weitere Verbreitung hat. Gleichzeitig werden Geschäftsmodelle für Smart-Grids-Kundenportale sowie die Verbindung von technischen und rechtlichen Fragen zur Interaktion im Smart Grid untersucht.

### **Schritt 3: Verifikationsphase**

Zur Verifikation des Konzepts wird als „Proof of Concept“ eine beispielhafte Implementierung der Informationsplattform selbst und ausgewählter Smart-Grids-Anwendungen durchgeführt und getestet.

### **Schritt 4: Schlussfolgerungs- und Disseminationsphase**

In dieser finalen Phase geht es schließlich um die Ermittlung des Nutzungsgrades der Smart-Grid-Beispielanwendungen. Es wird erfasst, welche die bevorzugten Medien bzw. Applikationen zur Nutzerinteraktion sind und wie es generell um die Kundenakzeptanz steht. Es wird auch festzustellen sein, welche Informationen und Schulungsmaßnahmen erforderlich gewesen sind. Besonderes Augenmerk in dieser Phase wird auf die weiterführenden Potentiale gelegt. Welche Informationen und welche zusätzlichen Applikationen werden seitens der Kunden gewünscht und können in das Kundenportal eingebracht werden?

## **1.3 Einordnung in das Programm**

**Energiestrategische Ziele** – Durch die Aggregation verschiedener Smart-Grids-Anwendungen in das Informationsmodell des Smart Web Grid und die damit verbundenen Synergieeffekte in der Nutzung und Präsentation der Anwendungen entsteht ein Hebeleffekt, welcher Effizienz, Wirkung und Nutzerakzeptanz der einzelnen Anwendungen steigert. Zielsetzung der bereits erwähnten Smart-Grids-Anwendungen wie Consumer2Grid, Building2Grid und Vehicle2Grid sowie weiterer Anwendungen ist naturgemäß die Erhöhung der Ressourcen und Energieeffizienz, weswegen das Smart-Web-Grid-Projekt mittelbar Programmziel 1.2 verfolgt.

Ebenso fördern die angesprochenen Smart-Grids-Applikationen die Nutzung von erneuerbaren Energieträgern, wobei auch hier ein verstärkender Effekt durch das Smart Web Grid angestrebt wird, weshalb in weiterer Folge auch die Importabhängigkeit von Energieträgern (Programmziel 1.3) adressiert wird.

Besonders Consumer2Grid zielt auf eine tatsächliche Reduktion des Energieverbrauchs durch verbraucherseitige Maßnahmen (Programmziel 1.4) ab, wobei das Informationsmodell des Smart Web Grid für die in Consumer2Grid entwickelten Apps von großem Wert ist, um



## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

auch durch die Kombination mit High-Interest Services, eine höhere Nutzerakzeptanz bzw. langfristige Motivation diese zur Reduktion des Energiebedarfs einzusetzen, zu erreichen.

**Systembezogene Ziele** – Wie bereits erwähnt, entsteht durch die Aggregation von Smart-Grids-Anwendungen im Informationsmodell des Smart Web Grid ein effektiveres, größeres Ganzes wodurch die Effekte der einzelnen Anwendungen intensiviert werden. Hierzu zählt nicht nur die Reduktion des Energieverbrauchs bzw. die Steigerung der Effizienz sondern auch die Unterstützung und Förderung der Nutzung erneuerbarer Energieträger (Programmziel 2.2), was sich insgesamt wiederum in einer Reduktion des Verbrauchs fossiler und nuklearer Energieträger auswirkt (Programmziel 2.1). Hand in Hand mit einer Reduktion des Energieverbrauchs einerseits und der Förderung erneuerbarer Energiequellen andererseits gehen gewisse Mitnahmeeffekte, welche zu einer kosteneffizienten Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes führen (Programmziel 2.7).

Smart Web Grid ist definitiv als Schlüsseltechnologie (Programmziel 2.4) einzustufen, welche es ermöglicht das Smart Grid einerseits beim Kunden auch wirklich ankommen zu lassen, andererseits aber auch verstärkte Anreize für NetzbetreiberInnen und EnergieanbieterInnen zu schaffen, verstärkt auf Smart-Grids-Technologien zu setzen.

Durch Aggregation im Smart Web Grid wird nicht nur eine Hebelwirkung für die jeweiligen Smart-Grids-Anwendungen bzw. das Smart Grid an sich erzeugt, die zu entwickelnde offene, flexible und skalierbare Architektur des Informationsmodells ermöglicht und fördert die Einbindung weiterer, auch zukünftiger Smart-Grids-Technologien. Durch ebendiese Flexibilität und den Einsatz offener Technologien zusammen mit dem Faktor Modellregion Salzburg, welche durch die bereits durchgeführten bzw. laufenden Projekte bereits die kritische Masse erreicht hat, um eine entsprechende Signalwirkung zu erreichen, ist von einer hohen Multiplizierbarkeit auszugehen (Programmziel 2.6).

**Technologiestrategische Ziele** – Smart Web Grid bringt das Smart Grid direkt in den Haushalt des Endkunden und erzeugt dadurch einen enormen, innovativen Technologiesprung (Programmziel 3.1) vom rein hierarchisch, passiven Netz hin zu einem verteilten, aktiven Smart Grid.

Durch die bereits erreichte kritische Masse in der Modellregion Salzburg und deren Leuchtturmwirkung sowie dem Querschnittscharakter des Projektes stehen die Chancen für einen (natürlich auch wirtschaftlich) erfolgreichen Technologieexport äußerst gut. Dies hat natürlich auch positive Effekte für den Forschungsstandort Österreich und generiert zusätzliche Qualifikationen im Energiesektor (Programmziel 3.7) wobei die Erhöhung des inländischen Wertschöpfungsanteils im Energiesystem (Programmziel 3.2) ebenfalls adressiert wird. Selbstverständlich geht damit auch die Stärkung der Kompetenzen österreichischer Unternehmen im Bereich Smart-Grids-Technologien einher (Programmziel 3.8), im Besonderen bei den beteiligten Industriepartnern.

Programmziel 3.3 sowie 3.4 werden implizit durch die Kooperation in diesem außergewöhnlichen, breit gefächerten Konsortium erreicht. Institute der Technischen Universität Wien, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie Partner aus der Industrie, allesamt aus unterschiedlichen Forschungs- bzw. Wirtschaftsbereichen bilden hier

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

ein diverses Team um die Forschungsziele zu erreichen, wobei schon jetzt auch  
Nachnutzungsinteressen der Industrie bestehen. Abgesehen von der Zusammenarbeit im  
Konsortium ist natürlich ein weiterer Expertenaustausch mit internationalen Forschern  
vorgesehen um Programmziel 3.6 zu erreichen.

### 1.4 Verwendete Methoden

Um Anwendungsfälle, StakeholderInnen und Applikationsliste zu erarbeiten, wurden Use-  
Case-Untersuchungen durch ExpertInnenaustausch und Literaturrecherche durchgeführt.  
Vor allem konnte hierbei auf die im Rahmen der Modellregion gestarteten Projekte  
zurückgegriffen werden. Die technische Anforderungsanalyse wurde vollständig mit UML  
(Unified Modeling Language) durchgeführt. Aufbauend auf Kapitel 2.3 inkludiert sie  
Aktivitäts-, Kommunikations- und Interaktions-Übersichtsdiagramme. Interviews mit  
StakeholderInnen wurden in einem Workshop durchgeführt, und die Machbarkeit evaluiert,  
woraus sich eine vollständige und eindeutig definierte technische Spezifikation ergab.

Die nutzerInnenseitige Anforderungsanalyse des KundInnenportals bezüglich Datenschutz  
konnte durch wissenschaftliche Literaturrecherche, Fokusgruppen, Fragebogen und  
ExpertInnenworkshops zu einem Report der NutzerInnenengruppen und deren Anforderungen  
an eine Informationsplattform zusammengefasst werden. Auch deren Privatsphärenaspekte  
auf einer Informationsplattform zu den Bereichen Elektromobilität, Energieverbrauch und  
Heimautomation konnten als Ergebnis in dem Report festgehalten werden.

Eine SoftwareDesign Description wurde aufbauend auf dem IEEE Standard IEEE 1016  
„Software Design Description“ [23] beschrieben. Die Designmethodik ist strikt modular, was  
parallele Implementierung, getrenntes Testen, Austauschbarkeit und Fehlerisolierung als  
Hauptvorteile mit sich bringt. Beschrieben werden Architektur, Komponenten, Maschine-  
Maschine (M2M) Interfaces sowie User Interfaces. Es wird bewusst „Top-Down“  
vorgegangen. Ähnlich dem „Rational Unified Process“ (RUP) wird iterativ verfahren und alle  
Nutzer regelmäßig eingebunden. Anders als bei traditionellen iterativen Methoden werden  
die Zwischenschritte aber lediglich „Mock-ups“ sein und Anwendungsfälle bereits in der  
Design-Phase bewusst mit Benutzern besprochen. Es wurden weiters noch eine  
Kommunikations- und Interaktionsdesign und heuristische Usability Evaluation verwendet.

Ebenfalls wurden Geschäftsmodelloptionen, die Rechtsbasis und eine ökonomische  
Bewertung in einem Bericht zu Geschäftsmodellen, die für eine exemplarische Umsetzung  
vorgesehen sind, deren rechtliche Anwendbarkeit sowie zu erwartenden ökonomischen  
Auswirkungen durchgeführt. Dazu wurden Akteursstrategien festgelegt, die Value  
Proposition sowie der Mehrwert der Kunden ein strategisches Netzwerk zur Implementierung  
überprüft und auch in Hinblick auf sich ändernder rechtlicher Anforderungen analysiert. Die  
ökonomische Bewertung sah schließlich eine Erhebung des Erlösmodells bestehend aus  
Zahlungsein- und -ausgänge, eine Rentabilitätsberechnung des Kundenportals, bzw. der  
Webservice basierenden Informationsplattform vor.

Für die prototypische Realisierung der Informationsplattform, wurde auf die im Rahmen der  
Modellregion gestarteten Projekte als erste spartenübergreifende Interaktionsbeispiele  
zurückgegriffen. Das Projekt Consumer2Grid informiert zum Beispiel den Energiekunden

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

über seinen Verbrauch mit dem Ziel der Bedarfsverminderung. Building2Grid ermöglicht die Nutzung von Lastverschiebepotenzialen in Gebäuden, z. B. durch ein Anbinden von Gebäude- und Heimautomationssystemen. Vehicle2Grid - Interfaces zielt auf Nutzerfeedback in der Elektromobilität ab. Weitere Interaktionsanwendungen können nach Kundenbedarf und Marktanforderungen hinzugefügt werden.

Die exemplarische Umsetzung durch Integration des Proof of Concept in der Provider Infrastruktur konnte durch Funktions- und Interoperabilitätstest zufriedenstellend abgeschlossen werden. Eine Freigabe hinsichtlich Security, Backup und Datensicherheit ist von allen Projektpartnern zur SmartGrids Week 2013 in Salzburg erfolgt, in der Teile des Systems erfolgreich vorgeführt wurden.

Die Feedbackanalyse anhand der Beispielanwendungen erfolgte in mehreren Workshops mit unterschiedlichen Gruppen von EndkundInnen.

### **1.5 Aufbau der Arbeit**

Dieser Bericht gibt zu Beginn einen Überblick über den Stand der Technik, einer Auflistung potentieller Anwendungsfälle (engl. Use Cases), sowie möglicher Stakeholder und Applikationen. Im nächsten Schritt, der Konzeptphase, wird das Konzept der entsprechenden IT Architektur erarbeitet, welches in weiterer Folge detaillierter beschrieben und hinsichtlich Beispielanwendungen in einer Prototypischen Implementierung verifiziert wird. Geschäftsmodelle und eine ökonomische Bewertung der Beispielanwendungen wurde durchgeführt. Zum Abschluss werden die Beispielanwendungen Endkunden vorgestellt und die Ergebnisse und Schlussfolgerungen daraus abgeleitet.

## 2 Inhaltliche Darstellung

Die Inhalte und Ergebnisse werden auf Basis der Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete des Projekts dargestellt. Nach einem kurzen Überblick, wird auf den Stand der Technik bzw. auf den Stand des Wissens eingegangen. Mit dem Wissen wurde eine Applikationsliste erstellt, Use Cases definiert und eine StakeholderInnenanalyse durchgeführt. Daraus resultierten sowohl NutzerInnenanforderungen, als auch Privatsphärenaspekte, auf die in Unterpunkten des gleichnamigen Kapitels detailliert eingegangen wird. Eine umfangreiche technische Spezifikation bis hin zu einer prototypischen Umsetzung wird in Kapitel 2.5, 2.6 und 2.7 beschrieben. Mit Hilfe der Prototypen wurden einerseits Geschäftsmodelle erstellt und ökonomisch bewertet und andererseits mit NutzerInnen in Workshops Feedback erarbeitet, welches besonders in den Schlussfolgerungen und den Empfehlungen einfluss.

### 2.1 Überblick

Die Bereitstellung einer universellen, interoperablen und effektiven Informationsplattform, über die Smart-Grids-Nutzer mit einzelnen Anwendungen interagieren können, generiert durch die Möglichkeit, verschiedene Dienste zu verknüpfen bzw. auch völlig neue Dienstleistungen zu schaffen, einen Mehrwert gegenüber Einzellösungen.

Das Konzept eines Smart-Grids-Kundenportals wird im Projekt hinsichtlich Nutzerinteraktion, Technik, Wirtschaftlichkeit und Datensicherheit untersucht. Im Projekt wird zudem das Konzept einer entsprechenden IT-Architektur basierend auf einem Informationsmodell für Smart Grids in Österreich erarbeitet. Gleichzeitig werden Geschäftsmodelle für potentielle Smart-Grids-Kundenportale untersucht und ökonomisch bewertet. Als „Proof of Concept“ wird eine beispielhafte Implementierung für ausgewählte Smart-Grids-Anwendungen durchgeführt und getestet.

### 2.2 Stand der Technik bzw. Stand des Wissens

Webservices sind ein Grundbaustein der modernen Informationstechnologie. Sie bieten eine standardisierte Möglichkeit, Software-Anwendungen untereinander kommunizieren zu lassen, die auf gänzlich unterschiedlichen Plattformen beruhen. Eine beliebte Analogie ist: „Webservices sind für Computersoftware, was Webseiten für Computerbenutzer sind“. Webservices können in jeder beliebigen Programmiersprache implementiert werden, auf jeder Hardwareplattform und unter jedem Betriebssystem laufen. Der Zugriff auf Webservices kann über ein lokales Netzwerk oder das Internet erfolgen; Client und Server können sich aber auch auf demselben Computer befinden. Diese Plattform- und Ortsunabhängigkeit verbessert die Wiederverwendbarkeit der über Webservices zugänglich gemachten Anwendungen erheblich.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Die technische Basis dieser Eigenschaften ist die Verwendung offener Webstandards. Webservices nutzen Extensible Markup Language (XML)<sup>1</sup> für die Repräsentation von Daten; der Zugriff auf Ressourcen wird via SOAP (ursprünglich Simple Object Access Protocol)<sup>2</sup> und/oder Hypertext Transfer Protocol (HTTP)<sup>3</sup> bereitgestellt. Die verfügbaren Dienste können mit Web Services Description Language (WSDL)<sup>4</sup> in automatisch interpretierbarer Form beschrieben werden.

Webservices sind auch die populärste Art, serviceorientierte Architekturen (SOA)<sup>5</sup> umzusetzen. In einer solchen Architektur stellt jedes Webservice eine möglichst knappe, aber in sich abgeschlossene Funktionseinheit dar. Diese Module können im „Baukastensystem“ flexibel zu komplexen Anwendungen angeordnet werden. Dieses modulare Konzept spiegelt sich auch im Charakter der für Webservices selbst relevanten Spezifikationen wider: Nicht für jede Anwendung benötigte, aber von der Anwendungslogik unabhängige Funktionen (wie zum Beispiel Security-Mechanismen oder Unterstützung für Transaktionen) werden separat standardisiert.

Im Bereich der Gebäude- und Heimautomation können Webservices den Brückenschlag zwischen Automatisierungssystemen und IT-Welt erheblich erleichtern. Den Kern bildet dabei die Abbildung der klassischen Funktionen einer Managementstation: Zugriff auf Datenpunkte (Sensoren und Aktuatoren), Bereitstellen historischer Werte und Ereignismanagement (Überwachen von Datenpunkten). Auf Grundlage dieser Funktionen können vielfältige und optimal angepasste Benutzerschnittstellen entwickelt werden. Darüber hinaus bilden sie aber die Basis, die von komplexen Managementfunktionen benötigt wird. Dazu zählen insbesondere Energiemanagement-Funktionen wie Energieflussanalysen, Benchmarking und Lastmanagement (Demand Response) und die Unterstützung von Anwendungen im Bereich des infrastrukturellen und kaufmännischen Gebäudemanagements z. B. Raumbuchungen, -verrechnung und Raumnutzungsanalyse, kurz Computer Aided Facility Management (CAFM)<sup>6</sup>.

Für die Abbildung dieser Kernfunktionen als Webservices stehen mehrere Standards zur Verfügung. Einer davon ist Building Automation and Control Network / Web Services (BACnet/WS)<sup>7</sup>. BACnet/WS ist Teil der Norm ANSI/ASHRAE 135-2008<sup>8</sup>, die das auch in ISO 16484<sup>9</sup> übernommene BACnet-Protokoll für verteilte Gebäudeautomationssysteme beschreibt. Trotz seiner Verwandtschaft zu BACnet ist es allgemein genug gehalten, um auch Systeme abbilden zu können, die BACnet nicht nutzen. Ein zweiter explizit auf diesen Bereich dieser Kernfunktionen zugeschnittener Standard ist Open Building Information

<sup>1</sup> XML: <http://www.w3.org/XML> aufgerufen: 16.4.2014

<sup>2</sup> SOAP <http://www.w3.org/TR/soap12/> aufgerufen: 16.4.2014

<sup>3</sup> HTTP <http://tools.ietf.org/html/rfc2616> aufgerufen: 16.4.2014

<sup>4</sup> WSDL <http://www.w3.org/TR/wsdl> aufgerufen: 16.4.2014

<sup>5</sup> SOA <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-design1/> aufgerufen: 16.4.2014

<sup>6</sup> CAFM Branchenverband <http://www.cafmring.de> aufgerufen: 16.4.2014

<sup>7</sup> BACnet/WS <http://www.bacnet.org> aufgerufen: 16.4.2014

<sup>8</sup> ASHARE 135-2008 <http://www.bacnet.org/Addenda/Add-135-2008q.pdf> aufgerufen: 16.04.2014

<sup>9</sup> ISO 16484-X <http://www.iso.org/iso/home/search.htm?qt=16484&published=on> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Exchange (oBIX)<sup>10</sup>. Verglichen mit BACnet/WS ist oBIX flexibler und komplexer. So ist beispielsweise die Strukturierung der Datenpunkte freier, und für historische Daten können aggregierte Werte wie Maximum oder Durchschnittswert abgefragt werden. Auch das Alarmmanagement ist umfangreicher ausgebaut als bei BACnet/WS, wo es nur in Form eines „InAlarm“-Attributes für Datenpunkte existiert.

Während BACnet/WS und oBIX speziell für Gebäudeautomationssysteme entworfen wurden, hat OPC (früher Open Process Control)<sup>11</sup> seine Wurzeln in der Industrieautomation. Da auch dieser Standard alle relevanten Funktionen abdeckt, genießt er aber seit langem im Bereich der Gebäudeautomation ebenso Popularität. Mit der OPC Unified Architecture (UA)<sup>12</sup> wurde der Wechsel von einer Microsoft Windows-spezifischen Technologie zu einem auf Webservices basierenden Standard vollzogen. Da OPC UA in Geräten aller Leistungsklassen einsetzbar sein soll, wird alternativ ein binäres Übertragungsprotokoll definiert. Dadurch kann der bei Webservices vor allem bei der häufigen Übertragung kleiner Datenmengen signifikante Protokoll-Overhead reduziert werden (auch BACnet/WS und oBIX beinhalten Mechanismen, die diesem Zweck dienen, behalten die „klartextbasierende“ Übertragung aber bei).

Devices Profile for Web Services (DPWS)<sup>13</sup>, ein OASIS-Standard, wiederum kommt derzeit vorwiegend im Heimbereich und für Computerperipherie zum Einsatz. DPWS wurde im Rahmen des SOCRADES-Projekts<sup>14</sup> aber auch bereits für den Einsatz in der Industrieautomation evaluiert, genauso ist sein Einsatz im Zweckbau denkbar. DPWS entstand als vollständig auf Webservices basierender Nachfolger von UPnP. So spezifiziert es beispielsweise einen Mechanismus für Ereignisnachrichten, da das klassische Webservices-Modell keinen vom Server initiierten Nachrichtenfluss vorsieht. Gegenwärtig zeichnet sich allerdings eine parallele Weiterentwicklung von Universal Plug and Play (UPnP) und DPWS ab. Bei DPWS steht nicht die Funktion eines Gerätes sondern deren spontane Vernetzung (Stichwort „Plug and Play“) im Mittelpunkt. Der Ausrichtung auf Embedded-Plattformen wird durch die Auswahl einer schlanken Teilmenge von Webservices-Spezifikationen Rechnung getragen. Abgesehen von einer optimierten Vorgehensweise für die Einbettung binärer Daten in SOAP-Nachrichten werden allerdings keine speziellen Übertragungsmechanismen definiert.

Das Konzept von „Intelligenten Stromnetzen“ bzw. „Smart Grids“ liegt noch nicht lange in einem Detaillierungsgrad vor, der es erlaubt, ein konkretes Informationsmodell abzuleiten. Das Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)<sup>16</sup> arbeitet seit

---

<sup>10</sup> oBIX <http://www.obix.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>11</sup> OPC <http://opcfoundation.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>12</sup> OPC UA <http://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/> abgerufen: 16.4.2014

<sup>13</sup> DPWS <http://docs.oasis-open.org/ws-dd/dpws/wsdd-dpws-1.1-spec.html> abgerufen: 16.4.2014

<sup>14</sup> SOCRADES <http://www.socrades.eu> abgerufen: 16.4.2014

<sup>15</sup> UPnP Forum <http://www.upnp.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>16</sup> IWES <http://www.iwes.fraunhofer.de> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

2009 mit seiner Open Gateway Energy Management Alliance (OGEMA)<sup>17</sup> an einer offenen Software-Plattform gleichen Namens, die Lasten und Erzeuger beim Kunden mit den Leitstellen der Energieversorgung verbinden soll. Ein Embedded System fungiert hier als „Gateway“, das sich sowohl innerhalb des Haushalts mit verschiedenen Gebäudeautomationssystemen als auch über Wide Area Networks (WANs) mit Leitstellen verbindet. Der Kunde soll ein besseres Bild von seinem Verbrauch und den damit verbundenen zeitvariablen Kosten bekommen sowie seine Verbraucher auch dementsprechend steuern. Die konkreten Applikationen („Apps“) hierfür sind nicht Teil des Projektes, das sich auf die konkrete Entwicklung einer darunterliegenden OSGi-basierten Plattform<sup>18</sup> des Gateways und die Spezifikation von abstrakten Schnittstellen zu Gebäudeautomation bzw. dem Smart Grid beschränkt. OGEMA konzentriert sich deshalb mehr auf die Architektur des beim Kunden positionierten Gateways und seiner Datenmodelle in Hinblick auf die Funktion als „Runtime Environment“ für Apps und als Schnittstelle zur Gebäudeautomation, weshalb die Gestaltung von Informationsmodellen auf Seiten des Smart Grids weniger thematisiert wird.

### 2.3 Use Cases, Stakeholderanalyse und Applikationsliste

Die Erarbeitung einer Beschreibung möglicher Use Cases, involvierter Stakeholder, Applikationen und notwendiger Datenquellen in einem Workshop der ProjektpartnerInnen, dient als Grundlage für das Informationsmodell. Es konnten Use Cases und Stakeholder in vier Kategorien und sechs Subkategorien identifiziert werden.

- 1 Endnutzer Information und Energieservices
- 2 Erweiterte Services für Endnutzer
  - 2.1 Gesundheitsbereich
  - 2.2 Sicherheitsbereich
  - 2.3 Mobilität
  - 2.4 Komfort
  - 2.5 Kommunikation
  - 2.6 Wohnbereich
- 3 Business2Business Datenaustausch
- 4 Smart Web Grid Organisation

Diesen Kategorien wurde in einem Workshop von den ProjektpartnerInnen wahrscheinlichen Stakeholdern zugeordnet, die in folgender Aufzählung angeführt werden:

Endkundin/e, EnergieanbieterIn, NetzbetreiberIn (=MessstellenbetreiberIn), TelekomanbieterIn, GebäudebetreiberIn, ElektromobilitätsanbieterIn, Elektromobilitätskundin/e, Verkehrsdaten-Lieferant, Tankstellen (Erdgas & Elektro), E-Tankstellen-Finder, Energiekundin/e, StromerzeugerIn, DatenaufbereiterIn, Feedback-Medium BereitstellerIn, Stromkundin/e,

<sup>17</sup> OGEMA <http://www.ogema.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>18</sup> OSGi Alliance <http://www.osgi.org> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Energiemarkt, Regelenergiemarkt, Objektverwaltung, Gebäudetechnik, Krankenkasse, Ärztlicher Notdienst, Dienstleister, BrokerIn, App-AnbieterIn, Smart Web Grid Betreiber, Bereitsteller Ladungsinterface, FahrzeuginhaberIn, Versicherin/er und Interface BereitstellerIn.

Um mögliche Applikationen zu gestalten, ist eine Erfassung zur Verfügung stehender Datenquellen notwendig. Hierzu wurde in einem Workshop von den ProjektpartnerInnen ebenfalls eine Liste erstellt, die später den Use Cases zugeordnet wurde:

Meter Data Management, Zähler Fernausleser (ZFA Fröschl), Abrechnungssystem (SAP ISU), Telekom Services (Kunden und technische Daten), Verkehr-Informationssystem, E-Mobilitäts Verrechnungssystem (ELIS), Haustechnik Server, ZAMG Web Service, Elektromobilitätsanbieter, Verkehrsdaten-Lieferanten, E-Tankstellen-Finder, Metering Daten beim Kunden, Lieferanten (Preise), Nutzer (ggf. über Gebäude oder User Interface), Daten aus der Gebäudeverwaltung, Krankenkasse, E-Card, Vitalitätsüberwachungssystem, Gebäudeautomation, Objektverwaltung, Gebäudetechnik über Gebäudeleittechnik, zu Alarmierende, Angebote des Dienstleisters, Kunde (Ortsdaten), App-Anbieter, Smart Web Grid Betreiber, Kunde (Kundendaten), Metering-Daten beim Kunden, Vehicle2Grid Interfaces, Netzzustand, Werkstattdaten, Versicherungsdaten, Leasingdaten, Wetter, Netzbetreiber (variable Netztarife), Zusatzinformation direkt aus dem Internet (z. B. Wettervorhersage), Daten der Erzeugungsanlagen, Daten der Ladestation (Metering und Fahrzeugidentifikation), Fahrzeugdatenbank, Benutzerdatenbank, ASFiNAG und Erdgas drive.

Die daraus resultierenden potentiellen Anwendungen in Tabelle 1 wurden bewertet und dienten als Input für die weiteren Arbeitsschritte.

Use Case	Anzahl Akteure	Anzahl Datenquellen
Salzburg AG Kundenportal	3	6
Home-Automation (in anderem Use Case eingearbeitet)	0	0
Lokale Wetterinformation	2	2
Schwarzes Brett	1	1
Elektro-Drive	2	2
Verkehrsinformation	4	2
Energiebenchmarking	2	2
Direktvermarktung	5	2
Strompreisprognose	4	3
Datenbereitstellung	4	2
Kontostand Abrechnung	2	1
siehe Siemens IBT Home Automation	0	0
Medikamente-Planer	2	2
Personal Health-Care	2	2
Instandsetzungen, Sanierung	2	1



## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Bedienung Home Automation	2	2
Alarmweiterleitung im Störfall	2	2
Ortsgebundene Dienstleistungsanbahnung	3	2
App anbieten	3	3
App abrufen	3	3
Datenverwaltung Auskunft, Richtigstellung, Löschung	0	0
Kombiniertes Energiefeedback Heim, Fahrzeug	5	2
Kombination Building2Grid, Vehicle2Grid	4	3
Gemeinsame Lastprofilglättung im Gebäude	4	2
Elektrofahrzeugverwaltung	4	4
Gemeinsame Elektrofahrzeuge (Carsharing in kleinem Rahmen)	5	3
Spannungsregelung im Verteilnetz	4	5
Demand Response mit funktionalen Gebäuden	3	2
Smart Grids Data Warehouse	2	2
Vorabübernahme von Intervalldaten	2	2
Smart Meter Echtzeit DB Service	2	1
Schnellabfrage des aktuellen Zählerstandes durch Helpdesk	2	1
Behandlung von Ereignismeldungen der Zähler	2	1
Automatische Synchronisierung des MDM mit Real-TimeDB	1	1

*Tabelle 1 Potentielle Smart Web Grid Anwendungen*

Nach einer Konsolidierung der Anwendungen konnten abschließend drei Use Cases, respektive fünf Anwendungen, gefunden werden, die für alle Projektpartner das gesamte Spektrum aller Kategorien abdecken.

### 2.3.1 Energiefeedback

Die Rückmeldung des eigenen Energieverbrauches führt nachweislich zu Verhaltensänderungen und zu Energieeinsparungen. Es gibt bereits verschiedene technische Systeme um den individuellen Energieverbrauch zu überwachen (Displays, SmartPhone-Applikationen, Ambient Systems). Diese Systeme unterscheiden sich häufig darin, wie detailliert Informationen vermittelt werden. Die Anwendung soll von einzelnen Personen benutzt werden können. Es soll ein Gebäude darin Feedback über den Energieverbrauch geben.

#### 2.3.1.1 Stakeholder

Identifizierte Stakeholder sollen hier kurz der Vollständigkeit halber in einer Liste angeführt werden. Eine detaillierte Beschreibung kann in den vorigen Kapiteln gefunden werden.

- Gewerbetunden

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- Gebäudemanager
- Privatkunden
- Drittanbieter

### 2.3.1.2 Applikationsliste

Eine Applikation eines Drittanbieters, der auf in einer Applikation für einen Privat- oder Geschäftskunden die aktuellen und historischen Energieverbräuche in einem Gebäude darstellt ist eine Beispiel-Applikation, die den gesamten Use Case abdeckt. Da die Komplexität dieser generischen Applikation nach Abschätzung der ProjektpartnerInnen den Rahmen sprengen würde, wurde an dieser Stelle auf zwei separate Applikationen gesetzt, die teilweise überlappende Teilbereiche des Use Cases bedienen.

- Energiefeedback
- Siemens Home Automation

### 2.3.2 Elektromobilität

Elektrofahrzeuge sind eine Möglichkeit, nicht erneuerbare Energien (wie zum Beispiel Erdöl) zu schonen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren, da sie keinen Verbrennungs-, sondern durch einen Elektromotor angetrieben werden. Sie können im Stadtverkehr unterwegs aber auch Zuhause oder im Unternehmen vor einer Fahrt aufgeladen werden.

#### 2.3.2.1 Stakeholder

Identifizierte Stakeholder sollen hier kurz der Vollständigkeit halber in einer Liste angeführt werden. Eine detaillierte Beschreibung kann in den vorigen Kapiteln gefunden werden.

- Gewerbekunden
- Privatkunden
- Drittanbieter

#### 2.3.2.2 Applikationsliste

Hier soll eine Applikation den Use Case abdecken, der auf e-Auto BesitzerInnen abzielt, vor allem den Ladestatus ihrer e-Auto Batterie, die dafür notwendige Zeit und die dafür veranschlagten Kosten zu überwachen. Der Anwendungsfall e-Autos zu mieten, teilen, vorbestellen, reservieren oder verleihen ist nicht mit diesem Use Case abgedeckt und daher nicht Gegenstand der App:

- e-Car Charging

### 2.3.3 Automatische Lastverschiebung

Über den Tag verteilt ergeben sich aufgrund des unterschiedlichen Energieverbrauchs sogenannte Lastspitzen. Zu dieser Zeit muss der Netzbetreiber große Energiemengen zur Verfügung stellen. Zu anderen Tageszeiten wird wiederum sehr viel weniger Energie verbraucht als zur Verfügung steht. Netzbetreiber würden daher durch die Verschiebung solcher Lastspitzen profitieren. Eine Möglichkeit dies zu tun ist sog. automatische Lastverschiebung. Dabei wird dem Netzbetreiber erlaubt, den Energieverbrauch im Haushalt zu regeln. Tatsächlich wird der Energieverbrauch nicht gesenkt, sondern optimal zwischen

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

denjenigen Quellen, die Energie verbrauchen, aufgeteilt. Dadurch sollen zeitweise auftretende Netzüberlastungen vermieden werden.

### 2.3.3.1 Stakeholder

Identifizierte Stakeholder sollen hier kurz der Vollständigkeit halber in einer Liste angeführt werden. Eine detaillierte Beschreibung kann in den vorigen Kapiteln gefunden werden.

- Gewerbetunden
- Gebäudemanager
- Privatkunden

### 2.3.3.2 Applikationsliste

Der Use Case kann nach Expertenmeinung des Projektteams mit zwei Applikationen abgedeckt werden. Einerseits sollen PV AnlagenbesitzerInnen ihre eigene PV-Produktion überwachen können, andererseits sollen Gemeinden in denen ein hoher Anteil von erneuerbarer Erzeugung zu finden ist auch die Möglichkeit bekommen, ihren BürgerInnen den geleisteten Beitrag auf dem Weg zu einer besseren Umweltbilanz kommunizieren zu können.

- PV Monitor
- Energiebilanz Köstendorf

## 2.4 NutzerInnenanforderungen und Privatsphärenaspekte

In diesem Kapitel werden die durchgeführten Arbeiten bezüglich NutzerInnenanforderungen und Privatsphärenaspekte beschrieben. Zunächst wurden Nutzergruppen im Smart Grid definiert und im Folgenden deren allgemeine Anforderungen sowie spezifische Bedenken hinsichtlich Privatsphäre herausgearbeitet. Die drei vorab definierten Use Cases: Energiefeedback, Elektromobilität und automatische Lastverschiebung dienen als Basis dieser Untersuchung. Die Ergebnisse dieses Schrittes dienen neben den, folgenden technischen Anforderungen, als Grundlage für die Smart Web Grid Architektur.

Es wurde mit Gewerbe- und Privatkunden eine Online-Umfrage (294 Teilnehmer) durchgeführt. Bezüglich der Akzeptanz einer Energiemanagement Plattform (Use Case übergreifend) lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass diese einen wesentlichen Vorteil im verbesserten Überblick und Energie Monitoring, verbunden mit entstandenen und entstehenden Kosten, sehen. Der Use Case Energiefeedback scheint also für die befragten Personen zunächst am vorteilhaftesten. Werden aber alle Energiedaten zusammengeführt und über eine zentrale Plattform gespeichert und verwaltet, befürchten die Befragten Gefahren im Bereich Datenschutz und Privatsphäre.

Da die detaillierte Erhebung und Auswertung von Energiedaten mittels Smart Meter Implikationen für die Privatsphäre aller untersuchten Nutzergruppen hat, wurden bei allen Erhebungen Fragen hinsichtlich Bereitwilligkeit und Befürchtungen bei Freigabe und Erhebung von Energiedaten gestellt. In der breiten Online-Befragung konnten Gewerbe- und Privatkunden äußern, inwieweit sie ihrem Energieanbieter vertrauen. Das Ergebnis zeigte,

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

dass die Befragten eher zustimmen, ihrem Energieanbieter zu vertrauen. Mehrheitlich wurde von beiden Stichproben der Netzbetreiber als die Institution gewählt, bei der Energiedaten gespeichert werden sollen. Zusammenfassend lässt sich erkennen, dass dem Energieanbieter und dem Netzbetreiber ein hohes Maß an Grundvertrauen von Privat- und Gewerbekunden entgegengebracht wird. Datenschutz- und Privatsphärenverletzungen wurden dennoch als klarer Nachteil einer zentralen Energiemanagement Plattform genannt. Daraus lässt sich ableiten, dass das Thema Datensicherheit und Privatsphärenschutz für die Kundenutzung einer Energiemanagement Plattform eine entscheidende Rolle spielt.

### 2.4.1 Anforderungen Use Case Energiefeedback

Unter *Energiefeedback* wird hier das Überwachen und Anzeigen von Energieverbrauchsdaten verstanden. Aus der Literatur und früheren Forschungsprojekten sind für den Use Case Energiefeedback folgende nutzerseitigen Anforderungen bekannt:

- Das Energiefeedbacksystem soll informieren und Wissensdefizite füllen.
- Eine Plattform zur Rückmeldung von Energieverbrauchsdaten sollte benutzerfreundlich gestaltet sein, sowie zeitnahe und verhaltensorientierte Rückmeldungen geben.

Aus dem Online-Fragebogen ergaben sich folgende Erkenntnisse für Privat- und Gewerbekunden:

- Die Befragten hätten gern mehr Informationen hinsichtlich ihrem Energieverbrauch und Einsparmöglichkeiten von ihrem Energieanbieter.
- Die Befragten wollen ihren Energieverbrauch gern detaillierter überwachen, v.a. im Hinblick auf genauere Kosteninformationen und -abschätzungen.
- Energiefeedback in Form eines Home Displays oder eines Webportals fand im Vergleich zu anderen Use Cases die höchste Zustimmung bei Gewerbe- und Privatkunden (Wunsch Energieverbrauch über ein Display abzurufen: PK 75 %; GK 71,4 %; Wunsch über ein Webportal Informationen über den eigenen Energieverbrauch abzurufen: PK 70,1 %; GK: 78,6 %)

Vertiefende Diskussionen innerhalb von Fokusgruppen mit Gewerbekunden zum Thema Energiefeedback ergaben:

- dass die Gewerbekunden interessiert am Thema Energie sind, jedoch häufig „wenig Einsparungspotential“ im eigenen Unternehmen sehen.
- Der Anschaffungspreis für Energiefeedbacksystem muss sich lohnen (im Vergleich zu Einsparungen).
- Feedback sollte leicht zugänglich und erfassbar für jeden Mitarbeiter sein; dies könnte über das Aggregieren von allen Verbrauchsdaten des Unternehmens erfolgen.
- Das Feedback sollte auf personalisierter Ebene Detailinformationen und Handlungsanweisungen zur Verfügung stellen, um dem einzelnen Mitarbeiter mehr Verantwortlichkeit zu vermitteln.
- Die Zugänglichkeit über verschiedene Endgeräte ist wichtig.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- Der Verbrauch sollte in einer leicht verständlichen und alltagsnahen Einheit (Euro) rückgemeldet werden.
- Echtzeitfeedback bzw. hohe zeitliche Frequenz ist wünschenswert.

Aus den Interviews mit Drittanbietern von Services im Energiefeedbackbereich kann folgendes abgeleitet werden:

- Langfristiger Einsatz in Privathaushalten nötig, um Kostenamortisierung zu gewährleisten; hierfür müssen langanhaltende Motivationsstrategien entwickelt werden, um das Interesse aufrecht zu erhalten. Monetäre Anreizsysteme sind wesentliches Argument für die Implementierung von Energiefeedbacksystemen
- Unternehmen sollten vermehrt adressiert werden, da hier ein höheres Einsparungspotential gesehen wird.
- Es sollten direkte Steuerungsmechanismen geschaffen werden, anstatt sich nur auf das Monitoring zu beschränken.
- Monitoring kann um Push Services erweitert werden.
- Lastverschiebungshinweise können neben Energiesparmaßnahmen vom System vorgeschlagen werden.
- Verbraucher sollten frühzeitig entstehende Energiekosten rückgemeldet bekommen bzw. gewarnt werden, wenn höherer Verbrauch auftritt; hier könnten ebenfalls automatisierte Plausibilitätsprüfungen implementiert werden.

### 2.4.2 Anforderungen Use Case Elektromobilität

Elektromobilität wurde als alternative Fortbewegungsmöglichkeit, im Vergleich zu Fahrzeugen die Verbrennungsmotoren nutzen, vorgestellt. Zu diesem Use Case wurden folgende Annahmen und Vorschläge in anderen Forschungsprojekten getroffen:

- Nutzeranforderungen an Smart Meter Funktionalitäten können auf Elektromobilitätschnittstellen übertragen werden.
- Demnach sollte Visualisierung des Zusammenhangs von eigenem Verhalten und Energieverbrauch angestrebt werden.
- Ladeoptionen: „Sofort laden“ und „Günstig laden“ werden von Nutzern gewünscht.
- Im Falle des „Günstigen Ladens“ kann der Nutzer einstellen wie viel und in welchem Zeitrahmen er laden möchte.
- Implementierung als Handheld-Device-Schnittstelle kann derzeit aus ökonomischen Gründen präferiert werden.
- Die Schnittstelle sollte folgende Informationen beinhalten: Status der Ladestation; Ladestand des Fahrzeugakkus; geschätzte Reichweite des Fahrzeuges; Verbrauchsstatistik der letzten Wochen und Monate; Netzstatus; Definition und Bearbeitung von Ladeprofilen

Aus der Online-Befragung mit Gewerbe- und Privatkunden konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- Langfristige Ladevorgänge (mind. 12 h vor Fahrtantritt) werden ggü. Ladevorgängen unterwegs bzw. kurz vor Fahrtantritt von beiden Nutzergruppen präferiert.
- Vollständiges Laden des Akkus wird dem spezifischen Laden für eine Teilstrecke vorgezogen.
- Ladezustand des Fahrzeuges soll in erster Linie im Auto selbst angezeigt werden gefolgt von einer Online-Anwendung (per PC oder mobil abrufbar) bei der Gruppe Gewerbekunden; bei Privatkunden belegt die Option „an der Ladestation“ Platz 2 an der Ladestation belegt bei Gewerbekunden Platz 3, bei Privatkunden ist hier die Online-Anwendung platziert
- Zusätzlich zum Ladezustand sind mittel- und langfristige Verbrauchs- und Kostenstatistiken (in kWh und €) ihres Elektrofahrzeuges interessant; Kurzfristige Abrechnungen im Wochentakt oder täglich werden weniger häufig gewünscht; sozialer Vergleich mit anderen Fahrern des Fahrzeuges wird ebenfalls weniger häufig gewünscht.
- Schnell und günstig Laden sind die favorisierten Ladeoptionen (Bestätigung aus oben angeführten Ergebnissen anderer Forschungsprojekte)

Für den Einsatz im Unternehmensbereich konnten folgende Erkenntnisse innerhalb der Fokusgruppen gewonnen werden:

- Die derzeit hohen Anschaffungskosten und begrenzte Reichweite hält Unternehmer von der Anschaffung von Elektrofahrzeugen ab.
- Nachhaltige und alternative Fortbewegungsmethode trägt zum Imagegewinn des Unternehmens bei.
- Das Laden des Fahrzeuges sollte möglichst nachhaltig erfolgen (Strom aus erneuerbaren Energiequellen) und die Netzlast muss berücksichtigt werden.
- Der Ladevorgang soll schnell erfolgen und möglichst vollständig sein, damit eine zuverlässige Verfügbarkeit der Fahrzeuge gewährleistet ist. Ladeprioritäten von einzelnen Fahrzeugen und spezifisches Laden für eine bestimmte Strecke sollten auch ermöglicht werden.
- Ladezustand und Reichweiteninformationen sind für Gewerbekunden besonders wichtig.
- An Verbrauchsstatistiken sind Gewerbekunden ebenfalls interessiert.

Die Drittanbieter Interviews lieferten folgende Ergebnisse:

- Elektromobilität ist nur für einen Teil von Anwendern bzgl. der eingeschränkten Reichweite relevant. Beim tatsächlichen Einsatz von Elektrofahrzeugen ist die Reichweite oft kein Problem mehr.
- Elektroautoindustrie und -infrastruktur sind derzeit noch zu wenig ausgebaut und hängt den Ansprüchen hinterher.
  - Technische Normierungen sind nötig um Investitionsrisiko zu senken.
  - Gesetzliche Vorgaben und Anreizsysteme müssen geschaffen werden, um Initialkosten und –aufwand (Ladeanschluss sowie Fahrzeugkauf) zu reduzieren.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- Imagegewinn, Wirkungsgrad und nachhaltige Fortbewegung sind wesentliche Argumente für den Einsatz von Elektromobilität.
- Flexiblere Nutzungskonzepte von Fahrzeugen mit Anbindungsmöglichkeiten zum öffentlichen Verkehr bzw. Car-Sharing sollten etabliert werden.

Aus der Fokusgruppe mit Gewerbekunden konnte für den Use Case Elektromobilität folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Gewerbekunden stehen dem Einsatz von Elektrofahrzeugen eher skeptisch gegenüber.
- Nachteile von Elektrofahrzeugen wie Anschaffungskosten und mangelnde Praktikabilität (langfristiges Laden und unzureichende Infrastruktur) überwiegen.
- Vorteile sehen Gewerbekunden im Imageaufbau durch die Verwendung von Elektrofahrzeugen.
- Nachhaltiges Laden (durch erneuerbare Energie), zuverlässiges Laden (schnell zugängliche Stationen) und vollständig geladenes Fahrzeug sind wichtig.
- Informationen zur Verfügbarkeit/Reichweite der Fahrzeuge, sowie statistische Auswertungen hinsichtlich der Kosten sind notwendig.

Durch die schriftliche Beantwortung von Fragebögen am Ende der Fokusgruppe mit Gewerbekunden wurde deutlich, dass:

- Besonders die Funktionalität „Starten des Ladens (Schnell und Günstig)“, sowie Informationen zum Ladezustand des Fahrzeuges sind interessant.
- Zudem wurden wöchentliche Verbrauchsstatistiken bevorzugt (gegenüber jährlichen und vergleichenden Verbrauchsstatistiken mit anderen Fahrzeugführern).

### 2.4.3 Anforderungen Use Case Automatische Lastverschiebung

Die automatische Lastverschiebung wird als extern geregelte Lastspitzenglättung verstanden, bei der dem Netzbetreiber erlaubt wird, Energieverbrauch im Haushalt/Unternehmen zu steuern. Da in vorangegangenen Forschungsprojekten kaum nutzerseitige Anforderungen erhoben wurden, war dieser Use Case bei der Smart Web Grid Anforderungsanalyse von besonderem Interesse.

Durch die Online-Befragung von Gewerbe- und Privatkunden wurde bekannt:

- Mehrheitlich ist die Durchführung einer automatischen Lastverschiebung für beide Nutzergruppen nicht oder nur unter bestimmten Bedingungen vorstellbar.
  - Unter der Bedingung, dass der Komfort durch die automatische Lastverschiebung nicht
  - eingeschränkt werden darf und die Befragten eine individuelle Eingreifmöglichkeit
  - haben, könnten sich Privat- und Gewerbekunden eine Durchführung einer Lastverschiebung in ihrem Geschäft/Haushalt vorstellen.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- Gewerbekunden sind beim Use Case automatische Lastverschiebung mehr auf mögliche Kosteneinsparungen und auf die Sicherheit bzgl. der Funktionalität ihrer Geräte bedacht.
- Es zeigt sich, dass die wesentlichen Gründe für die Ablehnung der automatischen Lastverschiebung in einem Erleben eines Kontrollverlustes liegen.
- Eng damit verbunden sind befürchtete Komforteinschränkungen und die ebenfalls befürchtete Verletzung der Privatsphäre.
- Vorteile der automatischen Lastverschiebung sind für Gewerbe- sowie Privatkunden Kosteneinsparungen.
- Beide Stichproben zeigen mehrheitlich die Tendenz, eine automatische Lastverschiebung dann durchführen zu lassen, wenn „niemand im Geschäft/Unternehmen/Haushalt mehr anwesend ist“. Privatkunden stimmen der Option eine automatische Lastverschiebung „für eine definierte Zeitspanne“ durchführen zu lassen eher zu, als Gewerbekunden.

Aus den Fokusgruppen mit Gewerbekunden kann folgendes geschlussfolgert werden:

- Die Stimmung gegenüber der automatischen Lastverschiebung bei den Gewerbekunden war ambivalent und der Kostenfaktor wurde als „Erfolgsfaktor“ mehrheitlich betont.
  - Kostenreduktion kann v.a. durch Senkung des Anschlusswertes erreicht werden.
- Einbußen hinsichtlich der Selbstbestimmung und Autonomie von den Gewerbekunden wurde als wesentlicher Nachteil erwähnt; zusätzlich wurden mögliche Haftungs- und Anschaffungskosten als nachteilig empfunden.
- Vorteile waren für die Gewerbekunden wiederum Kostenersparnis, sowie die Unterstützung beim Energiesparen durch ein Automatisieren.
- Hinsichtlich der Geräte, die evtl. für eine automatische Lastverschiebung freigegeben werden, zeigte sich grundsätzlich, dass mehr Geräte nicht zur automatischen Lastverschiebung freigegeben als freigegeben wurden.
  - V.a. Geräte zu Raumklimaregelung wären für die Freigabe zur Lastverschiebung denkbar.
- Der Initialaufwand für Unternehmen ist sehr hoch v.a. um Komfort und Effizienzeinbußen zu vermeiden.
- Die laufende Betreuung und Bedienung werden als sehr komplex empfunden.
  - Verbesserungen bei der Schnittstellengestaltung sind erforderlich, um die Bedienbarkeit zu erleichtern.

Die Gebäudemanager äußerten sich zu Anforderungen bzgl. des Use Cases automatische Lastverschiebung folgendermaßen:

- Das Konzept der automatischen Lastverschiebung wurde durchwegs positiv bewertet.
- Als großer Vorteil von automatischer Lastverschiebung wurden mögliche Kosteneinsparungen (durch Nutzung der Wochenend- und Nachttarife) genannt.



## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- Als hinderlich gelten aus Sicht der Befragten eine nicht punktgenaue Versorgung mit Energie, relativ fixe Anforderungen von Gebäudenutzern und dadurch wenig Flexibilität bei einer Verlegung von Aktivitäten.
- Eigentümer sowie Nutzer der Gebäude sollten für eine Durchführung automatischer Lastverschiebung konsultiert werden.
- Eine sorgfältige und umfangreiche Erhebung von Anforderungen (mögliche verschiebbare Aktivitäten und Einbindung der Gebäudeeigentümer und -nutzer) ist wesentlich.
- Erkenntnisse hinsichtlich der Schnittstellengestaltung zum Zweck des Energiefeedbacks gelten also auch im Bereich automatische Lastverschiebung: zentrale und einfache Bedienung sowie Effizienzstatistiken sind für Gebäudemanager wichtig.
  - Informationen über die durchgeführte Lastverschiebung könnte an Mieter, sowie Haustechniker, sowie die Betriebsführung weitergegeben werden, um z. B. die Akzeptanz zu fördern.
  - Inhalt dieser Statistiken sollte sein: Informationen darüber, welche Leistungen genau verschoben werden, den Nutzen, die Kosteneinsparungen und aktuelle Netzlastdaten.
- Für die automatische Lastverschiebung halten die Gebäudemanager Lüftung, Heizung, Klimaanlage, Waschautomaten und Beleuchtung für relevante Anlagen.
- Als für eine automatische Lastverschiebung nicht geeignet werden die Sicherheitstechnik, Brandmeldeanlagen und die Notbeleuchtung von Gebäudemanagern gesehen.
- Für die Steuerung einer automatischen Lastverschiebung sollten ausschließlich Gebäudemanager zuständig sein, da es für andere Gruppen laut Auskunft der Gebäudemanager nicht interessant ist, bzw. die Anlagen zu komplex anzusteuern sind.

### 2.4.4 Privatsphärenaspekte für den Use Case Energiefeedback

Privatsphärenaspekte wurden v.a. während der Fokusgruppen mit Gewerbekunden angesprochen. Grundsätzlich waren die Befragten dem Konzept Energiefeedback positiv gegenüber eingestellt. Hinsichtlich der Aufzeichnung und Weitergabe von Verbrauchsdaten zeigte sich jedoch eine ambivalente Haltung der Gewerbekunden. In den Fokusgruppen äußerten die Fokusgruppenteilnehmer Bedenken hinsichtlich der Konsequenzen, wenn aufgezeichnete Energiedaten „nach außen gelangen“. So wurde geäußert, dass die zeitlich genaue Aufzeichnung von Energiedaten für das individuelle Energiefeedback durchaus sinnvoll ist, aber auch bspw. Rückschlüsse auf die wirtschaftliche Situation eines Unternehmens zulassen. In einer Fokusgruppe wurde daher eine Weitergabe von detaillierten Energiedaten abgelehnt. Die Teilnehmer äußerten den Wunsch, lediglich aggregierte Daten (semantisch und/oder zeitlich) weiterzugeben. Außer dem Netzbetreiber sollten Energiedaten keiner anderen Partei zugänglich gemacht werden.

In einer weiteren Fokusgruppe wurden Energiedaten zunächst nicht als hoch sensible Daten bewertet. Innerhalb der Diskussion entwickelten sich aber doch einige kritische Einwände. Hier wurde der Vorschlag geäußert, Anreizsysteme für die freiwillige Weitergabe von Energiedaten zu schaffen.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Die Unterschiede zwischen den beiden Fokusgruppen in der bewerteten Privatsphärenrelevanz von Energiedaten lassen sich vermutlich auf die Zusammensetzung der Fokusgruppen zurückführen. In der ersten Fokusgruppe waren die Teilnehmer häufig Gewerbetreibende sehr kleiner Unternehmen. Hier waren die Teilnehmer in höherem Maße in der Lage, sich Bedrohungsszenarien vorzustellen. Das Unternehmen der zweiten Fokusgruppe beschäftigt über hundert Mitarbeiter. Hier äußerten nur einzelne Teilnehmer Bedenken.

Zusätzlich wurde während der Interviews mit Drittanbietern erwähnt, dass sich für Privatpersonen aus der Überwachung sensibler Daten Probleme ergeben. Als Lösungsvorschlag wurde hier angemerkt, die zeitliche Auflösung der Daten zu reduzieren.

### **2.4.5 Privatsphärenaspekte für den Use Case Elektromobilität**

Innerhalb des Online-Fragebogens wurden Privat- und Gewerbetreibende befragt, welche Informationen ihrer Elektrofahrzeuge sie hypothetisch a) an den Netzbetreiber und b) an Dritte weitergeben würden. Gewerbetreibende zeigten sich bei der Weitergabe von Informationen an den Netzbetreiber „bereitswilliger“ als Privatpersonen. V.a. langfristige Verbrauchsstatistiken (in kWh) könnten an den Netzbetreiber übermittelt werden. Vergleicht man die Bereitschaft der Weitergabe von Elektromobilitätsinformationen anhand des Empfängers der Daten (Netzbetreiber oder Dritte) ist festzustellen, dass keine wesentlichen Unterschiede innerhalb der Stichproben bestehen. Bei der Weitergabe von Elektromobilitätsinformationen spielt also der Empfänger der Daten eine weniger wichtige Rolle. Lediglich bei Kostenabrechnungsinformationen zeigen sich Unterschiede in Bezug auf den Empfänger der Daten. Dritten wird hier von beiden Gruppen weniger Vertrauen entgegengebracht als dem Netzbetreiber. Privatpersonen sind im Vergleich zu Gewerbetreibenden bei jeder Weitergabe von Kostenabrechnungen restriktiver. Mit zunehmender zeitlicher Frequenz sinkt die Bereitschaft der Weitergabe von Kosteninformationen innerhalb beider Gruppen ab.

Während der Interviews mit Drittanbietern für den Use Case Elektromobilität wurden von den Befragten keinerlei Privatsphärenaspekte angesprochen. Während der Fokusgruppen zeigte sich ein ähnliches Bild wie schon zuvor beim Use Case Energiefeedback. Innerhalb der ersten Fokusgruppe wurde geäußert, dass es wichtig ist, dass Unternehmensinformationen nicht nach außen gelangen. Dies betrifft auch Elektromobilitätsinformationen. Teilnehmer der zweiten Fokusgruppe stellten auch fest, dass die Daten nur innerhalb des Unternehmens bleiben sollten; es könnte jedoch für mögliche „Störfälle“ praktisch sein, wenn „Kontrollinformationen“ an bspw. den Fahrzeughersteller weitergeleitet werden würden. Diagnosen betreffend „Störfälle“ könnten so schnell gestellt und gelöst werden. Anhand dieser Aussagen wird deutlich, dass die Befragten ein hohes Maß an Kontrolle über die Weitergabe der Energie- und Elektromobilitätsdaten ausüben möchten.

### **2.4.6 Privatsphärenaspekte für den Use Case Automatische Lastverschiebung**

Während der durchgeführten Interviews mit Gebäudemanagern wurden Privatsphärenaspekte nur indirekt erwähnt. Eigentümer sowie Nutzer der Gebäude werden

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

von den Gebäudemanagern als Gruppen genannt, die ebenfalls für eine Durchführung automatischer Lastverschiebung konsultiert werden müssten. Auswertungsdaten wie: Leistungen, die verschoben werden und die Kosteneinsparungen, würden die Gebäudemanager auch an die Mieter, Haustechniker und Betriebsführung weitergeben, um die Akzeptanz der automatischen Lastverteilung zu steigern.

Das untermauert die Bedeutung des Faktors Transparenz, welcher für die Akzeptanz und damit auch für das Vertrauen, die diesem Konzept entgegengebracht werden, enorm wichtig ist. Dies ist besonders für diesen Use Case relevant, da v.a. von den Drittanbietern hervorgehoben wurde, dass Implementierung und Betreuung dieses Konzeptes sehr komplex ist. Sind Funktionen und Bedienung nicht einfach gestaltet, wird die Funktionsweise intransparent und weniger vertrauenswürdig.

Mehrheitlich ist die Durchführung von automatischer Lastverschiebung für Privat- und Gewerbekunden nicht oder nur unter bestimmten Bedingungen vorstellbar. Es zeigt sich, dass der wesentliche Grund für die Ablehnung der automatischen Lastverschiebung in eben diesem Erleben des Kontrollverlustes verankert ist. Eng damit verbunden werden Komforteinschränkungen und die Verletzung der Privatsphäre von den Antwortenden befürchtet. Dies deckt sich mit allen Ergebnissen aus der Befragung zum Use Case automatische Lastverschiebung, in dem immer wieder deutlich befürchteter Autonomieverlust durch die externe Regelung von den Befragten genannt wird. Die Bedingungen unter denen sich die Befragten eine automatische Lastverschiebung vorstellen können, beziehen sich häufig auf eine Eingreifmöglichkeit (OVERRULEN), die sich die Befragten vorbehalten wollen. Dies unterstreicht den Faktor Kontrolle, der für das Vertrauen gegenüber diesem Konzept von wesentlicher Bedeutung ist. Zudem wünschen sich Privat- und Gewerbekunden detaillierte Informationen über eine hypothetisch durchgeführte Lastverschiebung in ihrem Haushalt/Unternehmen.

In Bezug auf Informationsweitergabe sehen sowohl Gewerbe- als auch Privatkunden Energieverbrauchsdaten und Informationen zur Ausstattung des Haushaltes/Unternehmens als weniger kritisch an. Soziodemographische Daten werden von beiden Stichproben als sehr viel sensibler eingestuft bzw. deren Übermittlung an den Energiebetreiber abgelehnt. Dies ist insofern interessant, da datenschutzrechtlich Personenbezug von Energiedaten als kritisch erachtet wird.

Auch innerhalb der Fokusgruppen waren bei diesem Use Case erhebliche Privatsphärenbedenken vordergründig. In der Ersten Fokusgruppe wurden während dem Profilspiel zum einen mehr Geräte nicht zur Lastverschiebung freigegeben als freigegeben. Beim Ausfüllen der Fragebögen wurde deutlich, dass direkte Informationen wie Verbrauchsdaten, Nutzungszeiten und Gerätegruppen als weniger problematisch angesehen werden als indirekt ableitbare Informationen wie bspw. Produktionsauslastung oder wirtschaftliche Lage.

Da das Bewusstsein für Privatsphärenverletzungen auch wesentlich mit der Vorstellbarkeit von Risikoszenarien verbunden ist, wurden die Fokusgruppenteilnehmer befragt, inwiefern sie sich in ihrer Privatsphäre verletzt fühlen würden, wenn ihr Energieanbieter zu definierten Daten Zugang hätte. Im Folgenden sollten die Fokusgruppenteilnehmer angeben, ob es für

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

sie vorstellbar ist, dass ihr Energieanbieter die aufgeführten Daten im Szenario automatischer Lastverschiebung erhält.

Hier konnte festgestellt werden, je mehr eine Verfügbarkeit der Daten die Privatsphäre der Befragten verletzt, für desto unwahrscheinlicher halten sie einen Zugang zu diesen Daten von Seiten des Netzbetreibers. D.h. sehr persönliche Informationen, wie Hobbies, halten die Befragten nicht von ihren Energiedaten ableitbar. Da die Vorstellbarkeit von Risikoszenarien auf Annahmen des Kunden basieren und abhängig vom Wissenstand des Kunden nur bedingt einem realistischen Gefahrenpotential entsprechen, sollte für eine unverzerrte Erhebung von Privatsphärenbedenken, Wissen über Risikopotential bei der Energiedatenerhebung geschaffen werden.

### 2.5 Technische Spezifikation

Zur Erstellung einer technischen Spezifikation wurden zunächst die funktionalen Anforderungen und die nicht-funktionalen Anforderungen analysiert. Für die Erstellung der Anforderungsanalyse wurden Stakeholder Interviews innerhalb des Projektkonsortiums und ein Anforderungsanalyseworkshop abgehalten.

#### 2.5.1 Systemübersicht

Die technische Anforderungsanalyse basiert auf der Annahme der in Abbildung 1 abgebildeten Systemstruktur.

*Abbildung 1 Smart Web Grid Layer*

Auf sämtliche Datenquellen im Smart Grid soll mittels Services zugegriffen werden. Diese kapseln den Zugriff und ermöglichen eine lose Kopplung zwischen den unterschiedlichen Schichten des Smart Web Grids. Services stellen somit definierte Schnittstellen dar und gewährleisten Interoperabilität.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Die Anwendungsserver-Schicht soll auf diese Service-Schicht zugreifen, um Anwendungen zu realisieren. Als Technologien zur Realisierung der Services bieten sich Web Services und der zugrundeliegende Web Service Stack (SOAP, XML, WSDL, WS-\*) an, andere Technologien (RMI<sup>19</sup>, Corba<sup>20</sup>, COM/DCOM<sup>21</sup>) wären ebenfalls möglich. Diese Services können von den unterschiedlichsten Systemen verwendet werden, um Anwendungen zu realisieren. Das Smart Web Grid Portal soll ermöglichen, mehrere Web Anwendungen im Rahmen eines gemeinsamen Portals zu betreiben. Durch dieses Portal kann ein Single Sign-On Mechanismus für Web Anwendungen realisiert werden. Da Services von unterschiedlichen Organisationen im Umfeld des Smart Grids betrieben werden können, ist es notwendig, Mechanismen zur Identity Federation durchzuführen. Diese erlauben es, User eindeutig als Kunden bei den jeweiligen Organisationen zu identifizieren.

Anwendungen, die am Endgerät (z. B. Smartphone) laufen, sollen auch direkt die Web Services nutzen können. Ein Single Sign-On Mechanismus steht in diesem Fall jedoch nicht mehr zur Verfügung. Die Aufgabe eines Rechtebrokers soll sein, Zugriffsrechte für einzelne Service Consumer zu konfigurieren.

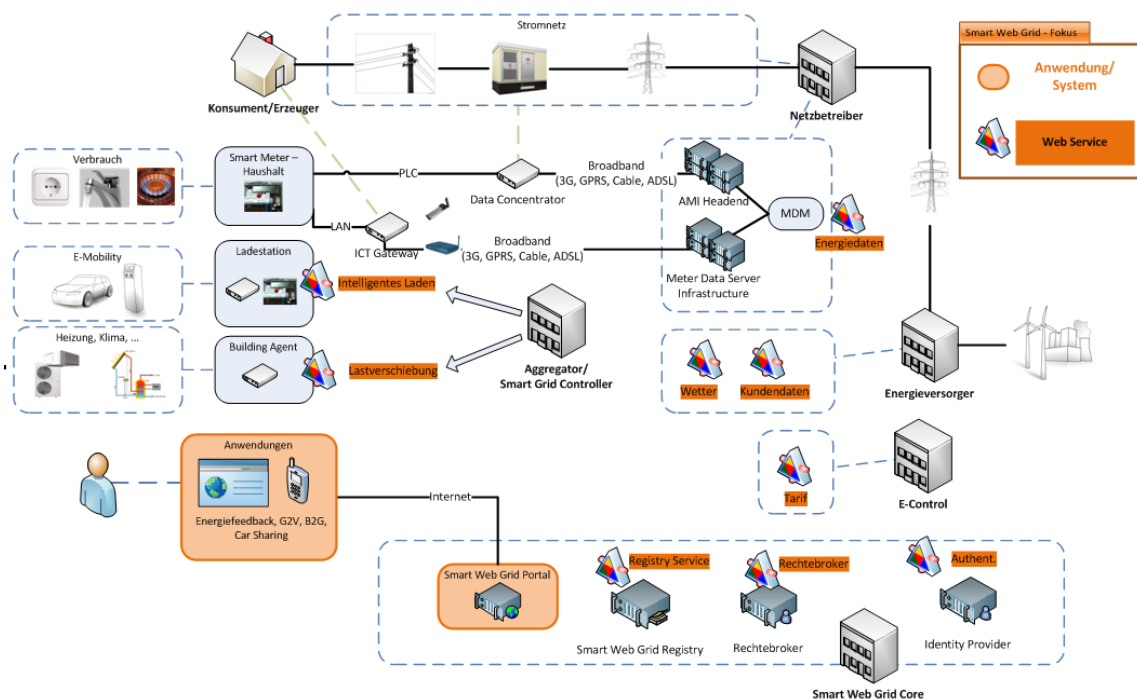


Abbildung 2 Smart Web Grid Vision

Die Vision der Smart Web Grid Architektur die als Ausgangsbasis für die technische Anforderungsanalyse angenommen wurde ist in Abbildung 2 dargestellt. Ziel von Smart Web Grid ist die Schaffung einer Informationsplattform, basierend auf einem Web Service verbundenen Informationsmodell. Der Fokus von Smart Web Grid liegt dabei auf den

<sup>19</sup> RMI Remote Method Invocation <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/tech/index-jsp-136424.html> abgerufen: 16.4.2014

<sup>20</sup> CORBA <http://www.corba.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>21</sup> DCOM <http://msdn.microsoft.com/library/cc201989.aspx> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Schnittstellen die für eine gesamtheitliche Integration notwendig sind, bzw. den zentralen Infrastrukturkomponenten.

### 2.5.2 Funktionale Anforderungen

Zur Erstellung der funktionalen Anforderungen wurde zunächst eine detaillierte Use-Case Analyse nach [23] der definierten Use Cases durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen des Anforderungsworkshop und der Stakeholder Interviews wurden UML Anforderungsdiagramme eingesetzt um die detaillierten Use Cases zu dokumentieren. Die Analyse erfolgte dabei in Anlehnung an die zu diesem Zeitpunkt definierten Beispielanwendungen Energiefeedback, Lastverschiebung (Energiebilanz auf Gemeindeebene), Home Automation und Intelligentes Laden Elektromobilität (Smart E-Car Charging). Nachfolgend werden die Übersichtsdiagramme der jeweiligen detaillierten Use Cases dargestellt und die wesentlichsten Use Cases genannt.

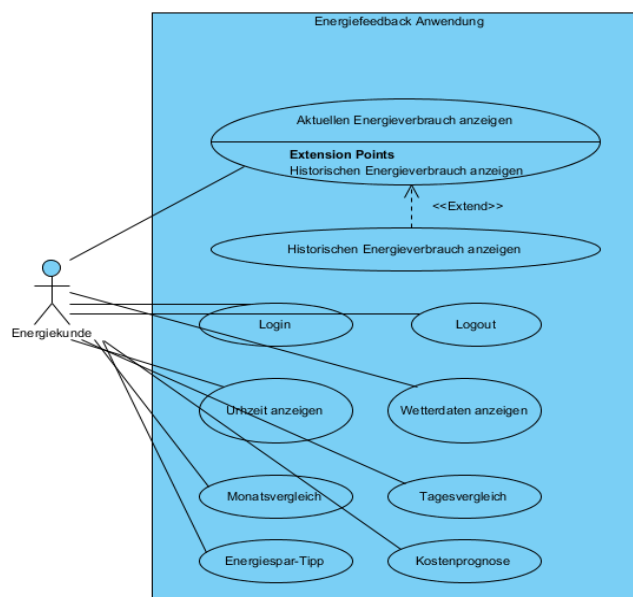


Abbildung 3 UML Use Case Diagramm für Energiefeedback Anwendung

Abbildung 3 zeigt das UML Use Case Diagramm für die Energiefeedback Anwendung. Bei den zentralen Use Cases handelt es sich hierbei um die Anzeige des **aktuellen Energieverbrauchs** und den **historischen Energieverbrauch**. Ebenfalls Teil der Anwendung ist die Anzeige von **Wetterdaten** und die Möglichkeit diverse **Monats- und Tagesdaten zu vergleichen**. Durch die Hinterlegung mit **Tarifdaten** ist es möglich auch eine **Kostenprognose** durchzuführen. Eine weitere Anforderung die Möglichkeit **Energiespar-Tipps** anzeigen zu können. Zentrale Use Cases die sich über sämtliche Anwendungen hinweg ziehen sind der **Login und Logout** innerhalb von Anwendungen. Als wesentlicher Stakeholder wurde in dieser Anwendung der **Energiekunde** identifiziert, der entweder ein Privat- oder kommerzieller Energiekonsument ist.

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

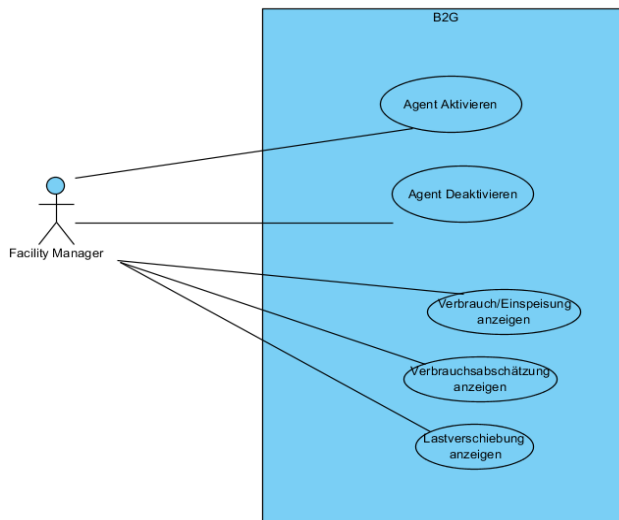


Abbildung 4 Lastverschiebung Anwendung

Die Use Cases der Lastverschiebung Anwendung sind in Abbildung 4 illustriert. Zentrale Use Cases sind hier die **Aktivierung und Deaktivierung eines Lastverschiebe-Agenten** bzw. die **Anzeige von Verbrauch, Einspeisung, Verbrauchsabschätzung** und die **durchgeführte Lastverschiebung**. Detaillierte Anforderungen bezüglich dem Algorithmus der Lastverschiebung und die konkrete Umsetzung innerhalb der Gebäudeautomation sind nicht im Fokus von Smart Web Grid. Für die Schnittstelle zur Anwendung die ein **Gebäude Manager** (Facility Manager) betreibt sind die oben genannten Use Cases ausreichend.

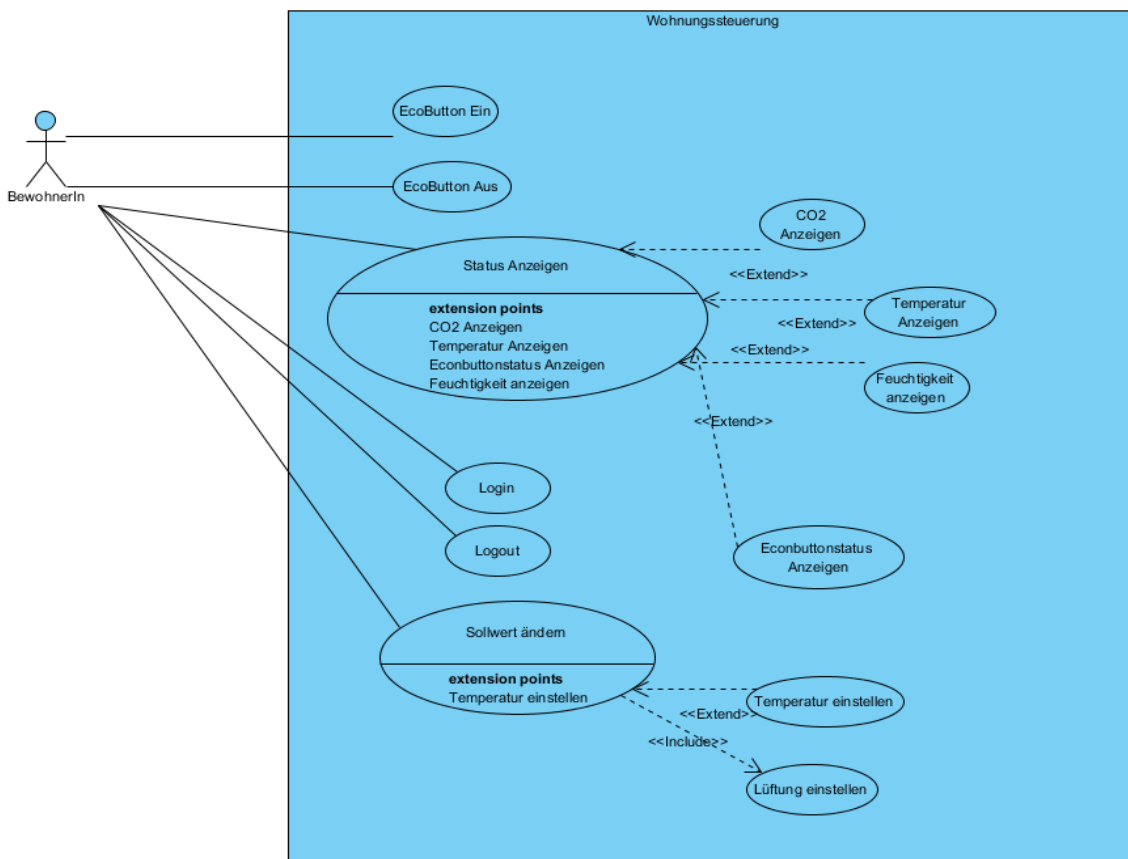


Abbildung 5 Home Automation Anwendung

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Die identifizierten Use Cases der **Heimautomationsanwendung** (Home Automation Anwendung) sind in Abbildung 5 dargestellt. Eine umfassende Steuerung von Heimautomationsgerätschaften ist im Fokus vom Smart Grid nicht notwendig. Für die Realisierung von anderen Anwendungen (wie z. B. Lastverschiebung des gesamten Gebäudes) ist **das Aktivieren und Deaktivieren eines Eco Modus** als Funktionalität zur Verfügung zu stellen. Diese Anwendungsfall ist zielt auf Wohneinheiten in einem größeren Mehrparteiengebäude ab, welches im Smart Grid integriert ist. Wichtige Anwendungsfälle sind die **Visualisierung** von dem aktuellen **CO<sub>2</sub> Wert**, dem aktuellen **Raumtemperatur Wert** und eine Anzeige der **Feuchtigkeit**. Als weitere Möglichkeit für einen Eingriff in die **Heimautomationssteuerung** kann ein **Bewohner** den Sollwert für die Raumtemperatur vorgeben.

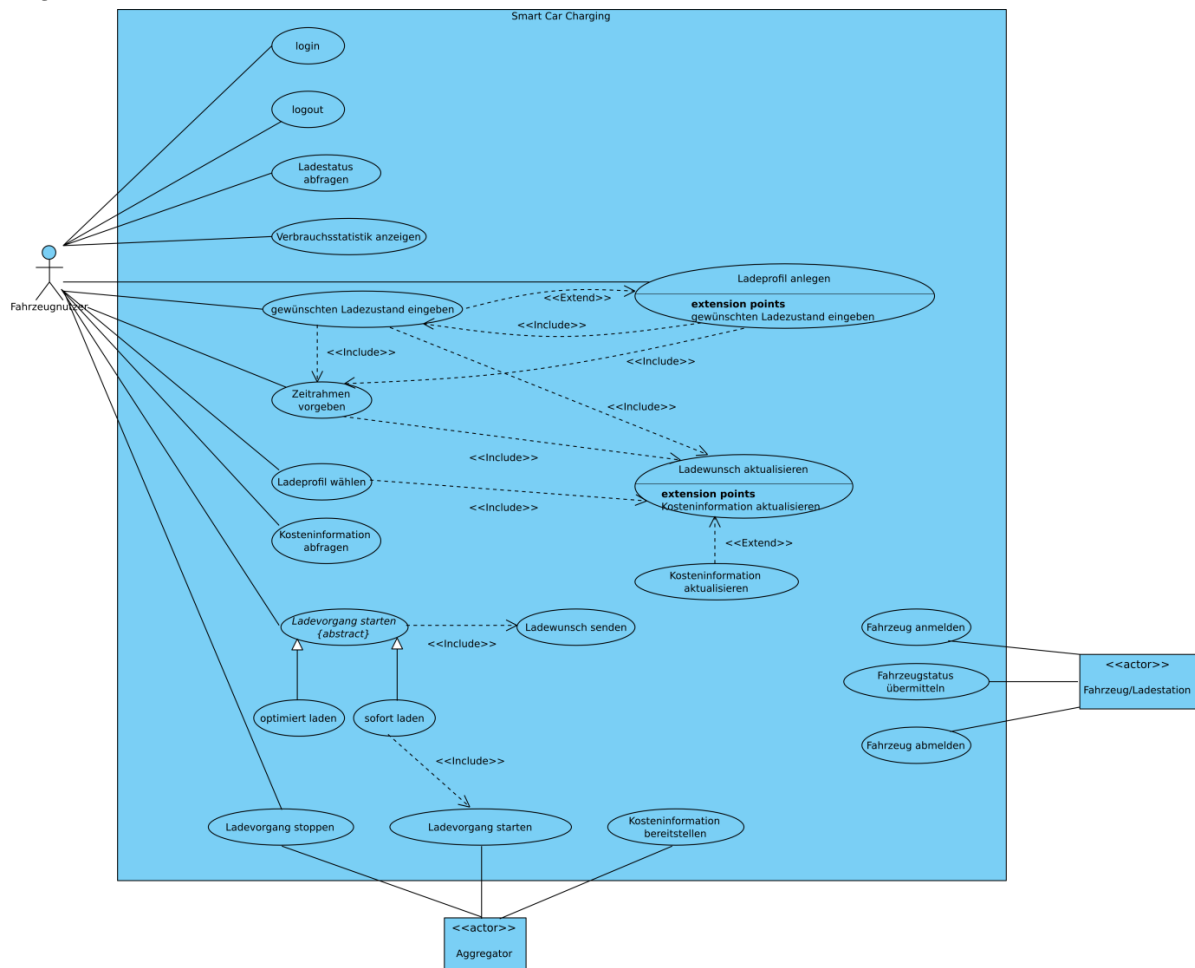


Abbildung 6 Intelligentes Laden (Elektromobilität) Anwendung

Abbildung 6 zeigt die Use Cases die für Anwendung zur intelligenten Ladung von Elektrofahrzeugen vorgesehen wurde. Hierbei sind als Stakeholder der **Fahrzeugnutzer**, ein sogenannter **Aggregator** und die **Fahrzeug an einer Ladestation** identifiziert. Der Fahrzeugnutzer muss eine Möglichkeit haben den **Ladevorgang** zu kontrollieren und steuern. Dies umfasst die Abfrage des **Ladezustands** und der **Verbrauchsstatistik** bzw. eine Vorgabe eines **Ladeprofiles** und eines **Zeitrahmens** bzw. eines gewünschten **Ladezustands**. Der Ladevorgang kann für die Anforderungen des Smart Grid **optimiert**



# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

werden oder **sofort** gestartet werden. Ein Aggregator kümmert sich um das optimierte starten und stoppen des Ladevorgangs bzw. um die Bereitstellung von Kosteninformationen. Ein Fahrzeug muss sich **anmelden**, **abmelden** und den **aktuellen Fahrzeugstatus** übermitteln können.

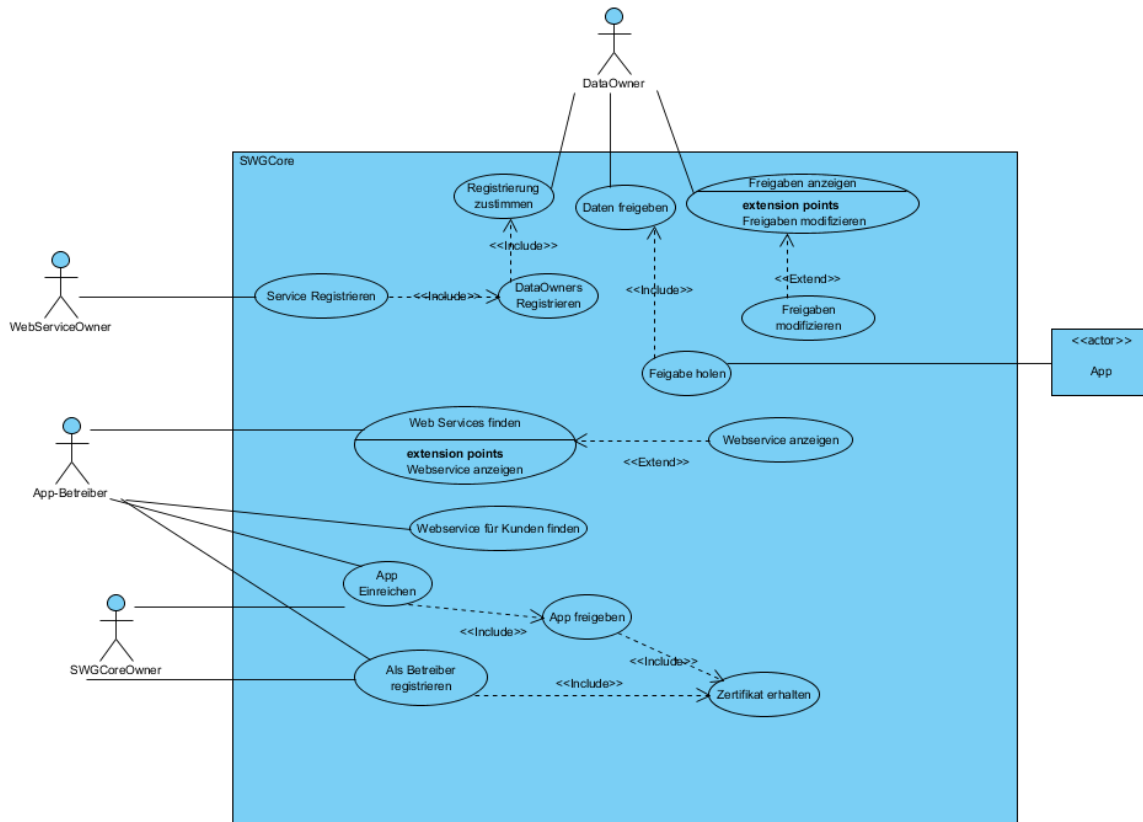


Abbildung 7 Smart Web Grid Core Use Cases

Der Smart Web Grid Core stellt die Informationsplattform im Smart Web Grid dar. Dies beinhaltet das Registrieren von Services und Anwendungen. Er ermöglicht es Kunden die Freigabe von Daten zu kontrollieren und die Verwendung von Daten einzusehen. Die zentralen Use Cases des Smart Web Grid Core sind in

Abbildung 7 dargestellt. Wesentliche Stakeholder die für diese Anwendung identifiziert wurden sind der **Web Service Betreiber** (WebServiceOwner), welcher die Datenquelle zur Verfügung stellt und ein **Dateneigentümer** (DataOwner), der **App-Betreiber** und der **Smart Web Grid Core Betreiber** (SWGCoreOwner). Der Smart Web Grid Core deckt damit zentrale Use Cases ab für die **Registrierung als App Betreiber** und das **Einreichen von Apps**. Der Core stellt auch die notwendigen Infrastruktur Use Cases für das **Registrieren** und das **Finden** von Web Service Schnittstellen, welche Daten zur Verfügung stellen die jedoch von einem Dateneigentümer **registriert** und für Apps **freigegeben** werden.

## 2.5.3 Services und Schnittstellen

Basierend auf der detaillierten Anwendungsfallanalyse pro Anwendungen wurden in einem weiteren Schritt die notwendigen Anforderungen an Service-Schnittstellen definiert. Diese setzen sich in Anlehnung an das OASIS SoA Referenz Modell [35] aus einer Beschreibung

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

der Service Operationen und des Informationsmodells zusammen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die benötigten Services.

Service Name	Service Operation	Input	Output
<b>Registry Service</b>	Lookup	Service-Typ, Version, Kontext	Service-Description
	Register	Service-Typ, Version, Service Description, Kontext	
	Unregister	Service-Description	
<b>Rechtebroker Service</b>	ZugriffPruefen	Service-Typ, Version, Kontext	Zugriffs-Entscheidung
	ErzeugePolicy	Kunde.ID, Rechte- Policy	-
	LoeschePolicy	Kunde.ID, Rechte- Policy.ID	-
<b>Authenfizierung Service</b>	Authentifizieren	Credentials	Authentication-Token
	PruefeToken	Authentication- Token	TokenPruefungStatus
	WiderrufeToken	Authentication- Token	-
<b>Energiedaten Service</b>	LiefereKundenVerbrauch	Kunde.ID, Von, Bis, Intervall	Kundenverbrauch
	LiefereZaehlerVerbrauch	Zaehler.ID, Von, Bis, Intervall	Zaehlerverbrauch
<b>Kundendaten Service</b>	LiefereKundendaten	-	Kunde
<b>Wetterdaten Service</b>	Wettervorhersage	PLZ, Straße	Prognose
<b>Tarif Service</b>	LiefereKostenprognose	Kunde.ID	Kostenprognose
<b>Lastverschiebung Service</b>	LastverschiebungAktivieren	-	-
	LastverschiebungDeaktivieren	-	-
	LiefereEnergiebilanz	Interval, Von, Bis	Energiebilanz
	LieferePrognose	Interval, Von, Bis	Energiebilanz
	LiefereLastverschiebung	Interval, Von, Bis	Lastverschiebung
	LiefereAgentStatus	-	AgentStatus
<b>Home Automation Service</b>	AktiviereEcoButton	-	-
	DeaktiviereEcoButton	-	-
	SetzeSollwert	Typ, Sollwert	-
	LiefereStatus	-	Status

*Tabelle 2 Übersicht Anforderung an Service Schnittstellen*

Nachfolgende Beschreibung der Services ist unabhängig von einer spezifischen Technologie. Zur besseren Verständlichkeit werden Service Beschreibungen mit Interaktionsbeispielen illustriert. Für die konkrete Realisierung bieten sich Web Services an,

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

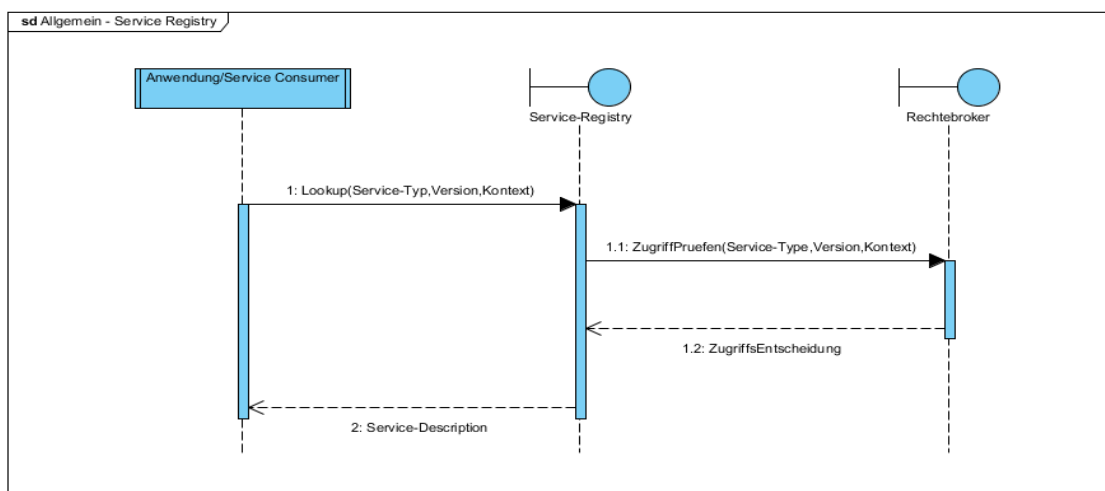
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

da diese Interoperabilität gewährleisten und den Aufbau von Service-orientierter Architektur unterstützen.

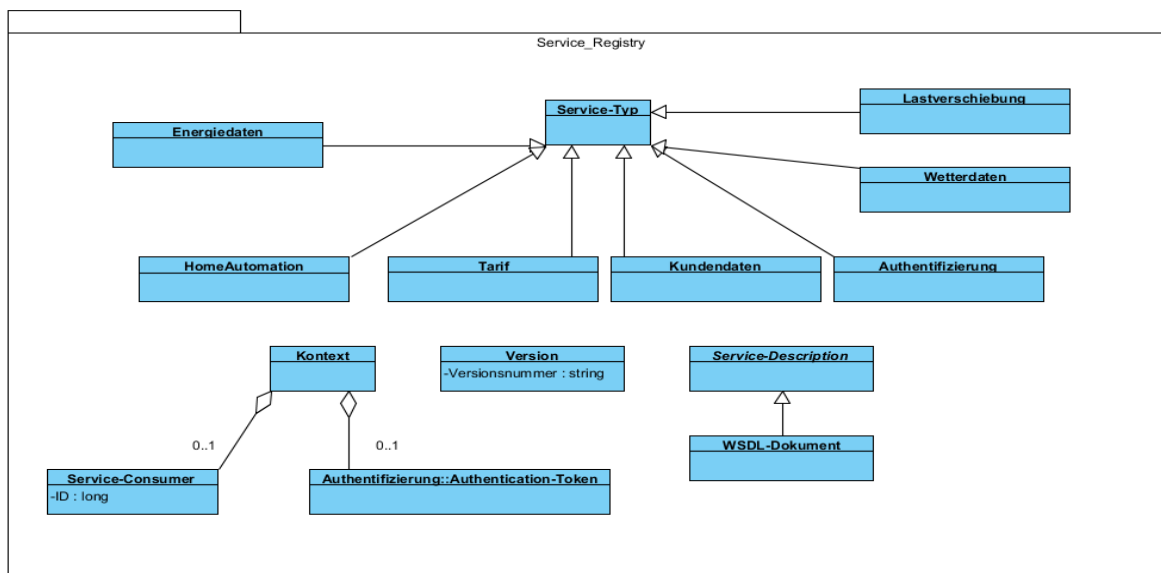
## 2.5.3.1 Registry Service

Die Aufgabe der Service Registry ist es zwischen dem Service Consumer und dem Service Provider zu vermitteln. Jedes Service, das im Kontext von Smart Web Grid angeboten wird, ist in der Service Registry eingetragen.

Bevor ein Service Consumer auf ein Service zugreifen darf, muss zunächst die Registry abgefragt werden. Dieser Mechanismus ermöglicht unter anderem eine lose Kopplung zwischen Service-Provider und Service-Consumer. Die Registry bekommt beim Lookup Vorgang den Service-Typ, die gewünschte Version und den aktuellen Kontext übergeben. Der Kontext enthält Informationen für welchen Kunden bzw. welches Unternehmen oder welchen allgemeinen Service-Consumer das Service benötigt wird (siehe Sequenzdiagramm 1 und Klassendiagramm 1).



Sequenzdiagramm 1 Registry-Service



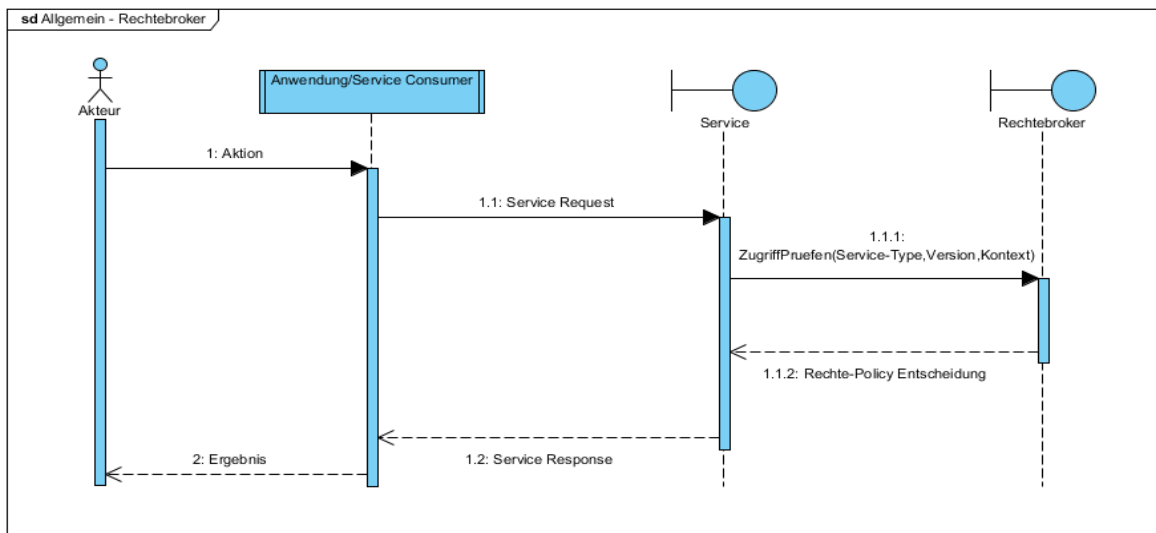
Klassendiagramm 1 Registry-Service

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

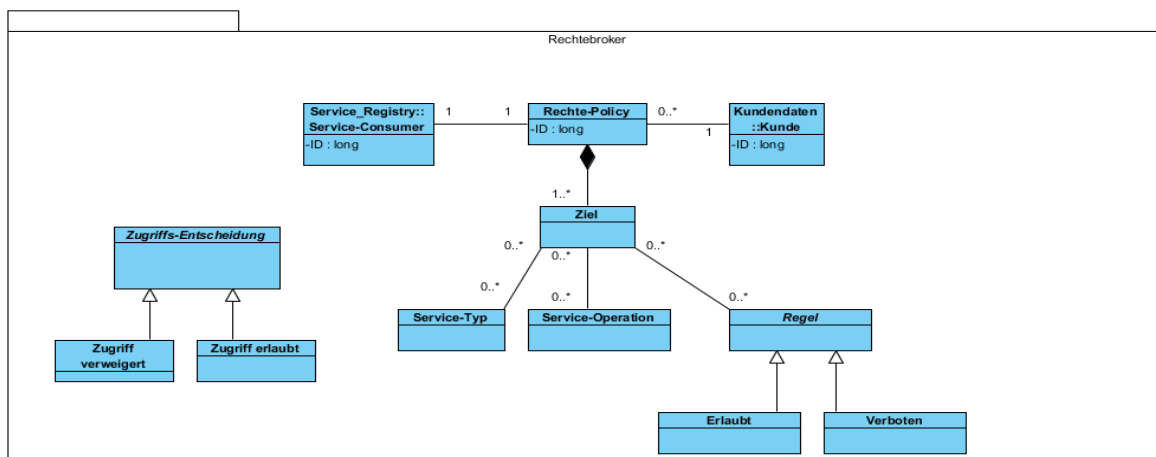
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

## 2.5.3.2 RechtebrokerService

Der Rechtebroker agiert in Anlehnung an XACML [40] als Policy Decision Point innerhalb der Smart Web Grid Infrastruktur. Policies definieren, welche Anwendung, welcher Kunde bzw. welches Unternehmen Zugriff auf bestimmte Services (und damit Daten) bekommt. Bei jedem Service-Zugriff wird der Rechtebroker befragt, um den Zugriff zu bestätigen. Ein Service Provider soll dabei als Policy Enforcement Point auftreten, da dieser sicherstellen muss, dass der Rechte Broker ordnungsgemäß abgefragt wird. Da die Daten durch die Services gekapselt sind, erfolgt die Zugriffskontrolle auf Ebene der Services bzw. deren Operationen (siehe Sequenzdiagramm 2 und Klassendiagramm 2)



Sequenzdiagramm 2 Rechtebroker



Klassendiagramm 2 Rechtebroker

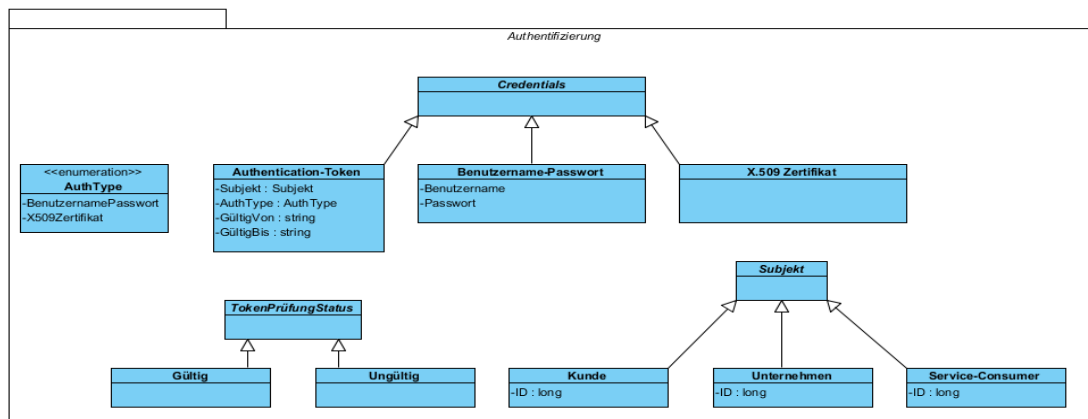
Eine Policy soll den Zugriff auf Services oder Service-Operationen für einen bestimmten Service-Consumer erlauben oder ablehnen. Ein Kunde soll für jede Anwendung eine Zugriffs-Policy erstellen können.

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

## 2.5.3.3 Authentifizierung Service

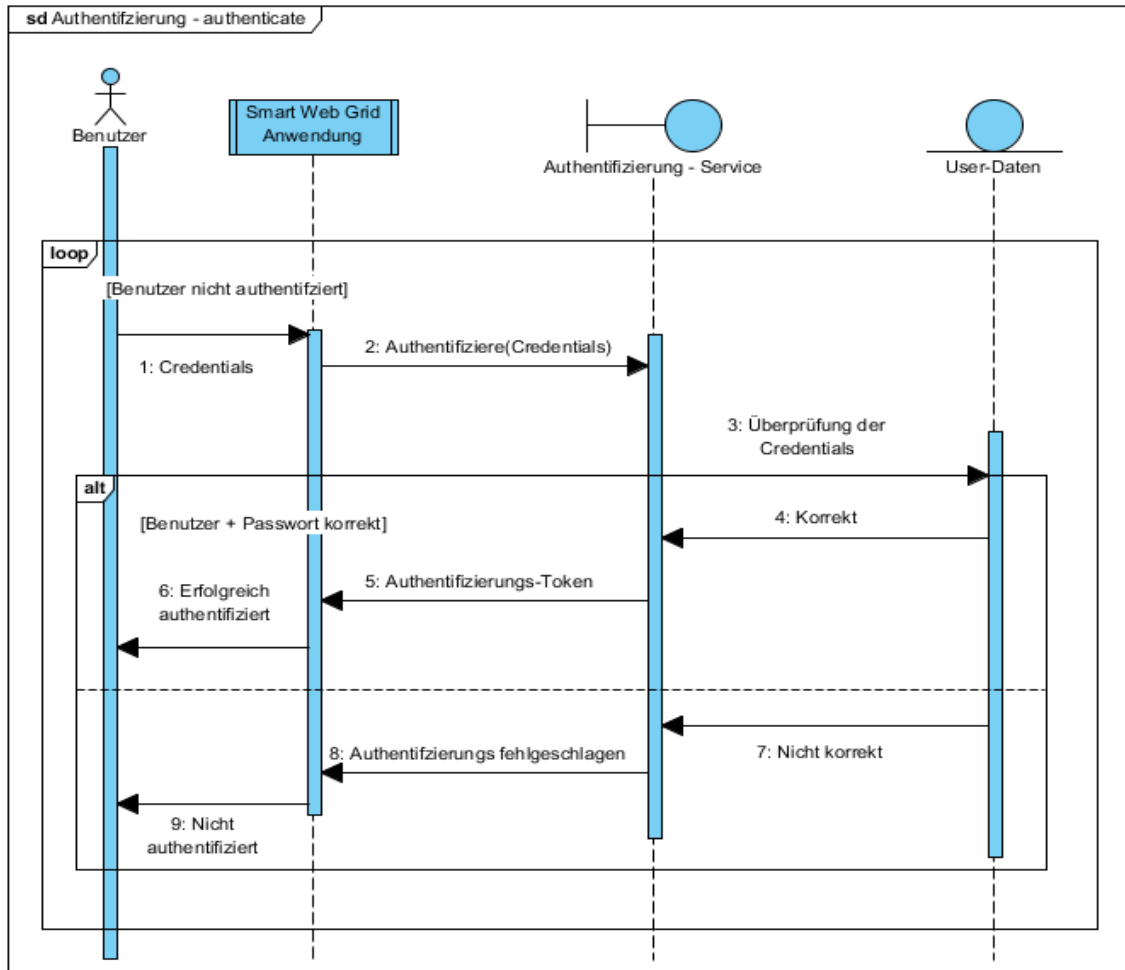
Das Authentifizierungs-Service soll gewährleisten, dass Endkunden bzw. Systeme authentifiziert werden können. Als Authentifizierungsmechanismen stehen beispielsweise Username/Password, X.509 Zertifikate oder Authentifizierungstoken (Single Sign-On) zur Verfügung. Der Endkunde soll seine Authentifizierungsdaten dem Service Consumer (z. B. Webapplikation für Energiefeedback) zur Verfügung stellen. Der Service-Consumer soll daraufhin die Authentifizierungsdaten zum Authentifizierungs-Service senden. Dieses prüft sodann die Daten. Bei einem erfolgreichen Authentifizierungsvorgang soll ein **Authentifizierungstoken** an den Service-Consumer zurückgesendet werden, das für alle weiteren **Service Anfragen** verwendet werden kann. Im Umfeld von Web Services bietet die Security Assertion Markup Language [5] einen solchen Mechanismus zur Erzeugung eines Tokens. Mithilfe von WS-Security kann im Header einer Anfrage das Authentifizierungs-Token übertragen werden. Das Authentifizierungs-Service soll als Identity-Provider agieren. Sämtliche Unternehmen, die am Smart Web Grid teilnehmen und ihren Kunden eine übergreifende Verwendung von Services ermöglichen wollen, müssen eine Identity Federation bilden. Das bedeutet, dass das Authentifizierungs-Service einen zentralen Benutzer-Stamm halten muss und jedes Unternehmen einen zentralen Benutzer-Account zu einem eigenen Kunden-Account (falls vorhanden) zuordnen muss (siehe Sequenzdiagramm 3 und Klassendiagramm 3).



Klassendiagramm 3 Authentifizierung

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



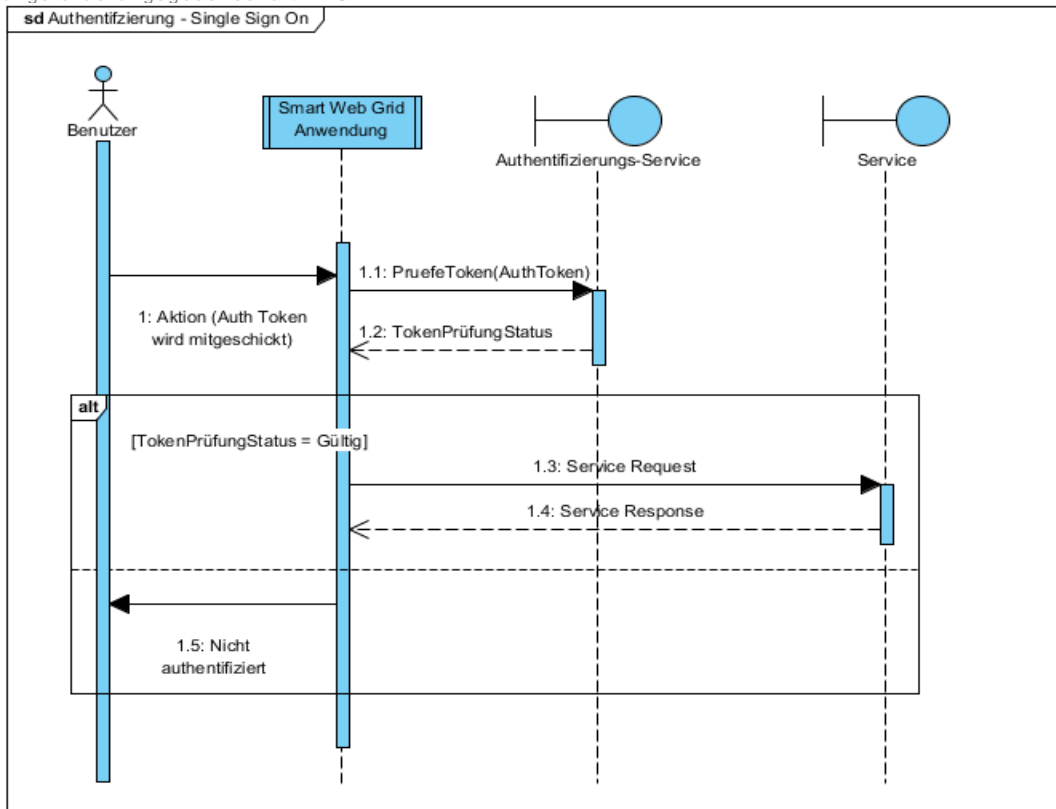
Sequenzdiagramm 3 Authentifizierungs-Service - Login

## Single Sign-On

Hat der Benutzer bereits ein Authentifizierungs-Token (z. B. abgespeichert als Browser-Cookie) erhalten, soll er dieses bei sämtlichen Smart Web Grid Anwendungen mitschicken. Bei der ersten Verwendung der Applikation muss diese überprüfen, ob das Token gültig ist (siehe Sequenzdiagramm 4).

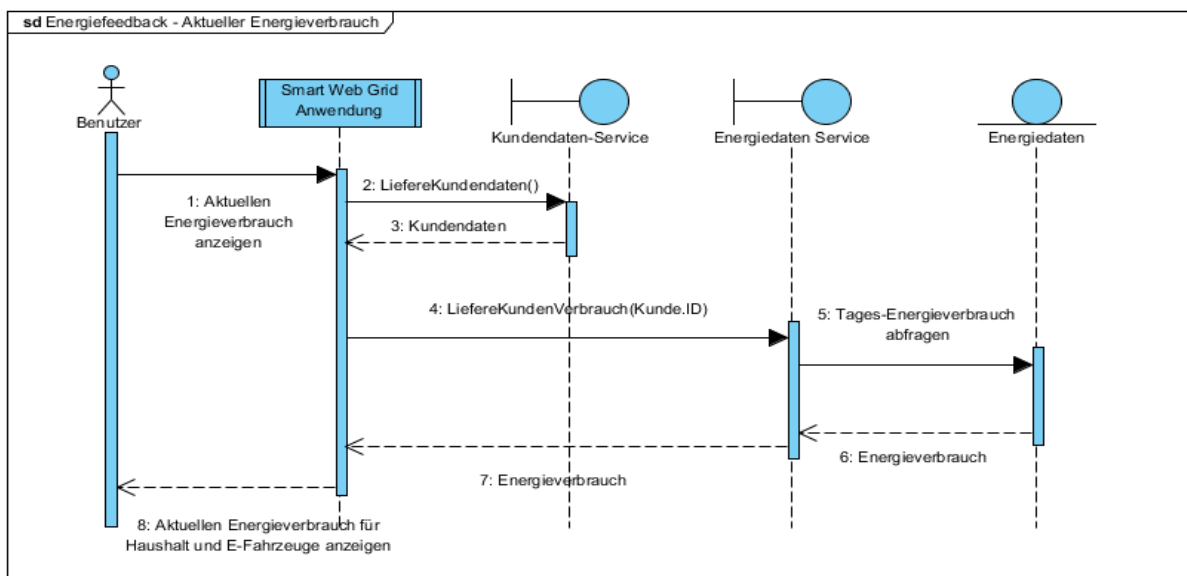
# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Sequenzdiagramm 4 Authentifizierung - Single Sign-On

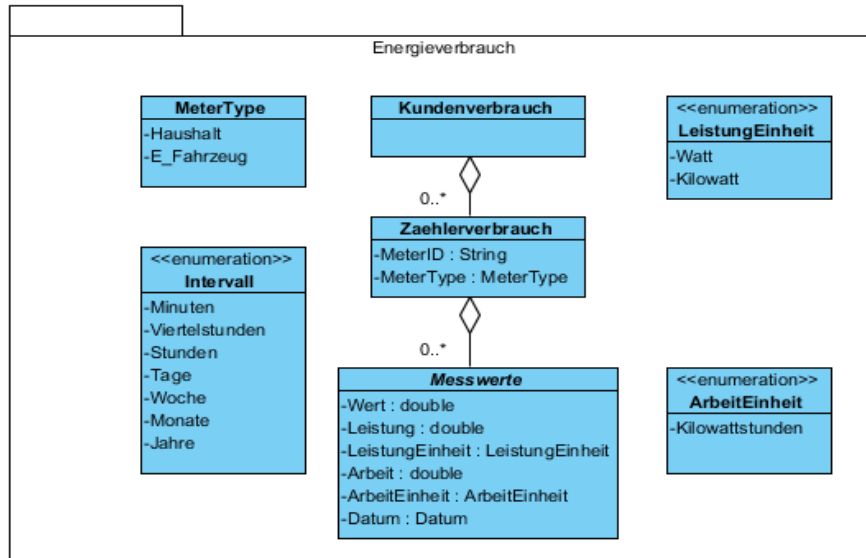
## 2.5.3.4 Energiedaten Service



Sequenzdiagramm 5 Echtzeit-Energieverbrauch Service - Tages Energieverbrauch

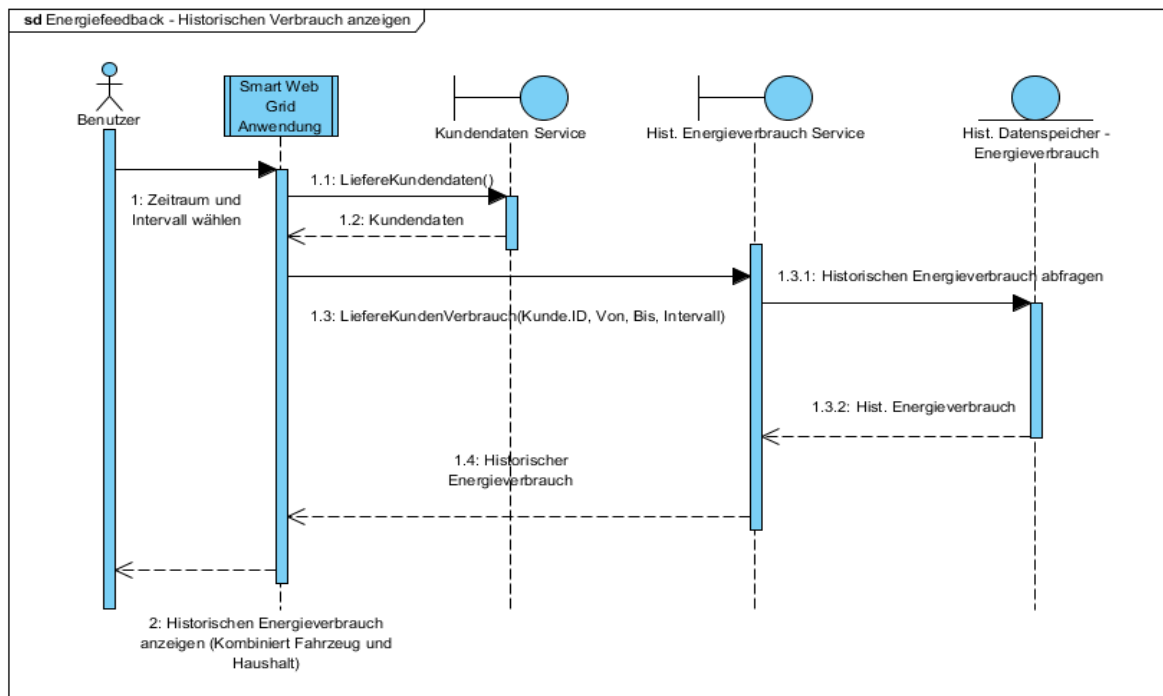
# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Klassendiagramm 4 Energieverbrauch

Das Energiedaten Service soll die Verbrauchswerte für den gewünschten Energietyp und den gewünschten Zeitraum liefern. Im Fall von Elektrizität ist das die aktuelle Leistung (Watt) und elektrische Arbeit (Wattstunden). Der Energieverbrauch schlüsselt sich dabei in mehrere Messwerte auf, die den unterschiedlichen Verbrauchern zuzuordnen sind (siehe Sequenzdiagramm 5, Sequenzdiagramm 6 und Klassendiagramm 4).



Sequenzdiagramm 6 Historischen Energieverbrauch anzeigen

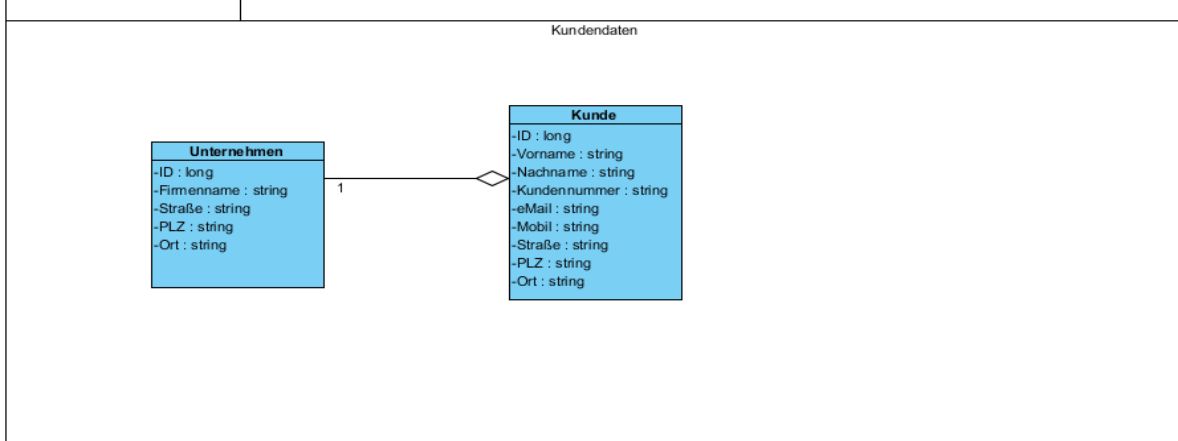
## 2.5.3.5 Kundendaten Service

Das Kundendaten-Service soll die Basisdaten eines Endkunden zur Verfügung stellen (siehe Sequenzdiagramm 5 und Klassendiagramm 5).



# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

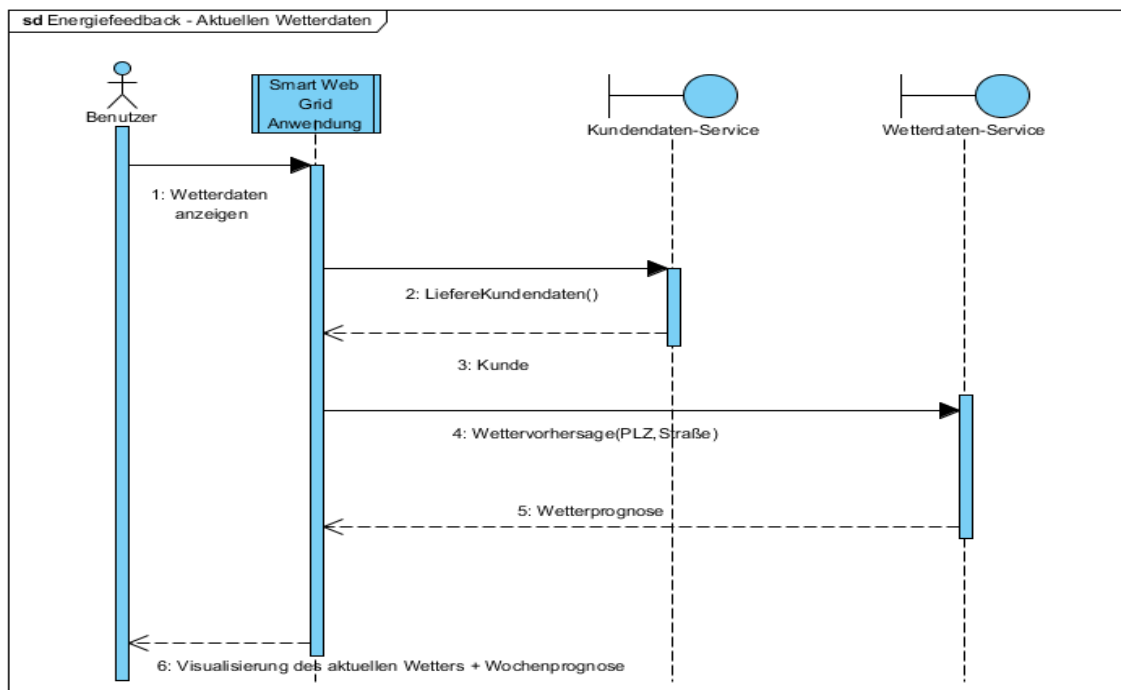
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Klassendiagramm 5 Kundendaten

## 2.5.3.6 Wetterdaten Service

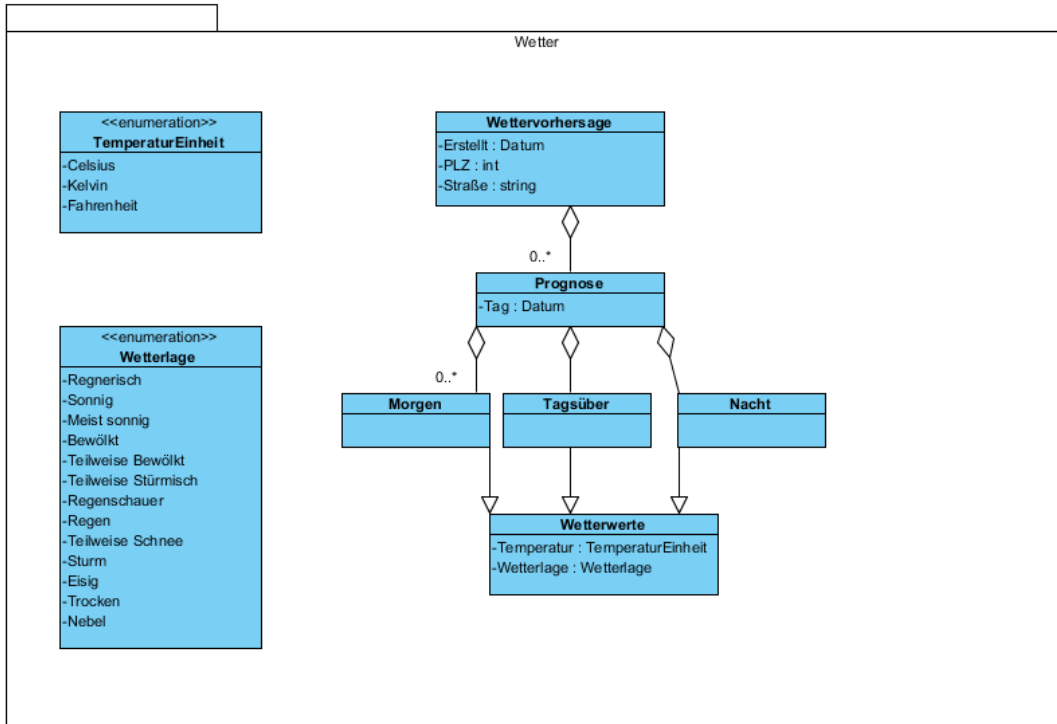
Das Wetterdaten Service soll aktuelle Wetterinformationen zur Verfügung stellen (siehe Sequenzdiagramm 7 und Klassendiagramm 6)



Sequenzdiagramm 7 Wetterdaten anzeigen

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

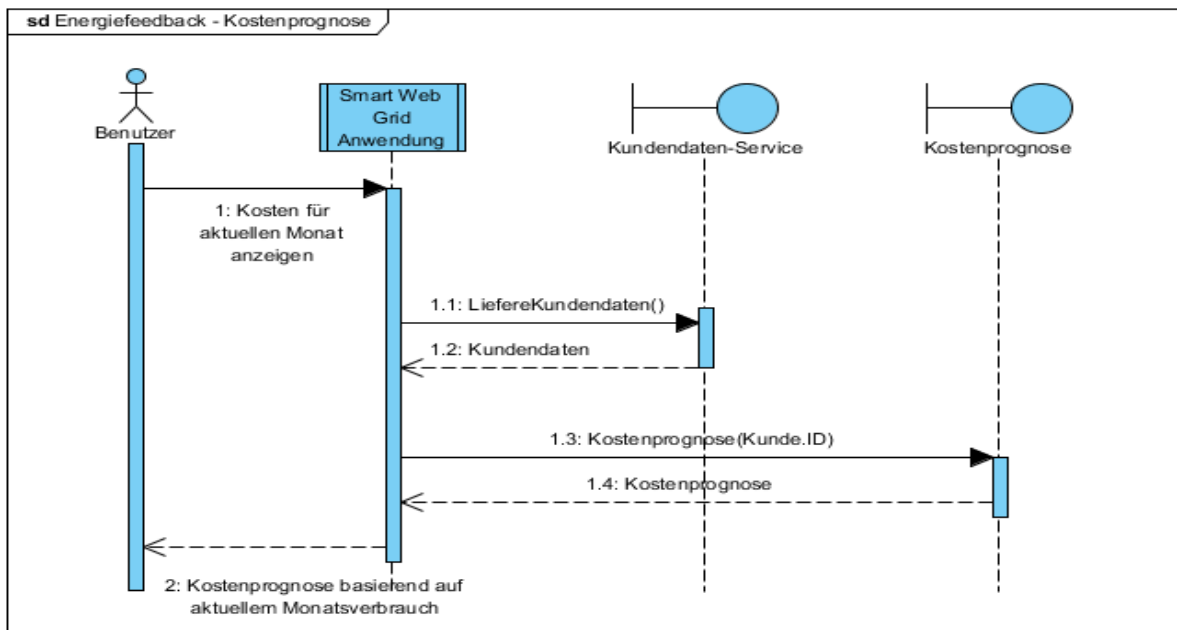
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Klassendiagramm 6 Wetter

## 2.5.3.7 Tarif Service

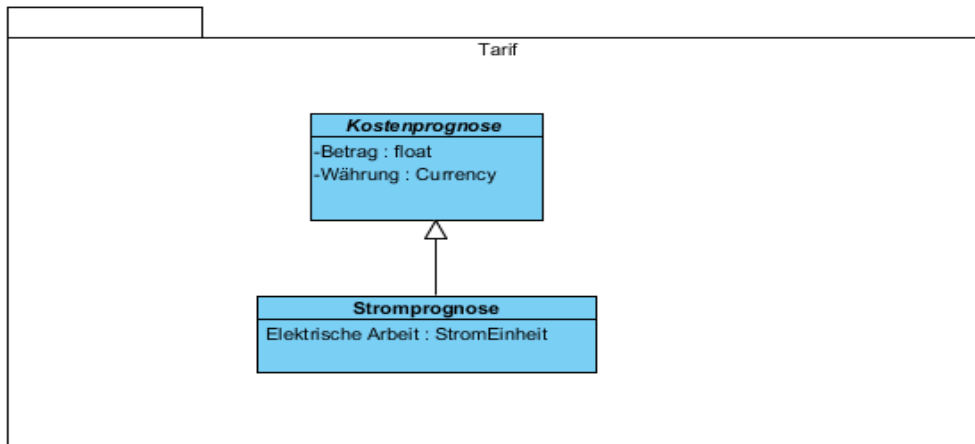
Das Tarif Service soll eine Prognose der Kosten für den Energieverbrauch des aktuellen Monats basierend auf dem jeweiligen Tarif des Kunden liefern (siehe Sequenzdiagramm 8 und Klassendiagramm 7).



Sequenzdiagramm 8 Kostenprognose

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

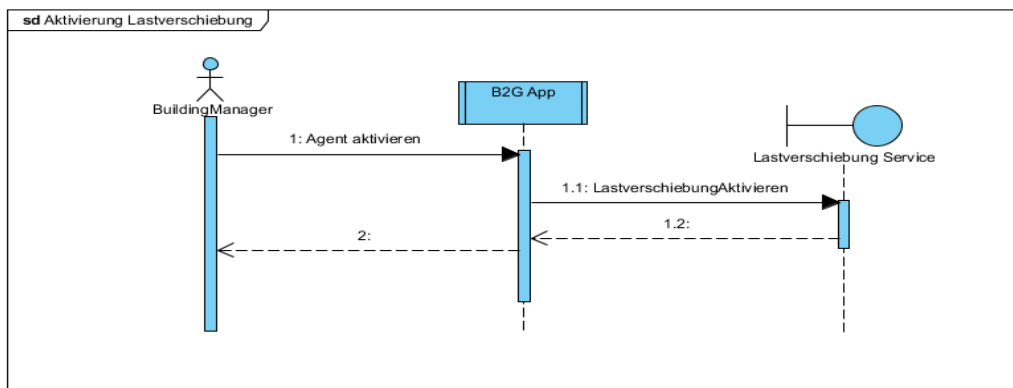
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



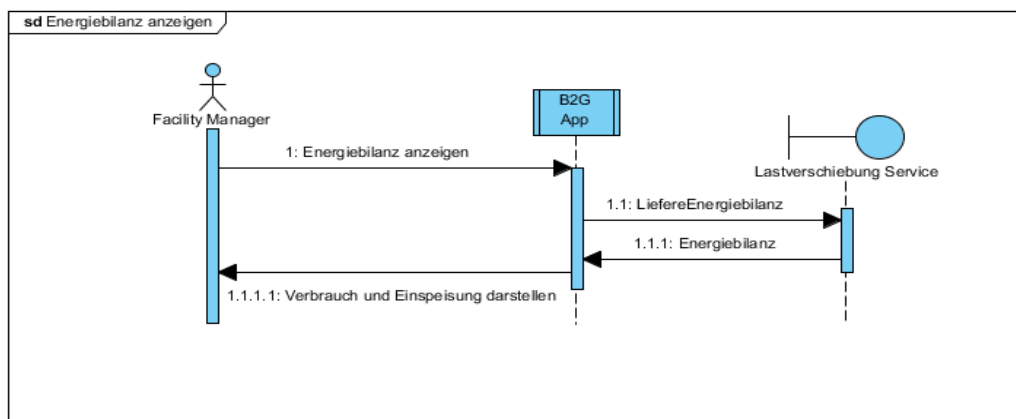
Klassendiagramm 7 Tarif

## 2.5.3.8 Lastverschiebung Service

Das Lastverschiebung Service soll vom Building-Agent das Lastverschiebepotential zur Verfügung stellen. Der Aggregator kann darauf basierend eine Day-Ahead Planung durchführen und ein Lastprofil vorgeben bzw. das Verschiebepotential beliebig vorgeben. Bei einer Überlastung des Stromnetzes kann der Aggregator ein Lastabwurf-Signal schicken. Erhält der Building Agent dieses Signal, wird die Leistung so stark wie möglich reduziert (siehe Sequenzdiagramm 9, Sequenzdiagramm 10, Sequenzdiagramm 11, Sequenzdiagramm 12 und Klassendiagramm 8).



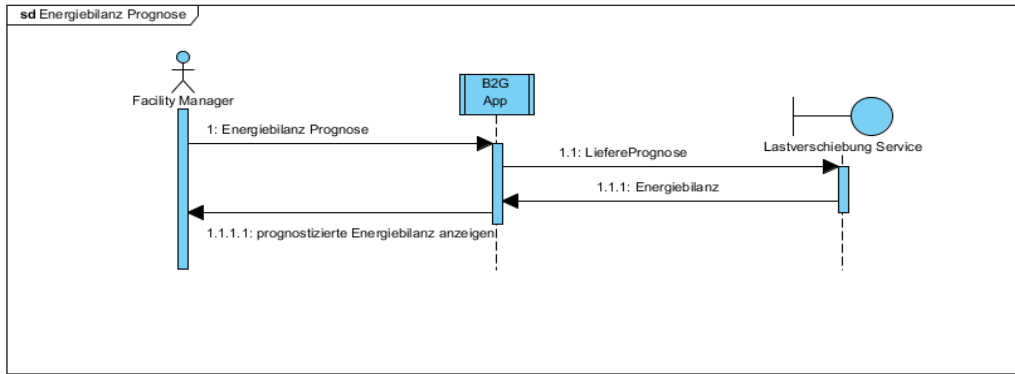
Sequenzdiagramm 9: Lastverschiebung aktivieren



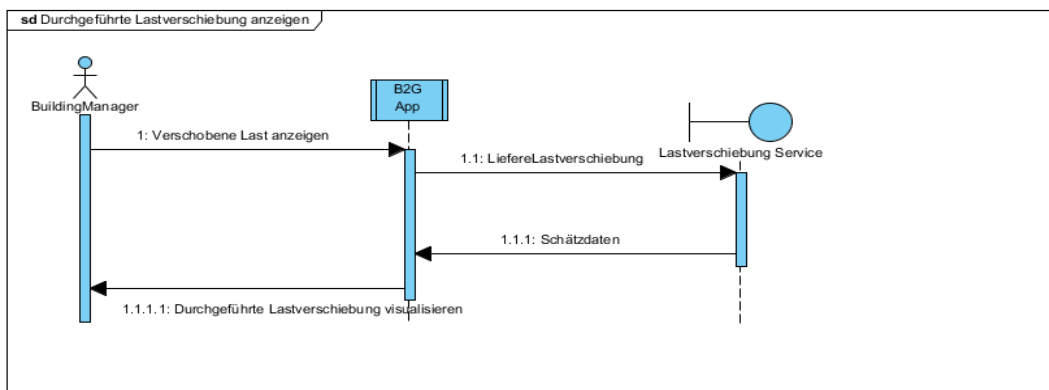
Sequenzdiagramm 10: Energiebilanz anzeigen

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

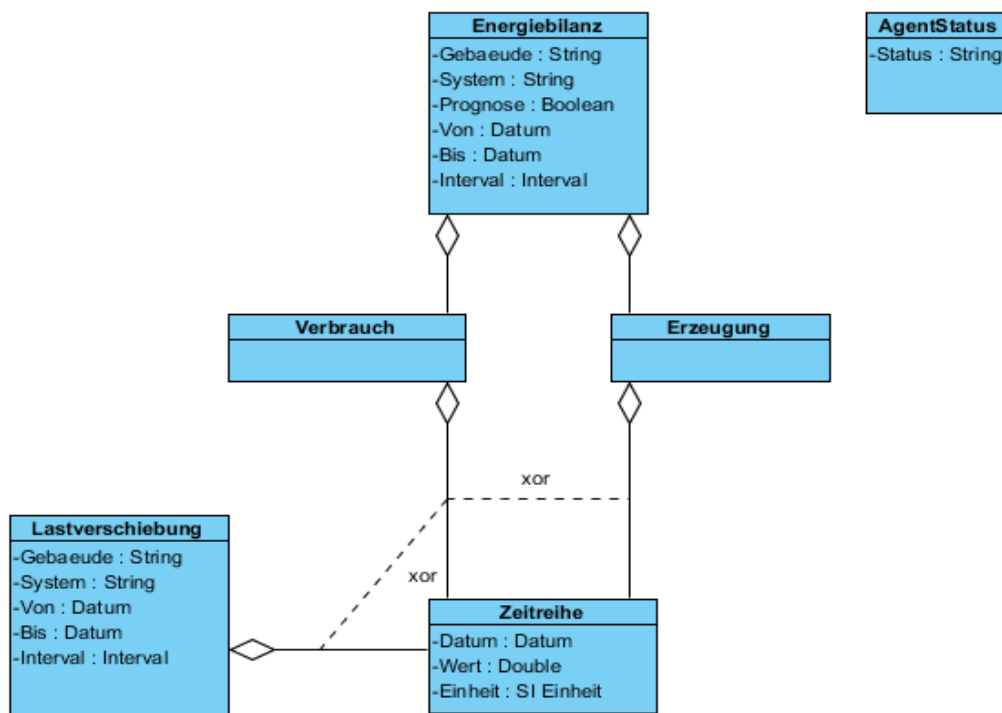
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Sequenzdiagramm 11 Energiebilanz Prognose



Sequenzdiagramm 12 Lastverschiebung



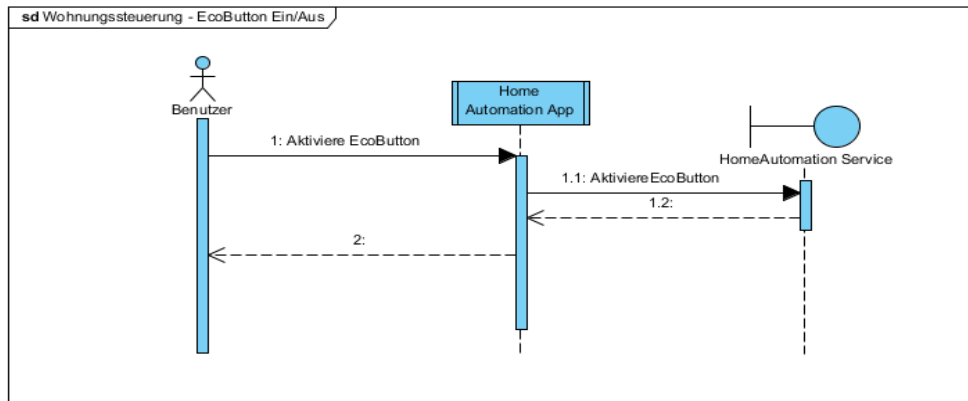
Klassendiagramm 8 Lastverschiebung

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

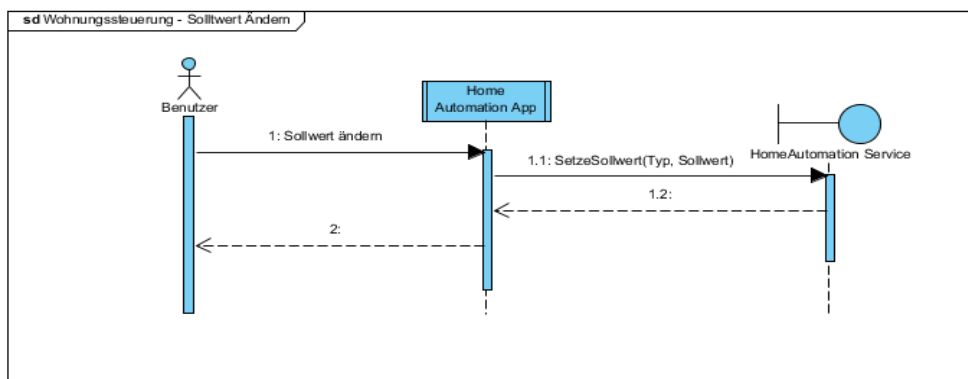
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

## 2.5.3.9 Home Automation Service

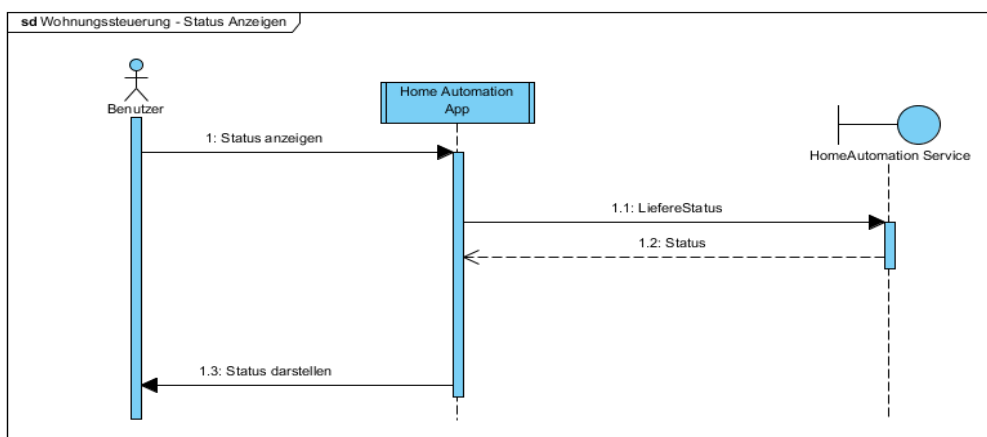
Das Home Automation Service ermöglicht die Interaktion eines Bewohners mit der Gebäudeautomation (siehe Sequenzdiagramm 13, Sequenzdiagramm 14, Sequenzdiagramm 15 und Klassendiagramm 9).



Sequenzdiagramm 13: Aktiviere EcoButton



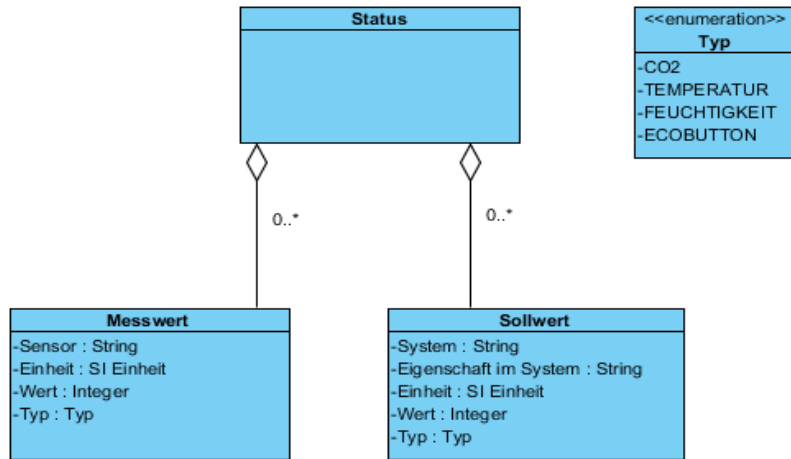
Sequenzdiagramm 14: Sollwert ändern



Sequenzdiagramm 15: Status anzeigen

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

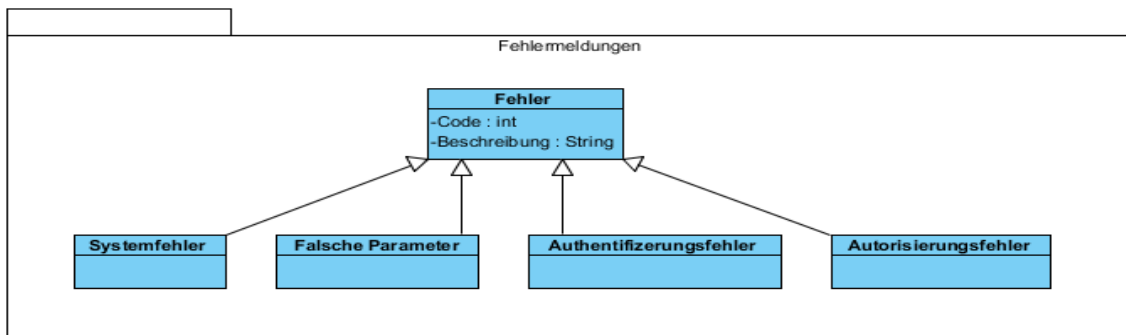
Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Klassendiagramm 9 Home Automation

## 2.5.3.10 Fehlernachrichten

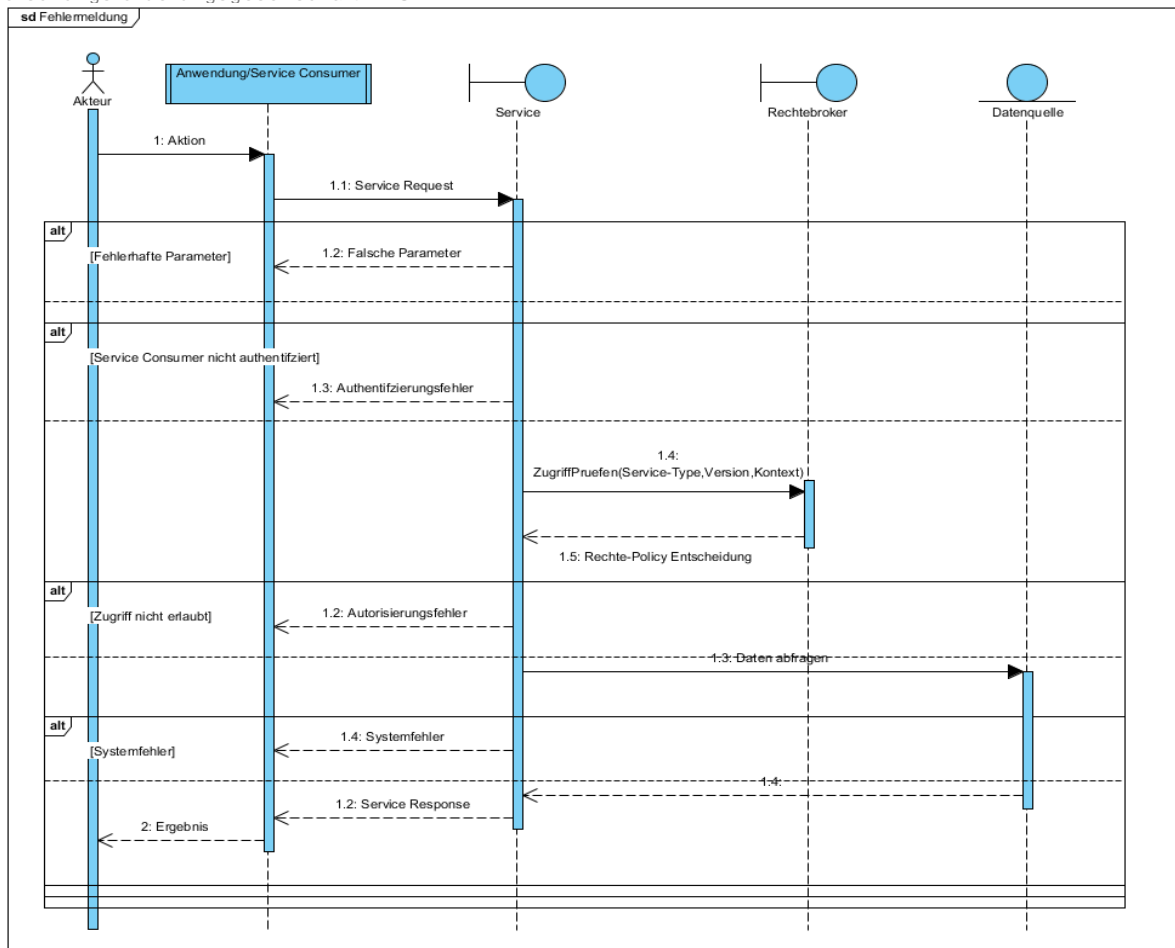
Bei dem Aufruf der Services kann es zu diversen Fehlersituation kommen. Diese können entweder durch unerwartete Systemfehler (z. B. Ausfall von Datenquellen oder Hardware), bzw. durch falsche Verwendung (z. B. falsche Parameter) oder durch fehlende Authentifizierung oder Autorisierung auftreten. Folgendes generisches Beispiel zeigt die möglichen Fehlerursachen (siehe Sequenzdiagramm 16 und Klassendiagramm 10).



Klassendiagramm 10: Fehlernachrichten

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Sequenzdiagramm 16: Fehlermeldung

## 2.5.4 Nicht-funktionale Anforderungen

Im Rahmen der technischen Anforderungsanalyse wurden ebenfalls die nicht-funktionalen Anforderungen festgehalten. Diese sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Nicht-funktionale Anforderung		
<b>Security</b>	Authentifizierung	X.509 Zertifikate <sup>22</sup> Public-Key-Infrastruktur (PKI) <sup>23</sup> zur Systemauthentifizierung
	Verschlüsselung	WS-Security oder HTTPs bei Service Schnittstellen
<b>Performance</b>	Reaktionszeit	
<b>Skalierbarkeit</b>	Datenbank und Serverkomponente	Die Skalierbarkeit von Datenbanken und Server Komponenten muss hinsichtlich den Anforderungen des Smart Grid erfüllt werden.
	Verfügbarkeit	Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit der Services muss gewährleistet sein.
<b>Privacy und Datenschutz</b>	Zugriffskontrollrichtlinien	Privatsphäre der Kunden muss bei der Smart Web Grid Architektur berücksichtigt werden.

<sup>22</sup> RFC 4158 <http://tools.ietf.org/html/rfc4158> abgerufen: 16.4.2014

<sup>23</sup> The Open-source PKI Book <http://ospkibook.sourceforge.net> abgerufen: 16.4.2014

### 2.5.5 Existierende Technologien und Standards

Die technische Anforderungsanalyse hat ebenfalls bereits existierende Standards und Technologien im Umfeld von Smart Grids analysiert. Eine Vielzahl von Technologien, Standards und Systemen existieren bereits im Umfeld von Smart Grids. Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über Technologien, die zum Einsatz kommen könnten. Im weiteren Projektverlauf wurden jedoch noch weitere relevante Standards und Technologien identifiziert.

#### 2.5.5.1 Common Information Model (IEC 61970)

CIM ist ein IEC Standard [22], der es erlaubt, Anwendungssoftware Information mittels eines standardisierten Informationsmodells auszutauschen. Der Schwerpunkt liegt auf der Konfiguration und dem Status eines elektrischen Netzwerks. CIM wurde von diversen Smart Grid Working Groups als wichtiger Basisstandard für Smart Grids identifiziert<sup>24</sup>.

CIM besteht aus folgenden Teilen:

- Richtlinien und allgemeine Anforderungen
- Glossar
- Common Information Model
- Component Interface Specification
- CIS Technologie Mapping

CIM-Anwendungen basieren auf Komponenten. CIM verwendet zur Modellierung Unified Modeling Language (UML)<sup>25</sup>. Mithilfe des Technologiemappings können aber Designartefakte in XML oder Resource Description Framework (RDF)<sup>26</sup> erzeugt werden.

#### 2.5.5.2 Open Automated Demand Response

OpenADR<sup>27</sup> ist ein offener Standard für Smart Grids entwickelt am Lawrence Berkeley National Laboratory. OpenADR ist ein Teil der Smart Grid Informations- und Kommunikationstechnologien und wurde entwickelt, um die Erzeugung und den Verbrauch von Strom zu optimieren. OpenADR stellt ein interoperables Datenmodell zur Verfügung, um Signalisierungssysteme, Demand Response Server und Clients zu realisieren. Als Interface Technologie werden Web Services basierend auf SOAP, REST<sup>28</sup> oder BACnet/WS spezifiziert.

#### 2.5.5.3 OASIS Energy Market Information Exchange (EMIX)

EMIX<sup>29</sup> definiert ein Informationsmodell für den Austausch von Preis- und Produktinformationen für Strom und Energiemärkte [8]. Mithilfe von XML Schema Dokumenten wird das Informationsmodell spezifiziert.

<sup>24</sup><http://www.iec.ch/smartgrid/standards/> abgerufen: 16.4.2014

<sup>25</sup>UML <http://www.uml.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>26</sup> RDF <http://www.w3.org/RDF/> abgerufen: 16.4.2014

<sup>27</sup> openADR Alliance <http://www.openadr.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>28</sup> Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures  
[http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding\\_dissertation.pdf](http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf) abgerufen 16.4.2014

<sup>29</sup> eMIX <https://www.oasis-open.org/committees/emix/> abgerufen: 16.4.2014



## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

### 2.5.5.4 OASIS Energy Interoperation

Energy Interoperation beschreibt ein Informations- und Kommunikationsmodell für die Nutzung von Energie. Service Definitionen folgen dem OASIS SOA Referenz Modell [35]. Ein XML Vokabular ermöglicht die Interoperabilität und den standardisierten Austausch von:

- Dynamischen Preissignalen
- Ausfallssicherheitssignalen
- Notfallsignalen
- Kommunikation von Marktinformationen
- Lastvorhersage und Erzeuger-Information

### 2.5.5.5 open Home Area Network (OpenHAN)

OpenHAN [43] definiert Richtlinien, Use Cases und plattformunabhängige Anforderungen für die Utility Advanced Metering Infrastructure.

### 2.5.5.6 SOAP-basierte Web Services2

SOAP-basierte Service verwenden für den Nachrichtenaustausch das SOAP Protokoll und können über ein beliebiges Transportprotokoll (HTTP, SMTP<sup>30</sup>, JMS<sup>31</sup>, etc.) versendet werden. Mithilfe der WSDL können die vom Service zur Verfügung gestellten Operationen und Nachrichten maschinenlesbar definiert werden. Dies ermöglicht eine einfache automatisierte Erzeugung von Technologie-spezifischen Application Interfaces (APIs) in der jeweiligen Plattform (Java<sup>32</sup>, .NET<sup>33</sup>, php<sup>34</sup>, etc.). Mithilfe der WSDL basierten Interface Spezifikation lassen sich auch SOA basierende Service Registry Konzepte realisieren. Der Einsatz von SOAP und XML ermöglicht eine plattformübergreifende Verwendung von Web Services und gewährt dadurch Interoperabilität. Neben SOAP gibt es auch weitere Web Service Standards (kurz WS-\*), die zusätzliche Aspekte wie Security, Zuverlässigkeit, Transaktionalität, Metadaten austausch usw. ermöglichen. Aufgrund der Vielzahl der Standards und Funktionalität haben SOAP-basierte Web Services eine höhere Komplexität im Vergleich zu REST-basierenden Web Services.

### 2.5.5.7 REST Web Services

Representational State Transfer (REST) Web Services verfolgen einen Ressourcen-orientierten Ansatz und bauen direkt auf HTTP auf. Eine eingeschränkte Funktionalität des HTTP Protokolls wird verwendet, um Ressourcen abzufragen bzw. zu verändern.

### 2.5.5.8 Authentifizierung und Autorisierung

Für Web Services gibt es einige relevante Standards in Bezug auf Authentifizierung und Autorisierung. Diese sind vor allem für die Entwicklung eines Rechtebrokers relevant.

---

<sup>30</sup> SMTP – Simple Mail Transfer Protocol <http://tools.ietf.org/html/rfc5321> abgerufen: 16.4.2014

<sup>31</sup> JMS – Java Message Service <http://java.net/projects/jms-spec/pages/Home> abgerufen: 16.4.2014

<sup>32</sup> Java <http://www.java.com/> abgerufen: 16.4.2014

<sup>33</sup> .NET <http://www.microsoft.com/net> abgerufen: 16.4.2014

<sup>34</sup> Php Hypertext Preprocessor <http://www.php.net> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

### 2.5.5.9 OpenID

OpenID<sup>35</sup> ist ein offener Standard für ein dezentrales Authentifizierungssystem. Ein Benutzer kann sich einen Account bei einem OpenID Provider anlegen und diesen für andere Web Dienste verwenden.

### 2.5.5.10 OAuth

OAuth<sup>36</sup> ist ein offenes Protokoll, das eine sichere API Autorisierung ermöglicht. Es kann sowohl für Web Anwendungen als auch für Server-seitige APIs, die über Web Services angeboten werden realisiert werden.

### 2.5.5.11 Security Assertion Markup Language (SAML)

SAML [5] kann für die Umsetzung von Single Sign-On, Federated Identity oder für Security Aspekte im Umfeld von Web Services eingesetzt werden.

### 2.5.5.12 Extensible Access Control Markup Language (XACML)

XACML [40] ermöglicht die Definition von Zugriffspolicies und auch die notwendige Interaktion, um festzustellen, ob der Zugriff für eine Ressource gewährt wird oder nicht. XACML eignet sich im Bereich von Web Services, um den Zugriff einzuschränken.

### 2.5.5.13 OASIS SOA Referenz Modell

Das OASIS SOA Referenz Modell [35] gibt Richtlinien für die Entwicklung von Service Orientierten Architekturen vor.

## 2.6 Konzept und Architekturdesign

In diesem Kapitel soll das Konzept einer entsprechenden IT-Architektur vorgestellt werden, die in der Lage ist, die zuvor aufgestellten Anforderungen zu erfüllen und eine interoperable Lösung anbietet, die durch ihr Design und geeignete flankierende Maßnahmen das Potential für eine weite Verbreitung hat.

Es werden die beiden Kernelemente der SmartWebGrid-Architektur, der SmartWebGrid Core und der Privacy Enforcement Point in IEEE1016 [23] konformen Software Design Descriptions beschrieben. Beide Komponenten sind danach eindeutig spezifiziert. Eine beliebige Implementierung einer der Komponenten sollte mit jeder anderen Implementierung ihres Gegenstückes kompatibel sein. Dies gilt bis zu einem gewissen Grad auch für Unterkomponenten des SmartWebGrid Cores. Da die für den SmartWebGrid Core gestaltete Beschreibung einige Aspekte abdeckt, die für die Applikationen genauso wichtig sind, wurden diese dort allerdings nicht noch einmal dupliziert festgehalten.

Der SmartWebGrid 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. verändern (Policies). Dies

<sup>35</sup>OpenID <http://openid.net/> abgerufen: 16.4.2014

<sup>36</sup>OAuth <http://oauth.net/> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

geschieht im Rahmen einer Serviceorientierten Architektur, deren Fokus auf Security und Privacy liegt. Dazu müssen im SmartWebGrid agierende Dienste Policy Enforcement Points zwingend inkludieren, die mit einem Policy Decision Point (PDP) interagieren. Erst die Freigabe einer Anfrage durch den PDP ermöglicht die Beantwortung derselben. Sehr wichtig ist auch die Möglichkeit für den Besitzer der Daten, die von ihm gewährten Zugriffsmöglichkeiten zu verwalten, d.h., diese jederzeit ab- und widerrufen zu können. Um die Sicherheit des Systems zu garantieren, ist der Betreiber des SmartWebGrid Cores dafür verantwortlich, die Dritten, die Services zur Verfügung stellen, auf deren Zuverlässigkeit zu prüfen.

### 2.6.1 Kontext

Um im Rahmen der technischen Entwicklung von Smart Grids einerseits Security und Privacy zu gewährleisten, andererseits die in diesem Kontext entstehenden Informationen bzw. Daten so nutzen zu können, dass wirtschaftlicher Mehrwert und/oder Imagegewinn für Stakeholder in der Energiewirtschaft möglich sind, muss eine Architektur eingesetzt werden, die einerseits die Nutzung von Daten über die Grenzen der einzelnen Smart-Grid-Anwendungen hinweg auf flexible, erweiterbare und ganzheitliche Weise ermöglicht, während gleichzeitig Security als auch Privacy von vornherein berücksichtigt werden. Es muss also nach den Prinzipien von *Security by Design* und *Privacy by Design* vorgegangen werden, anstatt diese nichtfunktionalen Aspekte lediglich als Add-On zu betrachten.

Dadurch, dass sowohl Security als auch Privacy inhärent im System vorhanden sind, ist es möglich, jeden Aspekt der Architektur offen zu legen, ohne dadurch Angriffsflächen preiszugeben oder die Interessen der Personen, deren Daten innerhalb der Smart-Web-Grid-Architektur verarbeitet werden, zu verletzen bzw. deren Privatsphäre zu kompromittieren. Die gängige, in jederlei Hinsicht inadäquate Praxis der „*Security through Obscurity*“ und ähnliche Ansätze werden dadurch effektiv vermieden.

Diese Offenlegung der Architektur sollte des Weiteren dazu führen, dass das Vertrauen (Trust) der Stakeholder steigt, ihre Daten im Rahmen der Smart-Web-Grid-Architektur verarbeiten zu lassen, da die unabhängige Überprüfung der Architektur auf Security und Privacy so ermöglicht wird. Dies sollte am Ende dazu führen, dass die eingangs erwähnten materiellen beziehungsweise immateriellen Vorteile von allen Beteiligten lukriert werden können.

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

## 2.6.2 Stakeholder

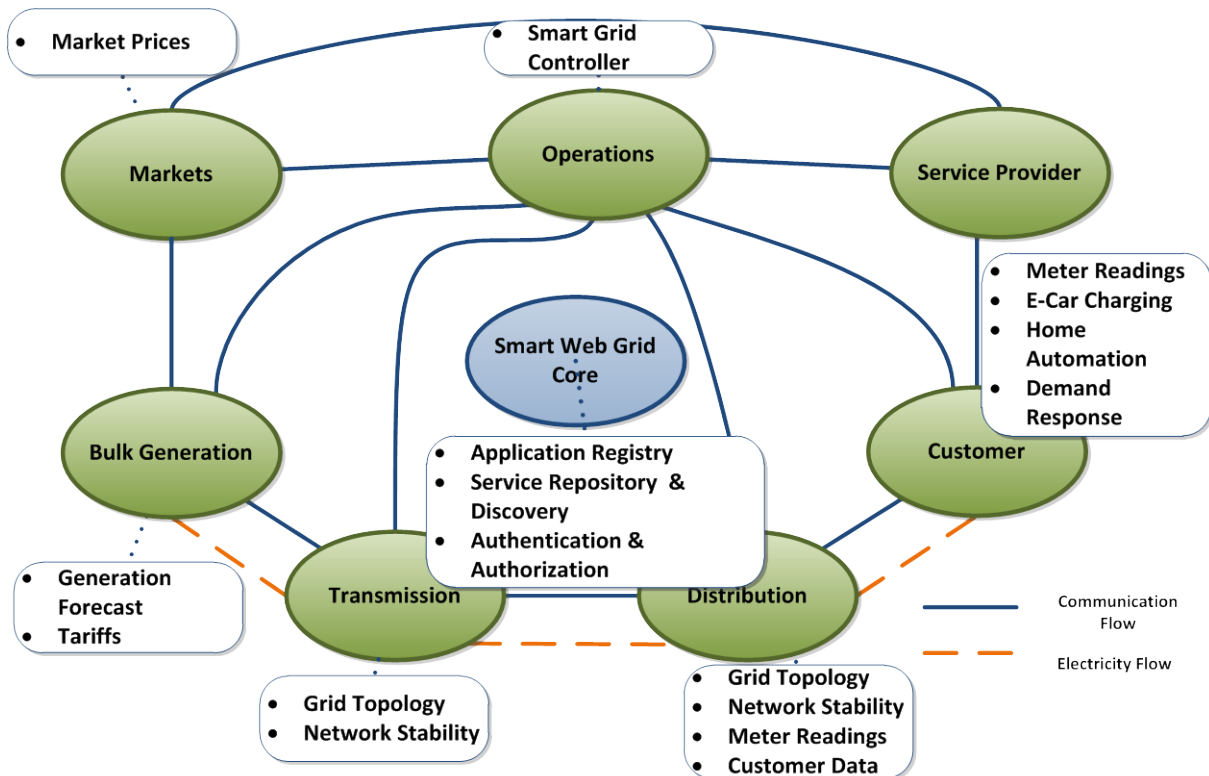


Abbildung 8 SmartWebGrid Core und Smart Grid Stakeholder

Abbildung 8 zeigt eine Übersicht über die Interaktion der Smart Grid Akteure laut *NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards* [42]. SmartWebGrid fügt dieser Übersicht eine Core Infrastruktur hinzu, die im Umfeld vom Smart Grid von mehreren Stakeholdern gemeinsam betrieben bzw. auch mehrmals konkret instanziiert werden kann. Die Stakeholder treten dabei einerseits als Datenquellen und -senken auf bzw. wird es möglich, dass Drittanbieter Dienste basierend auf diesen Daten anbieten. Der Core stellt dabei die notwendigen Dienste zur Verfügung, um eine Serviceorientierte Architektur basierend auf Web Services zu ermöglichen, welche einerseits das Anbieten von Applikationen vereinfacht aber zusätzlich auch Sicherheit und Datenschutz gewährleistet und somit den Privacy-Anforderungen von Endkunden entspricht.

### 2.6.2.1 Energiekunden

Da die Netzbetreiber mittlerweile zumindest die Stromverbrauchsdaten, die auf Grund von Smart Metern gesammelt werden können, verfügbar machen werden müssen, stellen Energiekunden einen großen Teil der zukünftigen Anwender der SmartWebGrid-Architektur dar.

### 2.6.2.2 Netzbetreiber

Sind dazu verpflichtet, zumindest die Energiedaten ihrer Kunden in Zukunft maschinenlesbar zur Verfügung zu stellen.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

### 2.6.2.3 Energielieferant

Kann über eine standardisierte IKT Lösung seinen Kunden und potenziellen Neukunden zusätzliche Services anbieten.

### 2.6.2.4 Multi-Utilities

Sind zum einen Netzbetreiber, zum anderen oft auch IKT-Betreiber und können mit der SmartWebGrid-Architektur Synergien nutzen.

### 2.6.2.5 Drittanbieter

Können die durch die SmartWebGrid-Architektur zur Verfügung gestellten Möglichkeiten nutzen, um Services anzubieten.

## 2.6.3 Technologiealternativen

Für die Umsetzung einer Serviceorientierten Architektur (SOA) im Smart Grid stehen mehrere Technologien und alternative Architekturansätze zur Verfügung. Tabelle 4 fasst diese zusammen und hebt den Ansatz hervor (farblich hinterlegt) der für die Umsetzung der SmartWebGrid SOA gewählt wurde. Die einzelnen Architekturentscheidungen und Alternativen werden nachfolgend noch näher erläutert.

Architekturelle Entscheidung	Alternativen			
Datenhaltung	Zentral	Dezentral		
Web Service Technologie	SOAP	RESTful	CoRE <sup>37</sup>	
Service Repository	UDDI <sup>38</sup>	ebXML <sup>39</sup>	DNS-SD	Eigenentwicklung
Applikations-Plattform	Web Applikation	Rich Client Plattform	Native Mobile App	
System Authentifizierung	X.509 Zertifikat	Username/ Password	Transport Level (z. B. IP-Adresse)	Token
User Authentifizierung	X.509 Zertifikat	Username/ Password	Transport Level	Token
Verteilung der Authentifizierungslogik	Zentralisiert	Federated	Dezentral	
Autorisierungstechnologie	XACML	EPAL	Proprietär	
Evaluierung der Zugriffspolicies	Zentral	Dezentral		
Administration der Zugriffspolicies	Statisch	Bei Datenzugriff		
Core Plattform	.NET (Cloud)	Java EE <sup>40</sup> (Cloud)	C	Andere

Tabelle 4 Technologiealternativen

<sup>37</sup> CoRE – Constrained RESTful Environments, RFC 6690 <http://tools.ietf.org/html/rfc6690> abgerufen: 16.4.2014

<sup>38</sup> UDDI – Universal Description, Discovery, and Integration <http://uddi.xml.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>39</sup> ebXML – Electronic Business Using XML <http://ebxml.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>40</sup> Java EE – Java Platform, Enterprise Edition <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

### 2.6.3.1 Datenhaltung

SmartWebGrid soll als Informationsplattform für Smart Grids dienen und den Datenaustausch zwischen verschiedenen Datenquellen- und -senken ermöglichen. Die Entscheidung die hier getroffen wird, ist, ob die Daten *zentral* oder *dezentral* zur Verfügung gestellt werden. Bei einem zentralen Ansatz werden sämtliche Daten in einer zentralen Datenbank gesammelt, die dann als globale Datenquelle dient. Plattformen wie z. B. Cosm<sup>41</sup> oder Google Power Meter verfolgen bzw. verfolgten diesen Ansatz. Bei einem dezentralen Ansatz bleiben die Daten so dezentral wie möglich und Web-Service-Schnittstellen ermöglichen den Zugriff auf diese Daten.

### 2.6.3.2 Web-Service-Technologie

Web Services stellen eine mögliche Form der Maschinen-zu-Maschinen (engl. Machine-to-Machine, M2M) Kommunikation dar. Im Kontrast zu anderen Kommunikationstechnologien (wie z. B. CORBA, Distributed Object Middlewares, etc.) bieten sie Interoperabilität. Web Services erlauben es, eine Serviceorientierte Architektur umzusetzen, welche Services anbietet, die lose gekoppelt, grob granular, unabhängig und eigenständig eine gewisse Funktionalität anbieten. Durch den Einsatz eines Service Repositories können Anbieter von Services diese komfortabel zur Verfügung stellen. Bei Web Services können entweder SOAP Web Services und der dazugehörige WS-\* Stack eingesetzt werden oder RESTful Web Services bzw. Web Services für Constrained Restful Environments (CoRE) eingesetzt werden. Web Services setzen auf weitverbreitete Standards, wie XML, XML Schema und http, was wiederum Interoperabilität für die meisten Plattformen gewährleistet.

### 2.6.3.3 Service Repository

Für die Realisierung eines Service Repositories gibt es im Umfeld von Web Services die Standards UDDI<sup>42</sup> oder ebXML<sup>43</sup>. Für RESTful Ansätze kann auch DNS-SD<sup>44</sup> eingesetzt werden. Ebenfalls relevant ist WS-Discovery, das vor allem ein lokales Discovery von Services ermöglicht. Für SmartWebGrid wird die Implementierung eines eigenen Service Repositories angestrebt, das speziell für die Anforderungen im SmartWebGrid-Umfeld ausgelegt ist. Der Mechanismus ist dabei an WS-Discovery angelehnt, beinhaltet aber auch einen Fokus auf den Dateneigentümer, für welchen Applikationen erstellt werden.

### 2.6.3.4 Applikationsplattform - Core

Für die Umsetzung des Cores bzw. der jeweiligen Komponenten können aufgrund der Interoperabilität von Web Services unterschiedliche Plattformen herangezogen werden.

### 2.6.3.5 Systemauthentifizierung

Die Systemauthentifizierung betrifft die M2M-Kommunikation und wie sich die involvierten Computer bei der Gegenstelle eindeutig authentifizieren. Für die Authentifizierung stehen im Wesentlichen folgende Maßnahmen zur Verfügung:

- Username und Passwort

<sup>41</sup> <http://www.cosm.com> abgerufen: 16.4.2014

<sup>42</sup> [http://uddi.org/pubs/uddi\\_v3.htm](http://uddi.org/pubs/uddi_v3.htm) abgerufen: 16.4.2014

<sup>43</sup> <http://docs.oasis-open.org/regrep/regrep-core/v4.0/os/regrep-core-overview-v4.0-os.html> abgerufen: 16.4.2014

<sup>44</sup> <http://www.ietf.org/id/draft-cheshire-dnsext-dns-sd-11.txt> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- Transport Level (z. B. IP-Adresse)
- Symmetrische Verfahrene
- Asymmetrische Verfahren

Für die Systemauthentifizierung im SmartWebGrid wird auf Public-Key-Technologien gesetzt, da diese den bestmöglichen Schutz bieten und das Problem des Schlüsseltausches elegant umgehen. Zusätzlich tritt der SmartWebGrid Core als Certification Authority auf und signiert die eingesetzten Zertifikate. Ein SmartWebGrid Core agiert somit als zentrale Trusted Identity.

### 2.6.3.5.1 Shared Key vs. Public/Private Key

Bei Verschlüsselung kann zwischen Shared-Key- bzw. Public-Key-Technologien unterschieden werden. Die vier zentralen Security-Anforderungen Confidentiality, Integrity, Non-Repudiation und Authenticity können mithilfe von Shared- bzw. Public-Key-Technologien gewährleistet werden. Shared-Key-Technologien setzen einen Schlüssel für das Ver- und Entschlüsseln von Daten ein. Herausforderung bei diesen Technologien ist der Schlüsseltausch. Haupteinsatzgebiet für Shared-Key-Technologien ist die Gewährleistung von Confidentiality durch das Verschlüsseln von sensiblen Daten. Für die Authentifizierung können sie auch eingesetzt werden (z. B. Password oder Kerberos<sup>45</sup> Ticket). Populäre Verschlüsselungsmechanismen in diesem Bereich sind DES<sup>46</sup>, 3DES<sup>47</sup> bzw. AES<sup>48</sup>.

Für Integrity, Non-Repudiation und Authenticity werden jedoch hauptsächlich Public-Key-Technologien eingesetzt. Diese basieren auf einem Schlüsselpaar bestehend aus einem öffentlichen und privaten Schlüssel. Der öffentliche Schlüssel wird an die Kommunikationspartner weitergegeben und der private Schlüssel wird eingesetzt, um symmetrische Schlüssel für das Verschlüsseln auszutauschen bzw. um Signaturen zu verschlüsseln. Asymmetrische Verschlüsselung ist sehr ressourcenintensiv, wodurch Public-Key-Technologien meist mit Shared-Key-Technologien kombiniert werden. Das Signieren von Daten kombiniert Hash Algorithmen (z. B. MD5<sup>49</sup>, SHA1<sup>50</sup>) mit asymmetrischen Verschlüsselungsalgorithmen (z. B. RSA<sup>51</sup>, DSA<sup>52</sup>). Der öffentliche Schlüssel wird in Form von Zertifikaten mit zusätzlichen Informationen des Besitzers ausgetauscht. Ein etablierter Standard für die Darstellung von Zertifikaten ist X.509v3.

### 2.6.3.5.2 PKI vs. Web of Trust

Eine Public Key Infrastructure (PKI) besteht aus einer Certification Authority (CA), die Zertifikate ausstellt. Sämtliche Kommunikationspartner, die den öffentlichen Schlüssel der CA kennen, können somit auch Kommunikationspartnern vertrauen, die ein Zertifikat

<sup>45</sup> Kerberos Consortium <http://www.kerberos.org> abgerufen: 16.4.2014

<sup>46</sup> DES Data Encryption Standard <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips46-3/fips46-3.pdf> abgerufen: 16.4.2014

<sup>47</sup> TDES – ISO/IEC 18033-3:2010 [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.html?csnumber=54531](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.html?csnumber=54531) abgerufen: 16.4.2014

<sup>48</sup> AES – Advanced Encryption Standard <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips197/fips-197.pdf> abgerufen: 16.4.2014

<sup>49</sup> MD5 <http://www.ietf.org/rfc/rfc1321.txt> abgerufen: 16.4.2014

<sup>50</sup> SHA1 <http://tools.ietf.org/html/rfc3174> abgerufen: 16.4.2014

<sup>51</sup> RSA <http://people.csail.mit.edu/rivest/Rsapaper.pdf> abgerufen: 16.4.2014

<sup>52</sup> DSA <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.186-4.pdf> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

besitzen, das von der CA signiert wurde. Neben der zentralen CA (Root CA) können noch weitere Sub-CAs agieren, die ebenfalls Zertifikate ausstellen und signieren. Durch diese Verkettung entsteht eine „Chain of Trust“, die bis zum Root-Zertifikat reicht. Vorteile einer PKI sind der hohe Level an Trust, der im System vorherrscht, und die unkomplizierte Art, wie dieser rasch zwischen allen Teilnehmern hergestellt wird. Nachteile sind die Verwaltung und die zentrale Rolle, die in verteilten Systemen unter Umständen schwierig umzusetzen ist. Alternativ gibt es noch das Konzept des „Web of Trust“, bei dem sich mehrere Kommunikationspartner gegenseitig das Zertifikat signieren. Dies ermöglicht einen höheren Level an Trust in Systemen, die ohne zentrale CA auskommen, erhöht aber auch den Aufwand, um Trust zwischen allen Teilnehmern herzustellen.

### 2.6.3.6 Benutzerauthentifizierung

Für die Benutzerauthentifizierung stehen die gleichen Alternativen, wie bei der Systemauthentifizierung zur Verfügung. Aufgrund der Usability wird Benutzername und Passwort eingesetzt.

### 2.6.3.7 Verteilung der Authentifizierungslogik

Die Authentifizierung einer Entität erfolgt innerhalb einer Security-Domäne. Für Single-Sign-On-Lösungen wird ein Identity Provider als zentrale Authentifizierungsinstanz eingerichtet und von sämtlichen Service Providern (Applikationen), typischerweise innerhalb eines Unternehmens, anerkannt (vgl. Abbildung 9).

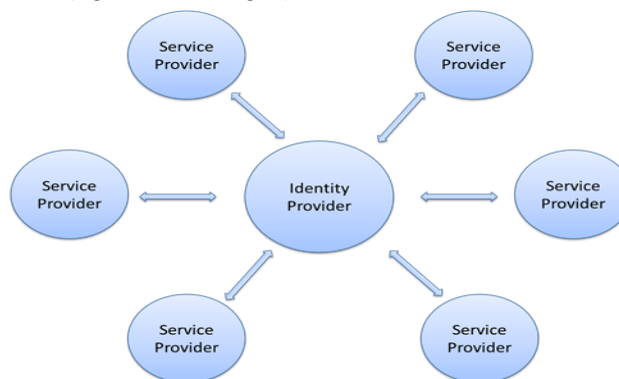


Abbildung 9 Federation of Service Providers with one Identity Provider(1)

Bei Cross-Domain Federations, d.h., Zusammenschlüssen von mehreren Unternehmen, können mehrere Identity Provider im Einsatz sein und authentifizierte Entitäten wechselseitig von den unterschiedlichen Domänen anerkannt werden (vgl. Abbildung 10).



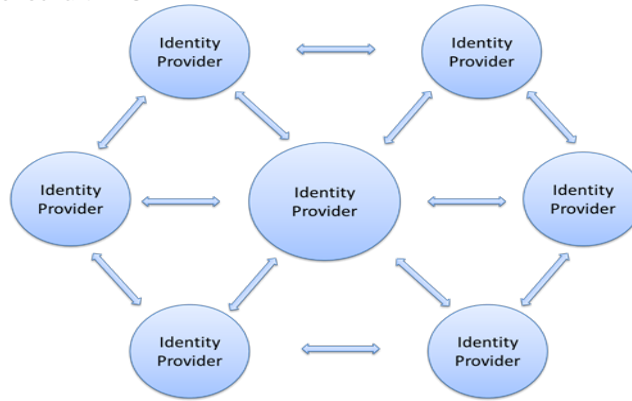


Abbildung 10 Federation of cross-domain Identity Providers [35]

Für SmartWebGrid dient der Core als zentrale Authentifizierungsinstanz.

### 2.6.3.8 Autorisierungstechnologie

Die Autorisierungstechnologie bestimmt wie Zugriffsrichtlinien abgelegt bzw. evaluiert werden. Technologien in diesem Umfeld sind die Enterprise Privacy Authorization Language (EPAL)<sup>53</sup> bzw. die eXtensible Access Control Markup Language (XACML). EPAL wurde von IBM entwickelt und befindet sich noch in Standardisierung. XACML ist ein OASIS-Standard und funktional mächtiger als EPAL. XACML wird innerhalb von SmartWebGrid eingesetzt, da es einen größeren Funktionsumfang als EPAL bietet [35]. XACML ist einerseits eine Sprache zur Erstellung von Zugriffspolicies bzw. wird auch eine Referenzarchitektur und der Datenfluss vorgegeben. Die Kernkomponenten der XACML-Architektur - dargestellt in Abbildung 11 - sind der Policy Enforcement Point (PEP), der Context Handler, der Policy Decision Point (PDP), der Policy Information Point (PIP) und der Policy Administration Point (PAP).

**Policy Enforcement Point** - Diese Komponente ist für die Umsetzung der Zugriffspolicies bei der Datenquelle/dem Service Provider zuständig. Sie verarbeitet domänenspezifische Anfragen und wandelt diese in XACML-konforme Entscheidungsrequests um.

**Policy Decision Point** - Der PDP ist für die Evaluierung der Policies zuständig. Er nimmt die XACML-konformen Entscheidungsanfragen entgegen und prüft sämtliche Policies. Die Entscheidung, die an den PEP zurück geschickt wird, ist dann entweder *Permit*, *Deny* oder *Not Applicable*.

**Policy Administration Point** - Mithilfe des PAPs werden XACML Policies erstellt und in einem Policy Store dem PDP zur Verfügung gestellt.

<sup>53</sup> EPAL <http://www.w3.org/Submission/2003/SUBM-EPAL-20031110> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

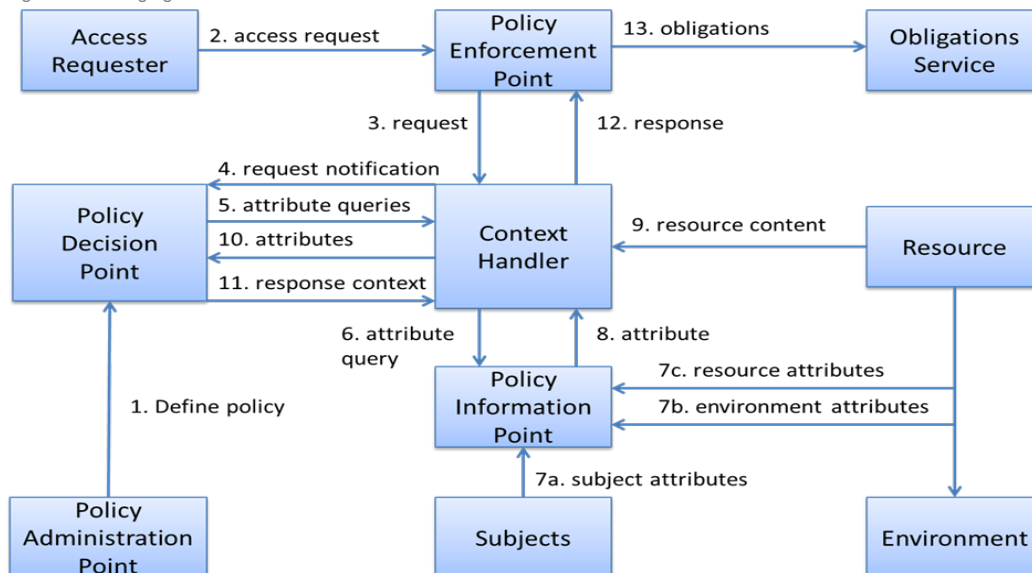


Abbildung 11 XACML-Architektur

### 2.6.3.9 Evaluierung der Zugriffsrichtlinien

Für die Evaluierung der Zugriffsrichtlinien können diese entweder zentral gehalten werden oder über die Stakeholder verteilt bzw. bei jedem Stakeholder vor Ort ein Policy Store mit einem Policy Decision Point eingesetzt werden. Die Evaluierung der Policies erfolgt zentral am SmartWebGrid Core.

### 2.6.3.10 Administration der Zugriffsrichtlinien

Die Zugriffsrichtlinien können statisch konfiguriert oder On-Demand beim Zugriff administriert werden. Die SmartWebGrid-Architektur sieht vor, dass ein Dateneigentümer beides durchführen kann, d.h., für Applikationen können die Zugriffe auf Daten statisch administriert werden, aber auch im Rahmen des Web Single-Sign-On (SSO) festgelegt werden.

Bei der Umsetzung der Core-Plattform stehen mehrere alternative Plattfortmtechnologien zur Verfügung. Für die Erstellung kommt im Wesentlichen die .NET bzw. die Java-Plattform in Frage, da diese entsprechende Stacks für Web Services und Web-Anwendungen zur Verfügung stellen. Security- und zugriffskontrollspezifische Technologien (SAML und XACML) stehen ebenfalls in beiden Plattformen zur Verfügung. Als weitere Alternative stehen noch systemnahe Programmiersprachen bzw. Plattformen (C bzw. C++) zur Verfügung. Diese ermöglichen zwar eine höhere Performance, erfordern aber einen höheren Software-Engineering-Aufwand bzw. sind sie für den Einsatz bei Web-Anwendungen bzw. serverseitigen Implementierungen aufgrund fehlender Stack-Implementierungen nicht so gut geeignet. Um hohe Verfügbarkeit und Skalierbarkeit zu gewährleisten, können diese Plattformen auch mithilfe von Cloud Computing realisiert werden. Cloud Computing basiert unter anderem auf Technologien, wie z. B. Virtualisierung, Web Services und verteilten Datenbanken, wodurch Ressourcen bei Bedarf zugeschaltet werden können (Infrastructure as a Service) bzw. die Skalierbarkeit von Anwendungen durch die zur Verfügung gestellte Plattform (Plattform as a Service) gewährleistet wird. Laut NIST<sup>54</sup> setzt sich Cloud

<sup>54</sup> Definition of Cloud Computing <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> abgerufen: 16.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Computing aus fünf essentiellen Charakteristika zusammen, drei Service-Modellen und vier Deployment-Modellen. Die essentiellen Charakteristika sind on-demand self-service, broad network access, resource pooling, rapid elasticity und measured service. Folgende Service-Modelle stehen zur Verfügung:

- **Software as a Service (SaaS):** Die Applikationen eines Kunden (z. B. Netzbetreiber) werden beim Cloud Computing Provider betrieben. Der Kunde hat keinen direkten Einfluss auf die Applikation und ist User einer Standardlösung. Beispiele für SaaS-Service-Modelle sind z. B. Enterprise Resource Planning (ERP) und Customer Relationship Management (CRM) Applikationen von Salesforce<sup>55</sup> bzw. die Office Lösungen von Google und Microsoft.
- **Platform as a Service (PaaS):** Bei diesem Modell hat der Kunde vollständige Kontrolle und kann die Applikationen basierend auf einer zur Verfügung gestellten Plattform (Programmiersprache, Bibliotheken, APIs) entwickeln. Der Kunde hat vollständige Kontrolle über die Applikation, muss sich aber nicht um die darunterliegende Infrastruktur kümmern. Beispiel für das PaaS Modell sind Google App Engine<sup>56</sup>, Microsoft Azure<sup>57</sup>, AppScale<sup>58</sup> und WSO2 Stratos<sup>59</sup>.
- **Infrastructure as a Service (IaaS):** Bei IaaS mietet der Kunde Infrastruktur vom Cloud Computing Provider und muss sich selbst um Betriebssystem, Datenbankssysteme und Kommunikationsmiddleware kümmern. Ein bekanntes Beispiel für IaaS sind Amazon Web Services<sup>60</sup> bzw. Open Source Frameworks wie z. B. OpenNebula<sup>61</sup> und Eucalyptus<sup>62</sup>.

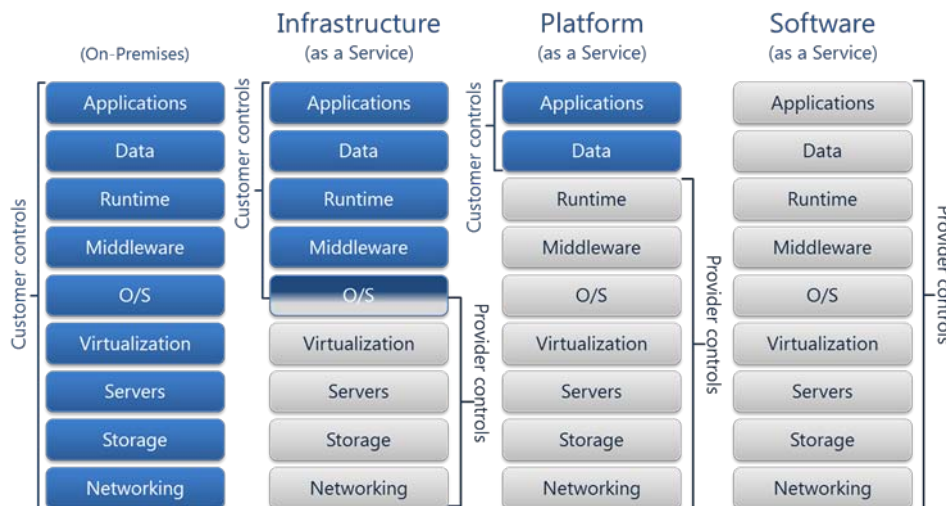


Abbildung 12 Cloud delivery models [Source: Microsoft Big Days 2011]

Folgende Deployment-Modelle stehen zur Verfügung:

<sup>55</sup><http://www.salesforce.com>

<sup>56</sup><http://code.google.com/intl/us-EN/appengine/>

<sup>57</sup><http://www.microsoft.com/windowsazure/>

<sup>58</sup><http://appscale.cs.ucsb.edu/>

<sup>59</sup><http://wso2.com/cloud/stratos/>

<sup>60</sup><http://aws.amazon.com/>

<sup>61</sup><http://opennebula.org>

<sup>62</sup><http://www.eucalyptus.com/>

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

- **Private Cloud:** Die Cloud Computing Infrastruktur wird innerhalb einer Organisation (z. B.: Netzbetreiber) betrieben. Kunden sind typischerweise interne Abteilungen, die sich die Ressourcen teilen. Diese Lösung ist ähnlich zu bestehenden Servervirtualisierungen, die in den meisten Rechenzentren vorherrschen.
- **Community Cloud:** Mehrere Organisationen betreiben gemeinsam eine Cloud-Infrastruktur.
- **Public Cloud:** Hier gibt es einen öffentlichen Anbieter von Cloud-Computing-Ressourcen.
- **Hybrid Cloud:** Hierbei handelt es sich um eine Mixtur aus den zuvor vorgestellten Typen. Zum Beispiel kann eine Private Cloud mit einer Public oder Community Cloud kombiniert werden.

Für die Umsetzung der Core-Plattform bietet es sich an, eine Private Cloud basierend auf Platform as a Service bzw. Infrastructure as a Service zu realisieren. Hierbei können Vorteile, wie Resource Pooling, On-Demand-Skalierbarkeit bzw. Elastizität und gemessene Quality of Service genutzt werden, während gleichzeitig die Datenhoheit vollständig beim SmartWebGrid-Core-Betreiber verbleibt.

### 2.6.4 SmartWebGrid Architektur

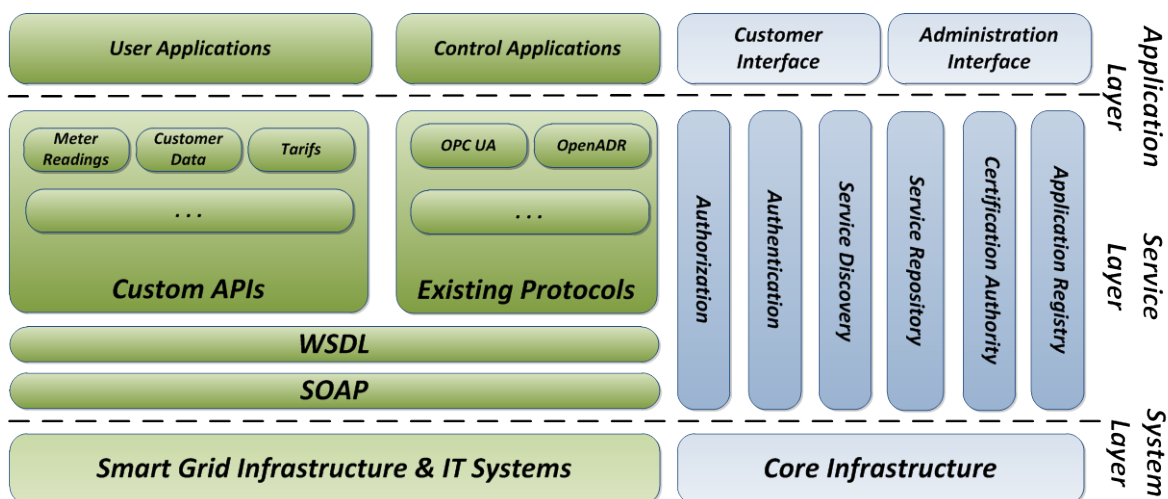


Abbildung 13 Funktionale Schichten

Die funktionalen Schichten der SmartWebGrid-Architektur werden in Abbildung 13 dargestellt. Der System Layer besteht aus der existierenden Smart-Grid-Infrastruktur, wie Smart Metern bzw. einer Advanced-Metering-Infrastruktur, Ladestationen für Elektrofahrzeuge, IT-Systemen von Stakeholdern in der Energiewirtschaft, wie z. B. Meter-Data-Management-Systemen, bzw. Verrechnungs- und CRM Systemen. Diese existierenden Systeme werden über eine Service Layer basierend auf SOAP Services konsolidiert. Neue SOAP Services und XML-Schemata werden definiert, falls es noch keine SOAP-basierten Protokolle bzw. APIs gibt. Bestehende SOAP Services werden integriert sofern es möglich ist. Die SOA-Core-Infrastruktur stellt als Komponenten eine Application Registry, eine Certification Authority, ein Service Repository und Funktionalitäten zum Finden und Auflösen von Service Endpunkten, bzw. Möglichkeiten Service Consumer und Provider zu

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

authentifizieren und zusätzlich einen feingranularen Zugriffskontrollmechanismus zur Verfügung.

## 2.6.5 Komponenten und Verteilung

Abbildung 14 zeigt einen Überblick der Core-Komponenten im Kontext einer Smart-Grid-IKT-Infrastruktur, welche den Schwerpunkt der identifizierten Use Cases widerspiegelt. Die unterschiedlichen Systeme und Geräte der Smart-Grid-Schicht bieten Web Services an, die eine Machine-to-Machine-Interaktion ermöglichen.

Der Kern der SmartWebGrid-Infrastruktur setzt sich aus einem Service Repository, Identity Provider, Policy Administration and Decision Point sowie einer PKI Certification Authority zusammen.

Details zu den Komponenten und ihre physische Verteilung sind in Abbildung 15 anhand des Beispiels eines Energieberaters dargestellt. Das Verteilungsdiagramm beinhaltet eine Übersicht über eine Core-Serverinfrastruktur, welche die Core-Komponenten beinhaltet sowie zwei Systeme die Energiedaten zur Verfügung stellen und einen Drittanbieter von Applikationen, der eine Energieberatung zur Verfügung stellt. Diese Übersicht zeigt, wie die dezentrale Bereitstellung von Daten erfolgen kann. Einerseits können mit dieser Architektur Energiedaten von einem Meter Data Management für viele Meter-Endpunkte zur Verfügung gestellt werden, andererseits können die Daten aber auch dezentral über ein IKT-Gateway abgeholt werden, das ein Web Service anbietet.

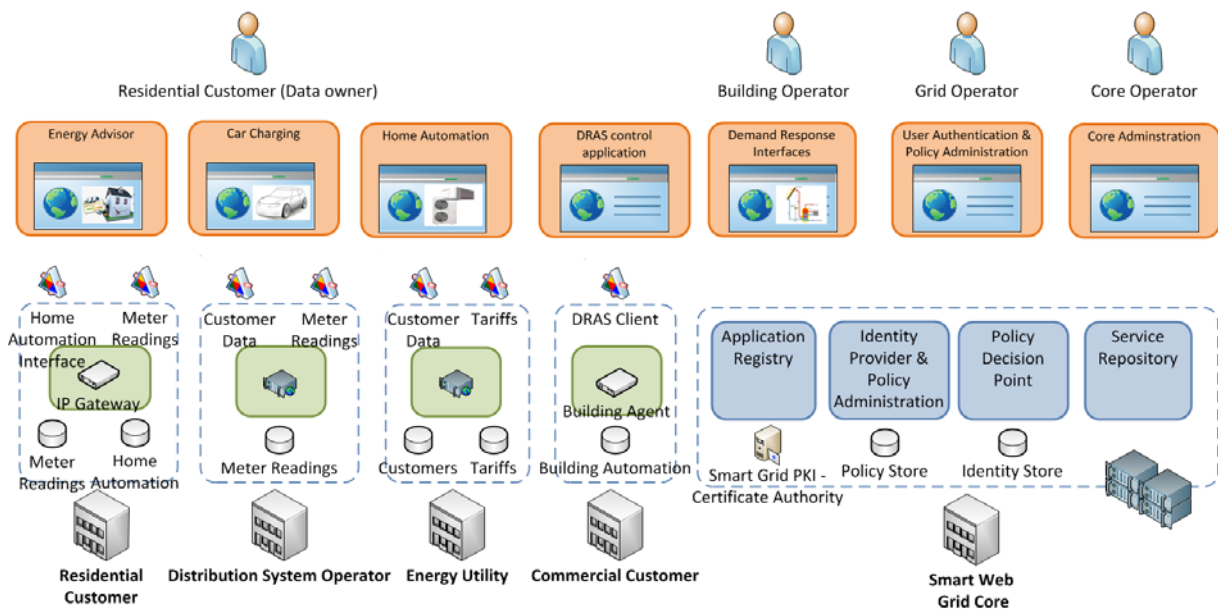


Abbildung 14 Komponentenübersicht

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

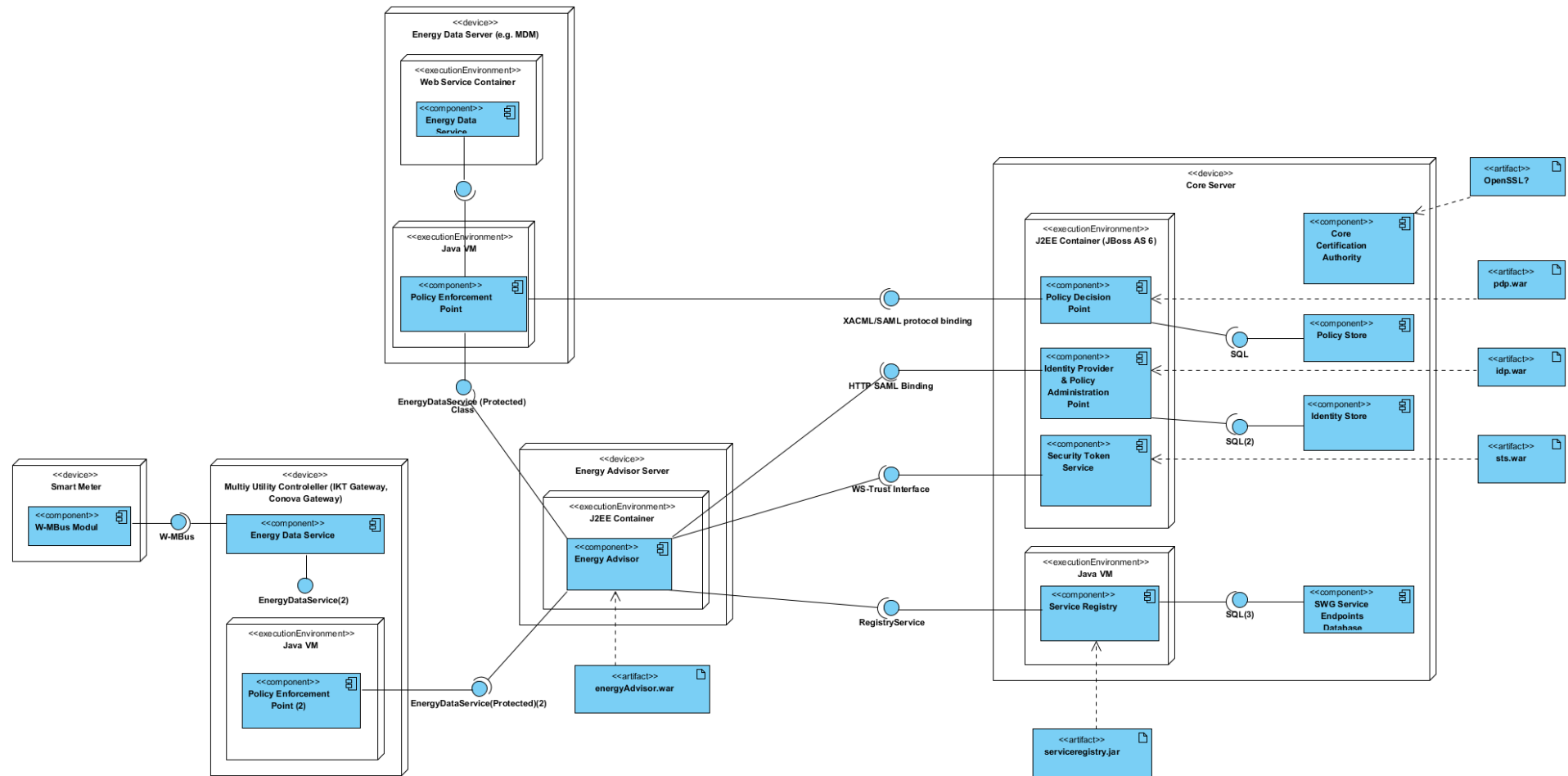


Abbildung 15 Komponenten und Verteilung

### 2.6.5.1 Identity Provider und Policy Administration Point

Der Identity Provider (IdP) spielt eine zentrale Rolle in der SmartWebGrid SOA. Er ermöglicht es dem Data Owner (Dateneigentümer) sich zu authentifizieren und die Zugriffsrechte seiner Daten zu verwalten. Zwischen dem Identity Provider und sämtlichen Stakeholdern einer SmartWebGrid SOA besteht eine Vertrauensbeziehung. D.h., ist eine Entität (Benutzer oder System) gegenüber dem SmartWebGrid Core authentifiziert, kann diese Authentifizierungsinformation auch bei sämtlichen anderen Stakeholdern verwendet werden. Für webbasierte Applikationen ermöglicht dies ein SmartWebGrid-weites Single Sign-On (z. B. basierend auf SAML Tokens für Benutzerauthentifizierung). Für Machine-to-Machine-Kommunikation basierend auf Web Services können Security Tokens verwendet werden, die vom Core für einen Service Consumer ausgestellt werden (zentraler Use Case Systemauthentifizierung). Dienste, die von Drittanbietern zur Verfügung gestellt werden, können dadurch die Authentifizierung des Cores für ihre Anwendungen nutzen. Der Identity Provider wird ebenfalls auch als XACML Policy Administration Point genutzt. Als Interface stellt der IdP bzw. PAP ein HTTP Interface konform zum SAML WEB SSO HTTP Redirect Pattern zur Verfügung. Anwendungsserver müssen diese Art der Authentifizierung unterstützen, um auf den SSO- bzw. den PAP-Mechanismus zurückgreifen zu können.

Als Identity Store können entweder statische Konfigurationsdateien, relationale Datenbanken oder Lightweight Directory Access Protocol LDAP<sup>63</sup> Repositories herangezogen werden. Für die Umsetzung des SmartWebGrid Core wird eine relationale Datenbank, aufgrund der Flexibilität, eingesetzt. Der Zugriff erfolgt über eine Structures Query Language (SQL)<sup>64</sup> Schnittstelle.

### 2.6.5.2 Service Repository

Eine zentrale Komponente innerhalb einer Serviceorientierten Architektur ist das Service Repository bzw. die Service Registry. Service Consumer können dieses Verzeichnis nutzen, um Services zu entdecken bzw. die genaue Adresse (z. B. URL) zur Laufzeit aufzulösen. Unterschiedliche bestehende Standards und Technologien existieren zur Realisierung eines Service Repositories. Für das Entdecken der Services wird eine Web-Schnittstelle zur Verfügung gestellt, die es ermöglicht, die existierenden Service Typen (APIs) abzufragen und Applikationen basierend auf diesen APIs zu bauen.

### 2.6.5.3 Policy Decision Point

Der Policy Decision Point agiert als Autorisierungspunkt und entscheidet, ob Zugriffe auf SmartWebGrid-relevante Daten erlaubt sind oder nicht. Die Policies werden XACML-konform am Core abgelegt und legen fest, welcher Service Consumer (z. B. Drittanbieter von Anwendungen) Zugriff auf Web Services bzw. die jeweiligen Data-Owner-spezifischen Daten erhält. Als Schnittstelle wird ein XACML SAML Protocol Binding basierend auf einem SOAP Interface am Core angeboten. Dieses kann vom Policy Enforcement Point genutzt werden, um XACML-konforme Entscheidungsanfragen an den Core zu senden.

<sup>63</sup> LDAP <http://tools.ietf.org/html/rfc3494> abgerufen: 17.4.2014

<sup>64</sup> ISO/IEC 9075 [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=53685](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=53685) abgerufen: 17.4.2014

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

### **2.6.5.4 Policy Enforcement Point**

Der Policy Enforcement Point (PEP) ist dafür zuständig, die Zugriffsregeln beim Zugriff auf Daten umzusetzen. Domänenspezifische Datenanfragen werden von ihm interpretiert und in XACML-konforme Entscheidungsanfragen umgewandelt, die dann an den Policy Decision Point geschickt werden. Der PEP kann entweder als Proxy zwischen dem Service Consumer und dem Service Provider zwischengeschaltet werden oder als zusätzliche Komponente beim Service Provider integriert werden und im selben Prozess laufen.

### **2.6.5.5 Security Token Service**

Das Security Token Service folgt dem WS-Trust Standard und ermöglicht, dass sich ein Service Consumer einen Zugriffstoken von einer vertrauenswürdigen Instanz (Token Provider) abholt. Der Service Provider hat dabei ein Vertrauensverhältnis zum Token Provider und akzeptiert Security Tokens, die von diesem ausgestellt werden. In SmartWebGrid ermöglicht dies, dass der Core Zugriffstoken an Applikationen ausgibt, die für eine Authentifizierung verwendet werden können.

### **2.6.5.6 Application Registry**

Die Application Registry verwaltet sämtliche Applikationen, die von Drittanbietern angeboten werden. Wesentlich sind hier die Stammdaten eines Drittanbieters (Kontaktdaten, Beschreibung der Applikation, dahinterstehende Firma) bzw. die Ausgabe von X.509 Zertifikaten. Im Umfeld von Web-Anwendungen ist ein Server eines Drittanbieters gleichzusetzen mit einem Service Consumer, der auf die Daten eines Kunden zugreift.



# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

## 2.6.5.7 SmartWebGrid Core - Sequenzdiagramm

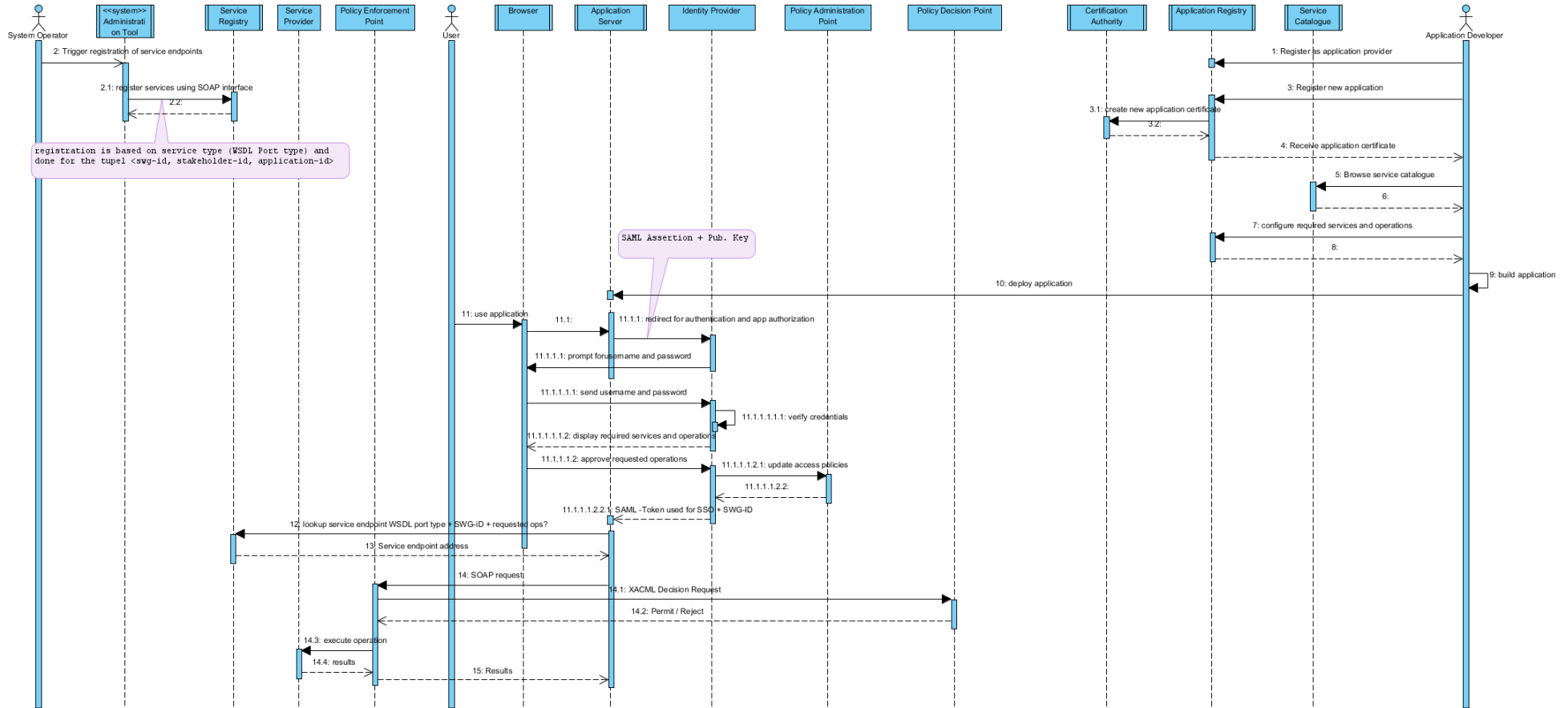


Abbildung 16 Interaktionen mit dem SmartWebGrid Core

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

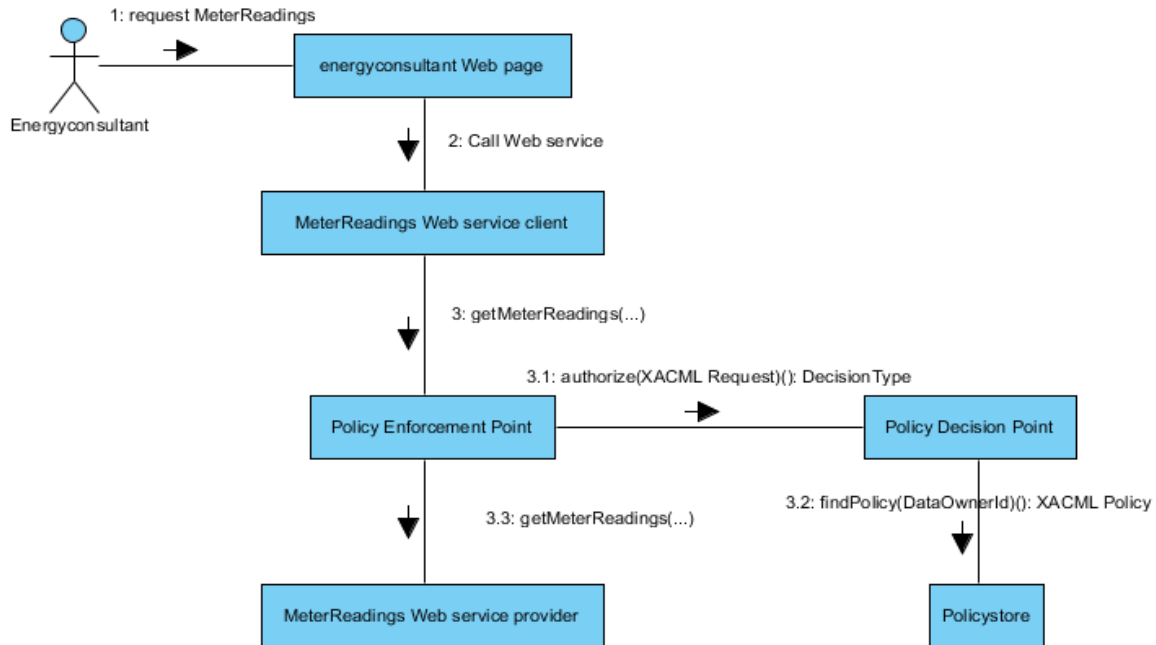


Abbildung 17 Interaktionsdiagramm

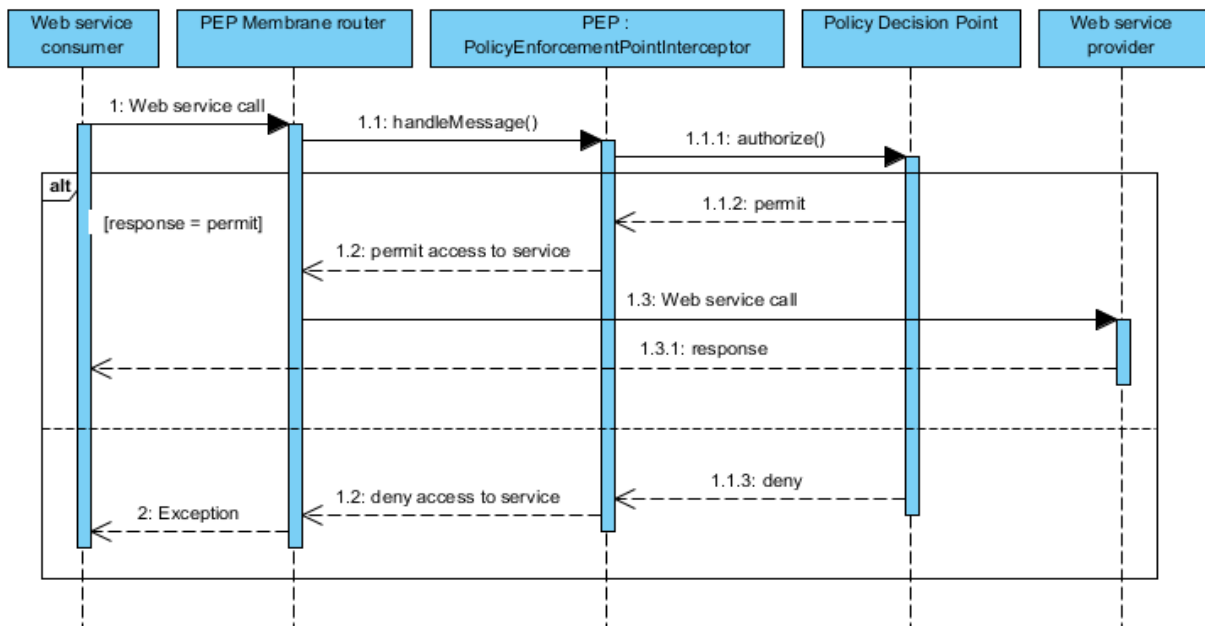


Abbildung 18 Sequenzdiagramm für den PEP

## 2.6.5.8 Package Diagramm

Das System besteht aus vier bzw. fünf Schlüsselkomponenten. Die Kernkomponente ist der Policy Decision Point, welcher Zugriff auf die Datenbank benötigt. Die Datenbank wird mit einem Policy Store dem System zur Verfügung gestellt. Der Policy Enforcement Point ist ein weiterer wichtiger Bestandteil, der das Dreieck zwischen PDP, Serviceanbieter und Servicekonsument schließt. Außerdem notwendig ist die Service Registry, die Verbraucher und Anbieter verbindet. Abbildung 19 zeigt die Core-Pakete mit ihren Abhängigkeiten. Der PDP als Kernelement der Architektur hat die meisten Abhängigkeiten der Eigenschaften der unterschiedlichen internen und externen Pakete kombiniert.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

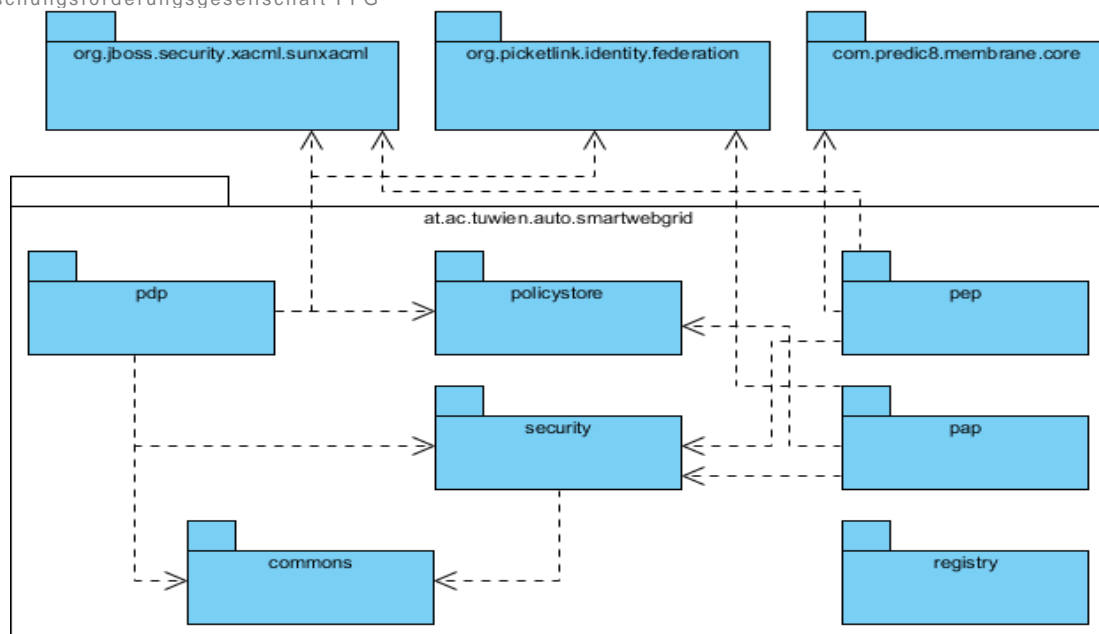


Abbildung 19 Package-Diagramm

Im Gegensatz hierzu ist die Service Registry von der Architektur weitestgehend entkoppelt. Darüber hinaus hat die Registry eine Abhängigkeit zu einer persistierenden Komponente. Der Policy Store bildet nur Abhängigkeiten zu PDP und PAP. Abgesehen von diesen beiden Komponenten sollte keine weitere Komponente Zugriff auf die Policies haben.

Ein weiterer Teil der Architektur, die eine Abhängigkeit vom PDP darstellt, ist das Security Package. Es beinhaltet die Funktionalität zum Signieren und Validieren der SOAP-Nachrichten mit einem SOAP-Handler, der als Interceptor hinzugefügt wird. Ein KeyStoreHelper ermöglicht das Lesen der X.509-Zertifikate. Neben dem PDP verwenden auch andere Komponenten, so auch der PEP zum Beispiel, das Security Package. Jedem Web Service Provider wird empfohlen, auf dieses Paket zurückzugreifen, um fehleranfällige Mehrfachentwicklung von Routinen zu unterbinden.

Der Policy Enforcement Point ist ebenso stark entkoppelt vom Rest der Architektur. Ausgehend vom Interface zum PDP für XACML Requests bestehen Abhängigkeiten zu org.jboss.security.xacml zum Erstellen der Requests sowie zum Membrane ESB<sup>65</sup> für eine Router-ähnliche Implementierung die einkommende SOAP-Anfragen filtert und analysiert. Hierfür soll ein Interceptor implementiert werden.

Darüber hinaus können Web-Service-Client-Implementierungen, die von mehr als nur einer Komponente benötigt werden, in das Commons-Paket gegeben werden. Es empfiehlt sich auch Helferklassen in dieses Paket zu geben, wie Ausgabe, Logging oder ähnliche Funktionalitäten.

### 2.6.6 Domänenmodell bzw. Datenmodell

Im Folgenden soll das Domänen und Datenmodell vorgestellt werden.

<sup>65</sup> Membrane Service Proxy (war Membrane ESB) <http://www.membrane-soa.org> abgerufen: 17.4.2014

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

## 2.6.6.1 SmartWebGrid Core

Die Benutzerdaten sowie die damit verbundenen Access Policies (dt. Zugriffsregeln) müssen in einer geeigneten Struktur physisch abgelegt werden. Abbildung 20 zeigt das Enhanced-Entity-Relationship (EER)-Diagramm des Policy Stores in Verbindung mit den Nutzerdaten.

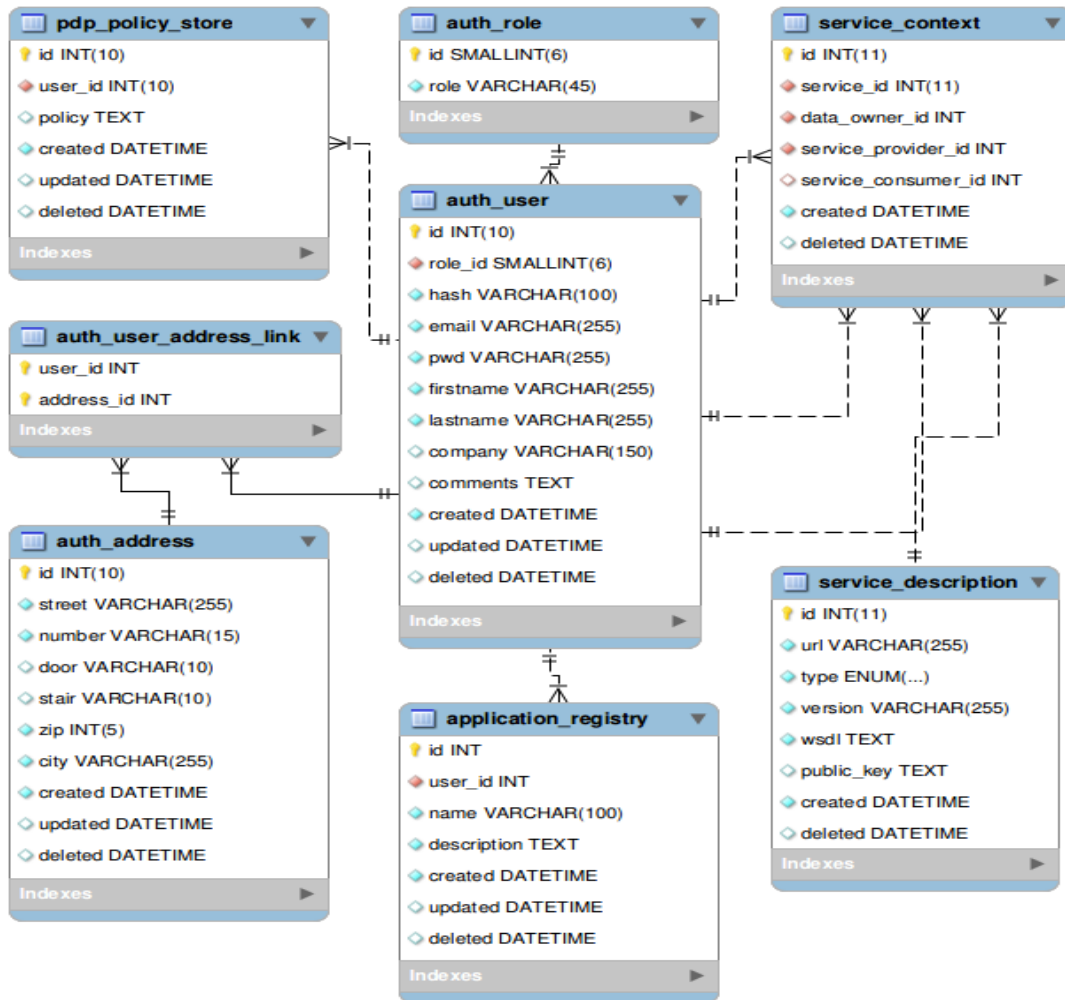


Abbildung 20 EER-Diagramm des SmartWebGrid Cores

Benutzer werden in auth\_user abgebildet und werden durch eine eindeutige ID im Datenmodell identifiziert. Neben Vor- und Nachname sowie E-Mail wird jedem Benutzer eine Rolle (auth\_role) zugeordnet. Rollen haben eine ID und einen sprechenden Rollennamen (z. B. DataOwner, ServiceProvider, etc.). Im weiteren wird im Feld hash eine Pseudo-ID gespeichert, die mit anderen Applikationen abgeglichen wird, damit die Benutzer über Systemgrenzen hinweg identifiziert werden können (siehe Single Sign-On). Adressen sollen so abgebildet werden, dass Wohneinheiten möglichst genau lokalisierbar sind. Aus diesem Grund beinhaltet die Entität auth\_address neben Straßennamen, Hausnummer und Türnummer auch die Stiegenbezeichnung sowie Postleitzahl und Ort. Weiter gilt zu beachten, dass z. B. die Daten, die ein Stromzähler misst und aufzeichnet, laut Gesetz demjenigen gehören, der die Wohneinheit zum Zeitpunkt der Messung bewohnt (Wohnsitz gemeldet), ungeachtet dessen ob die Person im Besitz der Liegenschaft ist oder diese nur mietet. Dementsprechend wird jeder Adresse genau ein Benutzer zugeordnet. Jedem

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Benutzer bzw. DataOwner wird ein PolicySet zugeordnet, welches in der Entität pdp\_policy\_store abgelegt wird. Ein PolicySet ist ein Strukturelement des XACML-Standards, welches mehrere Policy- bzw. PolicySet-Entitäten zusammenfasst.

Analog zum beschriebenen Datenmodell werden die Entitäten in Java als Object-Relational-Mapping (ORM) abgebildet.

### 2.6.6.2 Service Registry

Die registrierten Service Provider werden ebenso in einer entsprechenden Datenstruktur persistiert. Für die Registry werden jedoch nur zwei bzw. drei Entitäten benötigt. Die ServiceDescription wird beschrieben durch die URL, WSDL (als URL oder als TEXT) und Typ des Services sowie der Version. Da Web Services auf bestimmten Ebenen freigegeben werden können, muss ein ServiceContext gegeben sein. Dieser beschreibt, welche Menge der Benutzer auf das Service zugreifen darf bzw. welche Art der Freigabe benötigt wird. Die Entität service\_context beinhaltet neben dem Primärschlüssel *id* auch noch zumindest Werte für service\_id, data\_owner\_id und service\_provider\_id. Ersterer ist der Fremdschlüssel zur service\_description, data\_owner\_id ist der Fremdschlüssel zu auth\_user mit der Rolle DataOwner und letzterer ein Fremdschlüssel zur Identifizierung der ServiceProvider. Auth\_user kann zur Zeit drei Rollentypen beinhalten: DataOwner, ServiceProvider und ServiceConsumer. Registriert ein ServiceProvider ein Service kann dieser reglementieren, für wen das Service sichtbar ist. Neben service\_id und service\_provider\_id wird noch die data\_owner\_id übergeben. Hier ist zu beachten, dass der ServiceProvider jeden seiner Kunden extra eintragen muss. Weiter kann noch der ServiceConsumer mittels service\_consumer\_id angegeben werden.

### 2.6.6.3 Application Registry

Meldet ein ServiceConsumer eine Applikation an, wird diese in der Application Registry hinterlegt. Neben einer eindeutigen ID wird eine user\_id gespeichert, als Fremdschlüssel zu auth\_user, über die wiederum Daten über das Unternehmen vorliegen. Weiterhin werden noch ein Name und eine Beschreibung der Applikation in der Application Registry gespeichert.

## 2.6.7 Use Cases, Mockups und Abläufe

Die umgesetzten Use Cases und Abläufe sollen hier beschrieben werden.

### 2.6.7.1 Use Cases

Die detaillierte Beschreibung der Use Cases kann der Technical Requirement Specification des Projektes Smart Web Grid (SWG) entnommen werden.

Abbildung 21 zeigt das in diesem Dokument ebenfalls enthaltene Use Case Diagramm.

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

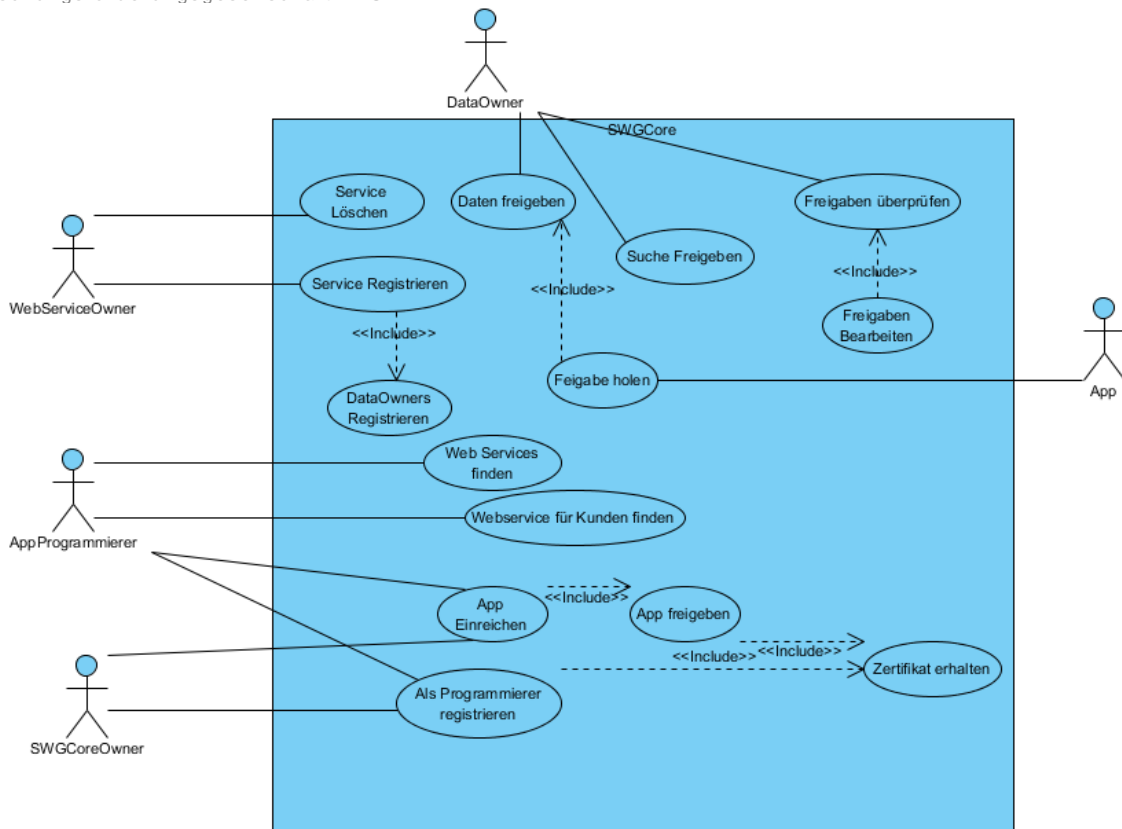


Abbildung 21: Use Case Diagramm des Smart Grid Cores

Zum besseren Verständnis der Funktionalität des SWG Cores werden die Use Cases in der ungefähren Reihenfolge beschrieben, in der diese für die sinnvolle Verwendung des Cores notwendig sind.

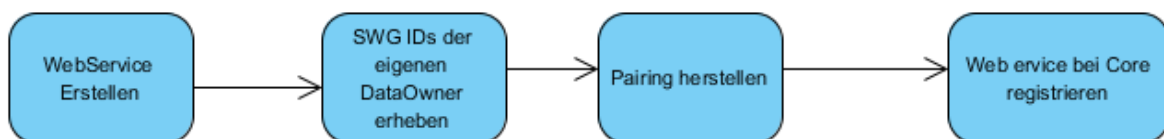


Abbildung 22: Ablaufdiagramm des Use Cases "Web Service Registrieren"

**Web Service registrieren** (Abbildung 22): Der Betreiber eines Web Services (WebServiceOwner) registriert dieses beim Core. Dazu muss von seiner Seite eine Verknüpfung der Identitäten der von der Funktionalität dieses Webservice Betroffenen (DataOwner) mit deren SWG Ids durchgeführt werden. Im Anschluss werden die Informationen über das Web Service samt den Verknüpfungen beim Core hinterlegt. Dieser Use Case wird im Allgemeinen über M2M-Kommunikation abgewickelt werden.

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

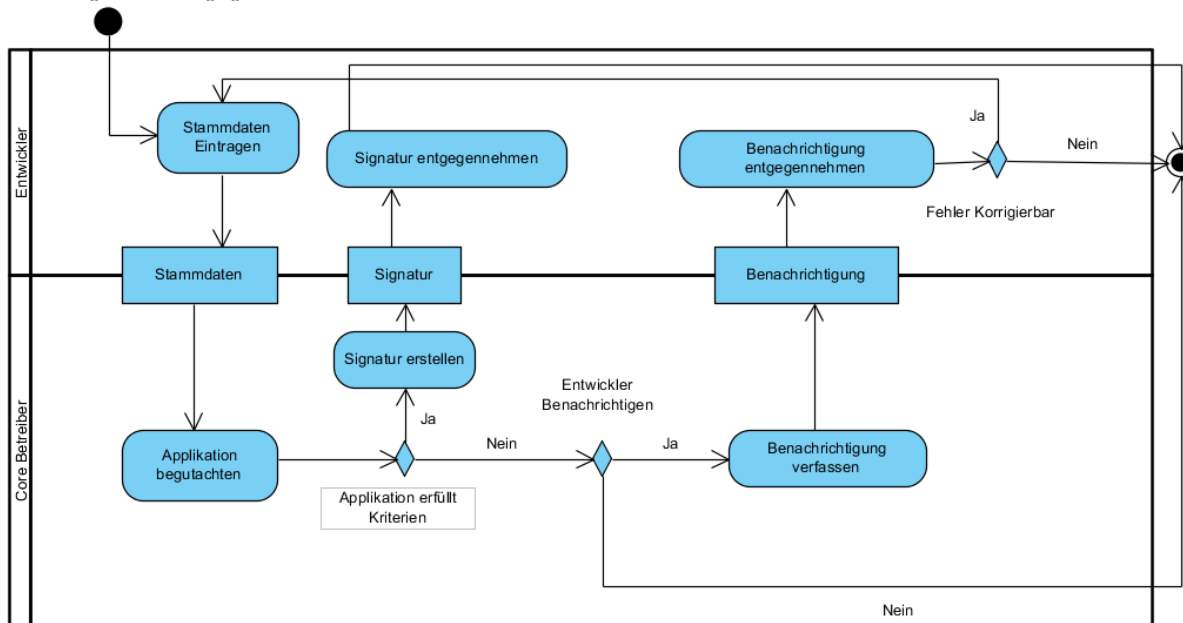


Abbildung 23: Ablaufdiagramm des Use Cases "Als Entwickler Registrieren"

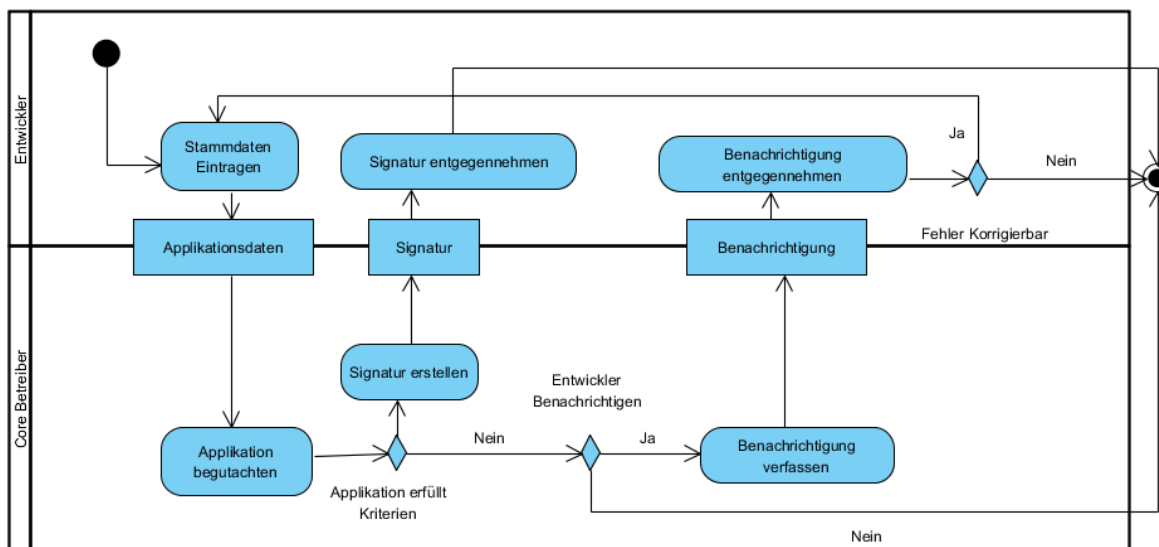


Abbildung 24: Ablaufdiagramm des Use Cases "Applikation Registrieren"

**Als Entwickler registrieren** (Abbildung 23): Eine an der Entwicklung von Modulen für den SWG interessierte Rechtsperson (AppProgrammierer) gibt über eine Eingabemaske dem Betreiber des SWG Core (SWGCoreOwner) alle relevanten Daten bekannt (Abbildung 27). Daraufhin wird ein Verantwortlicher beim SWGCoreOwner darüber automatisiert in Kenntnis gesetzt, und ein Certificate Signing Request (CSR) wird instanziiert. Dieser Verantwortliche entscheidet nun, ob der Antrag zugelassen wird oder nicht. Wird der Antrag zugelassen, wird das X.509 Zertifikat, das ihn in Zukunft innerhalb des SWG identifiziert, vom SWG Core signiert. Bei der Ablehnung der Anfrage hat der Verantwortliche auf der Seite des Betreibers die Möglichkeit, den Antragsteller entweder von der Ablehnung (eventuell mit Begründung) in Kenntnis zu setzen, oder aber den Request kommentarlos zu löschen.

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

**Web Services suchen:** Ein registrierter Entwickler (AppProgrammierer mit signiertem Zertifikat) kann die Datenbank des Cores nach registrierten Services durchsuchen. Durch die Services und die damit verbundene Benutzeranzahl bekommt er einen Überblick, welche davon für den Entwurf und die Implementierung von Applikationen attraktiv sind.

**Applikation einreichen** (Abbildung 24): Ein registrierter Entwickler (AppProgrammierer mit signiertem Zertifikat) reicht eine fertige Applikation beim SWG Core ein, um sie dort registrieren zu lassen. Dazu muss er zunächst alle relevanten Daten, d.h., Zweck der Applikation und auf welche Web Services sie zugreifen will, an den Core übertragen, wiederum zusammen mit einem CSR für ein Zertifikat für die Applikation – diese Transaktion muss unter Zuhilfenahme seines Zertifikats erfolgen (Abbildung 28). Ein Verantwortlicher (vom SWGCoreOwner bestellt) beim SWG Core prüft daraufhin, ob die vom Entwickler als notwendig bzw. auch als hilfreich eingestuftem Datenzugriffe mit dem Zweck der Applikation im Wesentlichen vereinbar sind, und gibt dann den CSR frei. Daraufhin wird die Applikation beim Core registriert, und der Entwickler erhält die Signatur des Cores für das Zertifikat der Applikation. Sollte der Verantwortliche des SWG-Core-Betreibers mit der Applikation bzw. deren Datenzugriffen nicht einverstanden sein, kann er die Signierung und Registrierung verweigern. Dabei gibt es die Möglichkeit, dies ohne Feedback an den einreichenden Betreiber zu tun, oder ihm mitzuteilen, warum die Applikation abgelehnt wurde bzw. welche Änderungen notwendig wären, um sie in die SWG-Infrastruktur einbringen zu können.

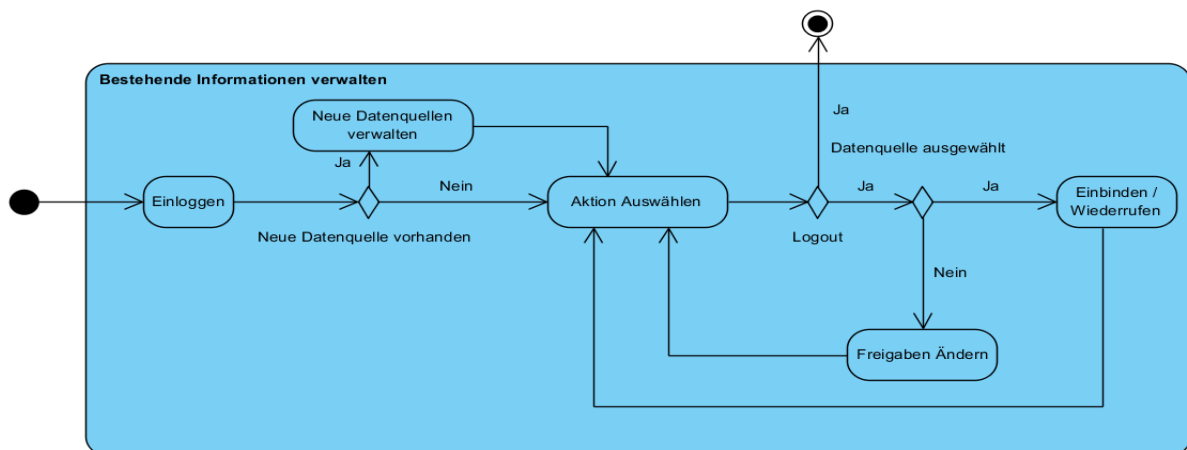


Abbildung 25: Ablaufdiagramm des Use Cases "Datenzugriffe verwalten"

**Datenquelle und Zugriffsrechte verwalten** (Abbildung 25): Ein Endkunde (DataOwner) meldet sich beim SWG Core an (Abbildung 29). Sollte seit dem letzten Login eine neue Datenquelle, die ihn betrifft, dazugekommen sein, erhält er hier die Möglichkeit die Assoziation seiner SWG Id mit der Datenquelle öffentlich zu machen (Abbildung 33). Danach kann er sowohl seine Applikationen als auch seine Datenquellen verwalten (Abbildung 34). Bei Datenquellen hat er die Möglichkeit, die Veröffentlichung der Assoziation seiner Id mit der Quelle entweder zu widerrufen, oder soweit sie im Moment nicht öffentlich ist, diese öffentlich zu machen. Bei Applikationen kann er die Freigaben der notwendigen Daten beenden und die Freigaben optionaler Daten bearbeiten (Abbildung 35).



# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

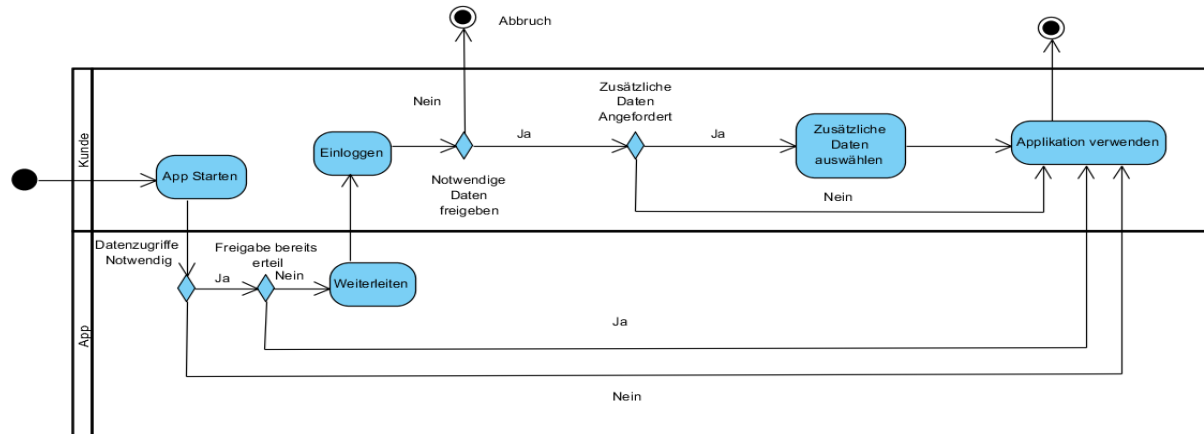


Abbildung 26: Ablaufdiagramm des Use Case "Applikation Verwenden"

Applikation verwenden (Abbildung 26): Sollte der Endkunde beim Verwenden der Applikation diese entweder noch nie verwendet haben, oder der Applikation später wieder die Zugriffsrechte auf seine Daten widerrufen haben, wird er von der Applikation zunächst zum SWG Core weitergeleitet. Dort erfährt er, auf welche Daten die Applikation zugreifen muss, um ihre wesentlichen Funktionalitäten zu erfüllen. Sollte er diesen Zugriffen zustimmen, hat er eventuell noch die Möglichkeit, weitere Zugriffe zu erlauben, um die Funktionalität der Applikation zu erweitern oder zu vereinfachen. Die Zustimmung wird beim Core hinterlegt, und der Benutzer wird zurück zur Applikation verwiesen.

Registrierung eines Webservice widerrufen: Der Besitzer eines Webservices (WebServiceOwner) entfernt das Service aus der SWG-Infrastruktur.

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

## 2.6.7.2 Mock Ups

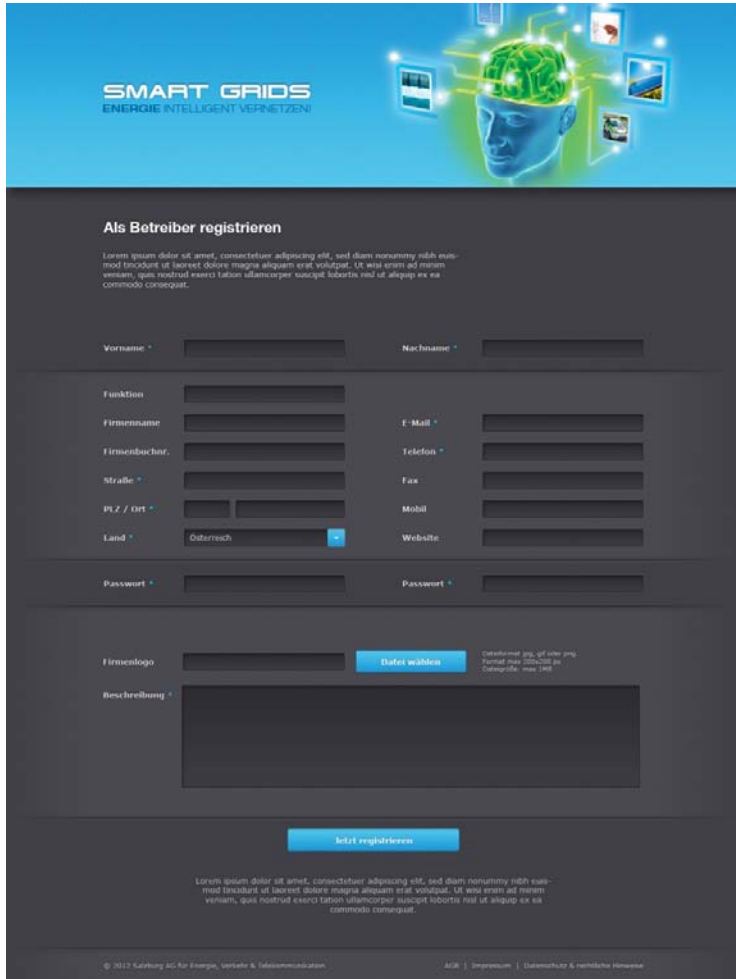


Abbildung 27: Als Entwickler registrieren



Abbildung 28: Anmeldung mittels Zertifikat



Abbildung 29: Anmeldung mittels Username/Passwort

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

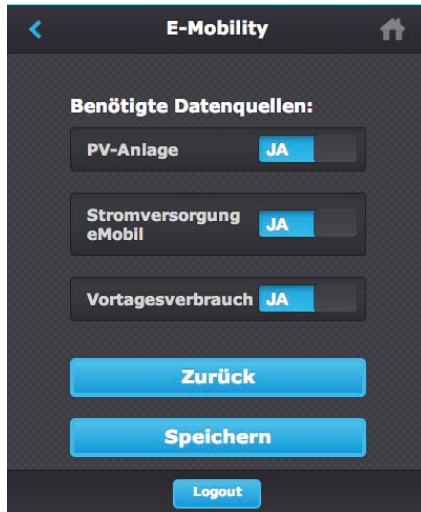


Abbildung 30: Notwendige Daten freigeben



Abbildung 32: Applikation Starten



Abbildung 34: Daten und Freigaben verwalten



Abbildung 31: Optionale Daten freigeben



Abbildung 33: Neue Datenquellen einbinden



Abbildung 35: Detailansicht

## 2.6.8 WSDL Descriptions

Die Schnittstellen im SmartWebGrid-Umfeld basieren auf folgenden Schnittstellenbeschreibungen.

### 2.6.8.1 Service Registry

```
<wsdl:definitions xmlns:ns1="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
  xmlns:tns="http://registry.smartwebgrid.auto.tuwien.ac.at/"
  xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  name="RegistryBeanService" targetNamespace="http://registry.smartwebgrid.auto.tuwien.ac.at/">
  <wsdl:types>
    <xs:schema xmlns:tns="http://registry.smartwebgrid.auto.tuwien.ac.at/"
      xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="unqualified"
      targetNamespace="http://registry.smartwebgrid.auto.tuwien.ac.at/"
      version="1.0">
      <xs:element name="Lookup" type="tns:Lookup" />
      <xs:element name="LookupResponse" type="tns:LookupResponse" />
      <xs:element name="register" type="tns:register" />
      <xs:element name="registerResponse" type="tns:registerResponse" />
      <xs:element name="unregister" type="tns:unregister" />
      <xs:element name="unregisterResponse" type="tns:unregisterResponse" />
      <xs:complexType name="register">
        <xs:sequence>
          <xs:element minOccurs="0" name="context" type="tns:serviceContext" />
          <xs:element minOccurs="0" name="description" type="tns:serviceDescription" />
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
      <xs:complexType name="serviceContext">
        <xs:sequence>
          <xs:element minOccurs="0" name="created" type="xsd:dateTime" />
          <xs:element minOccurs="0" name="dataOwnerId" type="xsd:string" />
          <xs:element minOccurs="0" name="deleted" type="xsd:dateTime" />
          <xs:element minOccurs="0" name="service" type="tns:serviceDescription" />
          <xs:element minOccurs="0" name="serviceConsumerId" type="xsd:string" />
          <xs:element minOccurs="0" name="serviceProviderId" type="xsd:string" />
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
      <xs:complexType name="serviceDescription">
        <xs:sequence>
          <xs:element minOccurs="0" name="created" type="xsd:dateTime" />
          <xs:element minOccurs="0" name="deleted" type="xsd:dateTime" />
          <xs:element maxOccurs="unbounded" minOccurs="0"
            name="serviceContext" nillable="true" type="tns:serviceContext" />
          <xs:element minOccurs="0" name="type" type="xsd:string" />
          <xs:element minOccurs="0" name="url" type="xsd:string" />
          <xs:element minOccurs="0" name="version" type="xsd:string" />
          <xs:element minOccurs="0" name="wsdl" type="xsd:string" />
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
      <xs:complexType name="registerResponse">
        <xs:sequence />
      </xs:complexType>
      <xs:complexType name="unregister">
        <xs:sequence>
          <xs:element minOccurs="0" name="context" type="tns:serviceContext" />
          <xs:element minOccurs="0" name="description" type="tns:serviceDescription" />
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
      <xs:complexType name="unregisterResponse">
        <xs:sequence />
      </xs:complexType>
      <xs:complexType name="Lookup">
        <xs:sequence>
          <xs:element minOccurs="0" name="context" type="tns:serviceContext" />
          <xs:element minOccurs="0" name="description" type="tns:serviceDescription" />
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
      <xs:complexType name="LookupResponse">
```

```

        <xs:sequence>
            <xs:element minOccurs="0" name="return" type="tns:serviceDescription" />
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:schema>
</wsdl:types>
<wsdl:message name="unregister">
    <wsdl:part element="tns:unregister" name="parameters"></wsdl:part>
</wsdl:message>
<wsdl:message name="Lookup">
    <wsdl:part element="tns:Lookup" name="parameters"></wsdl:part>
</wsdl:message>
<wsdl:message name="registerResponse">
    <wsdl:part element="tns:registerResponse" name="parameters"></wsdl:part>
</wsdl:message>
<wsdl:message name="register">
    <wsdl:part element="tns:register" name="parameters"></wsdl:part>
</wsdl:message>
<wsdl:message name="LookupResponse">
    <wsdl:part element="tns:LookupResponse" name="parameters"></wsdl:part>
</wsdl:message>
<wsdl:message name="unregisterResponse">
    <wsdl:part element="tns:unregisterResponse" name="parameters"></wsdl:part>
</wsdl:message>
<wsdl:portType name="RegistryService">
    <wsdl:operation name="register">
        <wsdl:input message="tns:register" name="register"></wsdl:input>
        <wsdl:output message="tns:registerResponse" name="registerResponse"></wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="unregister">
        <wsdl:input message="tns:unregister" name="unregister"></wsdl:input>
        <wsdl:output message="tns:unregisterResponse" name="unregisterResponse"></wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Lookup">
        <wsdl:input message="tns:Lookup" name="Lookup"></wsdl:input>
        <wsdl:output message="tns:LookupResponse" name="LookupResponse"></wsdl:output>
    </wsdl:operation>
</wsdl:portType>
<wsdl:binding name="RegistryBeanServiceSoapBinding" type="tns:RegistryService">
    <soap:binding style="document"
        transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
    <wsdl:operation name="register">
        <soap:operation soapAction="" style="document" />
        <wsdl:input name="register">
            <soap:body use="Literal" />
        </wsdl:input>
        <wsdl:output name="registerResponse">
            <soap:body use="Literal" />
        </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="unregister">
        <soap:operation soapAction="" style="document" />
        <wsdl:input name="unregister">
            <soap:body use="Literal" />
        </wsdl:input>
        <wsdl:output name="unregisterResponse">
            <soap:body use="Literal" />
        </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Lookup">
        <soap:operation soapAction="" style="document" />
        <wsdl:input name="Lookup">
            <soap:body use="Literal" />
        </wsdl:input>
        <wsdl:output name="LookupResponse">
            <soap:body use="Literal" />
        </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
<wsdl:service name="RegistryBeanService">

```

```

    <wsdl:port binding="tns:RegistryBeanServiceSoapBinding"
      name="RegistryBeanPort">
      <soap:address location="http://localhost:8080/RegistryService" />
    </wsdl:port>
  </wsdl:service>
</wsdl:definitions>

```

## 2.6.8.2 XACML PDP

```

<?xmlversion="1.0"?>
<wsdl:definitions name="SOAPSAMLXACMLPDP" targetNamespace="urn:picketlink:identity-federation:pdp"
  xmlns:tns="urn:picketlink:identity-federation:pdp"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  xmlns:wsap10="http://www.w3.org/2006/05/addressing/wsdl"
  xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/">
  <wsdl:types>
    <xs:schema targetNamespace="urn:picketlink:identity-federation:pdp"
      xmlns:tns="urn:picketlink:identity-federation:pdp"
      xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
      version="1.0" elementFormDefault="qualified">
      <xs:element name="MessageBody">
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:any minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" namespace="##any" />
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:schema>
  </wsdl:types>
  <wsdl:message name="Authorize">
    <wsdl:part name="authorizeMessage" element="tns:MessageBody" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="AuthorizeResponse">
    <wsdl:part name="authorizerMessage" element="tns:MessageBody" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:portType name="SOAPSAMLXACMLPort">
    <wsdl:operation name="Authorize">
      <wsdl:input wsap10:Action="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/02/trust/RST/Issue"
        message="tns:Authorize" />
      <wsdl:output wsap10:Action="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/02/trust/RSTR/Issue"
        message="tns:AuthorizeResponse" />
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
  <wsdl:binding name="PDPBinding" type="tns:SOAPSAMLXACMLPort">
    <soap12:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
    <wsdl:operation name="Authorize">
      <soap12:operation soapAction="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/02/trust/RST/Issue" style="document" />
    </wsdl:operation>
  </wsdl:binding>
  <wsdl:service name="SOAPSAMLXACMLPDP">
    <wsdl:port name="SOAPSAMLXACMLPort" binding="tns:PDPBinding">
      <soap12:address location="http://localhost:8080/SOAPSAMLXACMLPDP" />
    </wsdl:port>
  </wsdl:service>
</wsdl:definitions>

```

## 2.6.9 XACML Policies und Beispiel-Requests

Die Policies sind auf einen generischen Berechtigungsmechanismus ausgelegt. Dieser verwendet die Struktur der SOAP Messages, die zwischen Service Consumer und Service Provider ausgetauscht

werden. Die XACML Policies erlauben Service Consumern (Subjects), die über ihren Public Key identifiziert werden, auf Ressourcen (Daten) zuzugreifen. Die Daten werden über Web Services durch den Service Provider zur Verfügung gestellt. Die Berechtigung sind feingranular auf Basis der SOAP-Operationen definiert.

### 2.6.9.1 Beispiel Policies

```
<?xmlversion="1.0"encoding="utf-8"?>
<PolicySetxmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:policy:schema:os"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:policy:schema:os http://docs.oasis-
open.org/xacml/access_control-xacml-2.0-policy-schema-os.xsd"
  PolicySetId="urn:auto:tuwien:ac:at:pdp:d72b8f02-c07e-4853-a414-5654fa30888f:EnergiedatenService"
  PolicyCombiningAlgId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:policy-combining-algorithm:permit-overrides">
  <Description>Check if the resource is known and the action is permitted.</Description>
  <Target>
    <Resources>
      <Resource>
        <ResourceMatchMatchId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:function:string-equal">
          <AttributeValueDataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">d72b8f02-c07e-4853-a414-
5654fa30888f</AttributeValue>
          <ResourceAttributeDesignator
            AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:resource:resource-id"
            DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
          </ResourceMatch>
          <ResourceMatchMatchId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:function:string-equal">
<AttributeValueDataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">http://smartwebgrid/EnergiedatenService/2012/05</
AttributeValue>
          <ResourceAttributeDesignator
            AttributeId="urn:tuwien:auto:smartwebgrid:resource:servicename"
            DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
          </ResourceMatch>
        </Resource>
      </Resources>
    </Target>
  <Policy
    PolicyId="urn:tuwien:auto:smartwebgrid:id:d72b8f02-c07e-4853-a414-5654fa30888f"
    RuleCombiningAlgId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:rule-combining-algorithm:deny-overrides">
    <Description></Description>
    <Target>
      <Subjects>
        <Subject>
          <SubjectMatchMatchId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:function:string-equal">
            <AttributeValueDataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
              <ENERGY_CONSULTANT1_BASE64_X509_SHA1_HASH></ENERGY_CONSULTANT1_BASE64_X509_SHA1_HASH>
            </AttributeValue>
            <SubjectAttributeDesignator
              AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:subject:subject-id"
              DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
            </SubjectMatch>
          </Subject>
        </Subjects>
      </Target>
      <RuleRuleId="urn:tuwien:auto:smartwebgrid:rule:action:deny" Effect="Deny">
        <Condition>
          <ApplyFunctionId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:function:not">
            <ApplyFunctionId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:function:string-at-least-one-member-of">
              <ActionAttributeDesignator
                AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:action:action-id"
                DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
              <ApplyFunctionId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:function:string-bag">
                <AttributeValueDataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
                  getMeterReadings</AttributeValue>
                <AttributeValueDataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
                  getCustomerMeaterReadings</AttributeValue>
              </ApplyFunctionId>
            </ApplyFunctionId>
          </Condition>
        </Rule>
      </Policy>
    </PolicySet>
  </PolicySet>
```

```

        </Apply>
    </Apply>
</Condition>
</Rule>
<RuleEffect="Permit" RuleId="urn:tuwien:auto:smartwebgrid:rule:permitIfNoDenyHappened">
</Rule>
</Policy>
<PolicyPolicyId="urn:tuwien:auto:smartwebgrid:catch-all"
    RuleCombiningAlgId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:rule-combining-algorithm:permit-overrides">
    <Description>If no policy above is applicable, the policy set should evaluate to Deny</Description>
    <Target/>
    <RuleRuleId="d72b8f02-c07e-4853-a414-5654fa30888f:EnergiedatenService"Effect="Deny"></Rule>
</Policy>
</PolicySet>

```

## 2.6.9.2 Requests

```

<?xmlversion="1.0"encoding="UTF-8"?>
<Request
  xmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os xacml-2.0-context.xsd">
  <Subjectxmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os"
    SubjectCategory="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:subject-category:access-subject">
    <Attributexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os"
      AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:subject:subject-id"
      DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"Issuer="SmartWebGridCore">
      <AttributeValuexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os">
        ENERGY_CONSULTANT1_BASE64_X509_SHA1_HASH</AttributeValue>
      </Attribute>
    </Subject>
    <Resourcexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os">
      <Attributexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os"
        AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:resource:resource-id"
        DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"Issuer="SmartWebGridCore">
        <AttributeValuexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os">
          d72b8f02-c07e-4853-a414-5654fa30888f</AttributeValue>
        </Attribute>
        <Attributexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os"
          AttributeId="urn:tuwien:auto:smartwebgrid:resource:servicename"
          DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"Issuer="SmartWebGridCore">
          <AttributeValuexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os">
            EnergiedatenService</AttributeValue>
          </Attribute>
        </Resource>
        <Actionxmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os">
          <Attributexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os"
            AttributeId="urn:oasis:names:tc:xacml:1.0:action:action-
            id"DataType="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
            Issuer="SmartWebGridCore">
            <AttributeValuexmlns="urn:oasis:names:tc:xacml:2.0:context:schema:os">
              notEnabledOperation</AttributeValue>
            </Attribute>
          </Action>
        </Environment/>
      </Request>

```

## 2.6.10 SAML Web SSO Request

Folgend sollen SAML Request und Response beispielhaft beschrieben werden.

### 2.6.10.1 SAML Authentifizierungs Request

```

<samlp:AuthnRequest xmlns:samlp="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:protocol"
  xmlns="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion"
  AssertionConsumerServiceURL="http://thirdparty/energyconsultant/"

```



```

ID="ID_ab75dff8-76b4-472d-b66f-21941d345583" IssueInstant="2012-06-28T10:16:13.870+02:00"
ProtocolBinding="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:bindings:HTTP-POST"
Version="2.0">
<saml:Issuer xmlns:saml="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion">
  http://thirdparty/energyconsultant/
</saml:Issuer>
  <samlp:NameIDPolicy AllowCreate="true"
    Format="urn:oasis:names:tc:S
AML:2.0:nameid-format:transient" />
</samlp:AuthnRequest>

```

## 2.6.10.2 SAML Response (SSO Assertion)

```

<samlp:Response xmlns:samlp="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:protocol"
  xmlns:saml="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion" Destination="http://thirdparty/energyconsultant/"
  ID="ID_b0d231af-a120-401d-bb61-c57767f28389" InResponseTo="ID_ab75dff8-76b4-472d-b66f-21941d345583"
  IssueInstant="2012-06-28T11:29:34.179+02:00" Version="2.0">
  <saml:Issuer xmlns:saml="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion">http://smartwebgridcore/idp/</saml:Issuer>
  <samlp:Status>
    <samlp:StatusCode Value="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:status:Success" />
  </samlp:Status>
  <saml: Assertion xmlns="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion"
    ID="ID_4e727f64-9450-4d0e-836b-d3aed99379a5" IssueInstant="2012-06-28T11:29:34.174+02:00"
    Version="2.0" xmlns:saml="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion">
    <saml:Issuer Format="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:nameid-format:persistent"
      xmlns:saml="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion">mjung@auto.tuwien.ac.at
    </saml:Issuer>
    <saml:Subject>
      <saml:NameID Format="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:nameid-format:persistent"
        xmlns:saml="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:assertion">
        mjung@auto.tuwien.ac.at
      </saml:NameID>
      <saml:SubjectConfirmation Method="urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:cm:bearer">
        <saml:SubjectConfirmationData
          InResponseTo="ID_222e1c63-ead2-475d-903f-63c02efa8c28"
          NotBefore="2012-06-28T11:29:34.173+02:00"
          NotOnOrAfter="2012-06-28T11:29:41.174+02:00"
          Recipient="http://thirdparty/energyconsultant/" />
        </saml:SubjectConfirmation>
      </saml:Subject>
      <saml:Con ditions NotBefore="2012-06-28T11:29:32.174+02:00" NotOnOrAfter="2012-06-28T11:29:41.174+02:00" />
    <saml:AuthnStatement AuthnInstant="2012-06-28T11:29:34.180+02:00">
      <saml:AuthnContext>
        <saml:AuthnContextClassRef>
          urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:ac:classes:Password</saml:AuthnContextClassRef>
        </saml:AuthnContext>
      </saml:AuthnStatement>
    <saml:AttributeStatement>
      <saml:Attribute Name="Role">
        <saml:AttributeValue xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
          xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:type="xs:string">
          standard
        </saml:AttributeValue>
      </saml:Attribute>
      <saml:Attribute Name="DataOwnerId">
        <saml:AttributeValue xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
          xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:type="xs:string">
          d72b8f02-c07e-4853-a414-5654fa30888f
        </saml:AttributeValue>
      </saml:Attribute>
    </saml:AttributeStatement>
  </saml:Assertion>
</samlp:Response>

```

## 2.7 Proof of Concept

Zur Verifikation des Konzepts wurde als „Proof of Concept“ eine beispielhafte Implementierung der Informationsplattform selbst und ausgewählter Smart-Grids-Anwendungen durchgeführt und getestet.

Im Rahmen des Proof of Concept erfolgte ebenfalls eine Performance- und Skalierbarkeitsanalyse der Smart Web Grid Core Komponenten. Durch die zentrale Rolle dieser Komponenten wurden die Auswirkungen auf die Gesamtperformance einer Web Service basierten Informations und Kommunikationstechnologie (IKT) Infrastruktur evaluiert. Die Evaluierung erfolgte auf Basis von analytischen Modellen welche durch eine empirische Analyse der Proof-of-Concept Implementierung validiert wurde.

### 2.7.1 Systemüberblick

Die Smart Web Grid Architektur erlaubt eine Web-Service-basierte Integration von Smart Grid Datenquellen und die einfache Integration von Drittanbieter Anwendungen. Abbildung 36 gibt einen Überblick über die wesentlichen Komponenten und ihre Interaktion. Eine verteilte Architektur für die Integration von Datenquellen erlaubt einerseits das Einbinden von zentralen Datenquellen von Energieversorgern oder Netzbetreibern, die im Smart Grid involviert sind, aber auch dezentralen Datenquellen wie beispielsweise IKT-Gateways die einen Web-Service-basierten Zugriff auf Smart Meter und Heim- und Gebäudeautomationssystemen erlauben. Ein Security- und Access Control Proxy (**SEC-ACL-PROXY**) sorgt einerseits für die Integration und Registrierung der Datenquellen bei den zentralen Komponenten der Architektur (**Smart Web Grid Core**) und andererseits für eine sichere Kommunikation basierend auf Verschlüsselung und digitalen Signaturen. Der **Smart Web Grid Core** nimmt eine zentrale Rolle in der Architektur ein, da er für folgende Aufgaben zuständig ist:

- Verwaltung von Benutzeridentitäten zur Verfügungsstellung eines zentralen Authentifizierungspunkts für Endanwender und Benutzer von Applikationen von Drittanbietern (**Identity Provider + Single Sign On**).
- Zugriffskontrollrichtlinien und Evaluierungskomponenten zur fein-granularen Regelung des Datenzugriffs auf Smart Grid Datenquellen (**Access Policies**).
- Ausstellung von digitalen Zertifikaten in der Smart Web Grid Architektur für die Systemauthentifizierung (**Certification Authority**).
- Datenquellenkatalog zum Registrieren und Finden von Smart Web Grid Datenquellen (**Service Repository**).
- Applikationsportal zum Registrieren von Drittanbieter Anwendungen zum Zugriff auf Smart Grid Datenquellen (**Application Registry**).

Der Smart Web Grid Core kann als unabhängige Instanz im Smart Grid betrieben werden aber ebenso ist eine Betriebsführung durch einen Energieversorger möglich. Die Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit ist ein wesentlicher Aspekt der ebenfalls in diesem Deliverable berücksichtigt wird.

**Web-Anwendungen von Drittanbietern** können auf diese zentrale Infrastruktur nutzen um Anwendungen im Smart Grid Umfeld anzubieten. Die im Rahmen des Smart Web Grid Projekts erstellten Proof of Concept Anwendungen werden ebenfalls beschrieben.

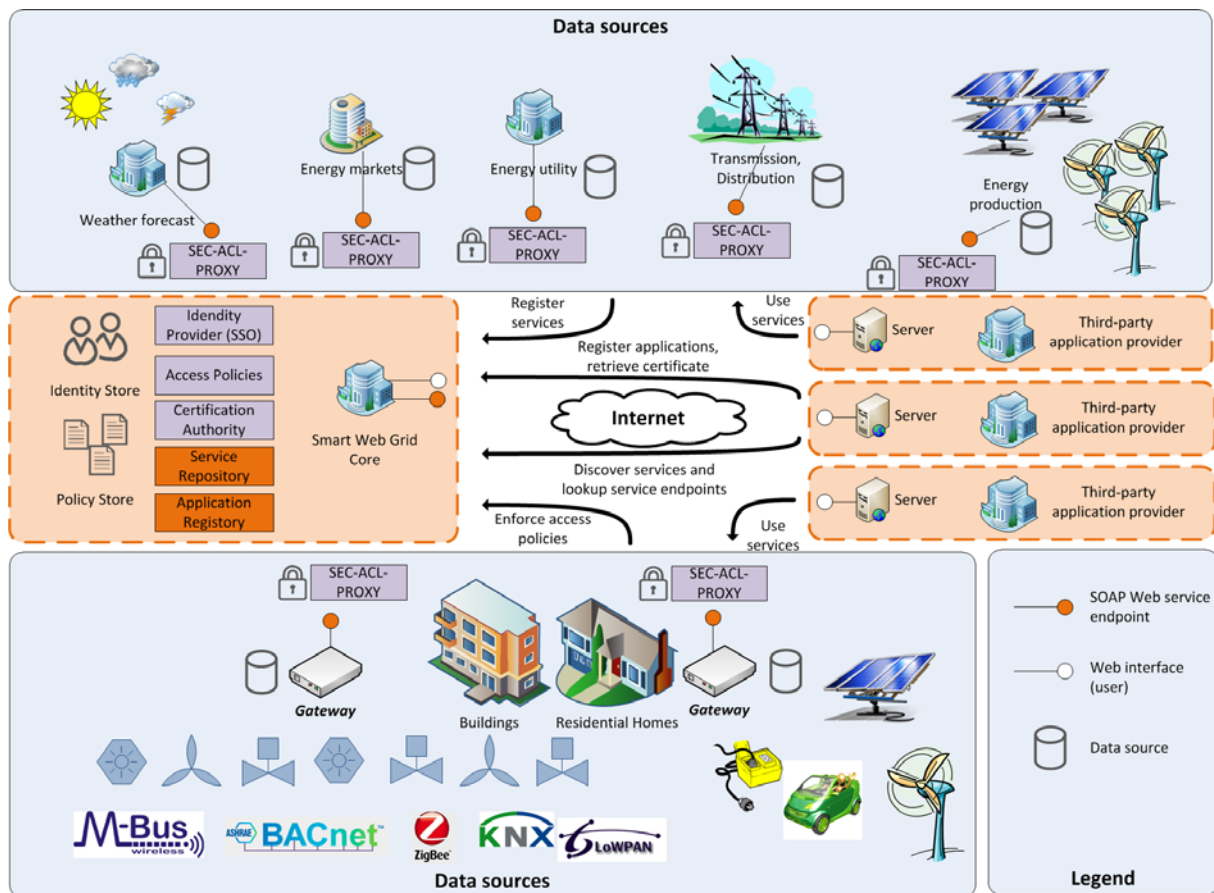


Abbildung 36 Smart Web Grid Architektur Überblick

Das folgende Kapitel beschreibt die Implementierung, Integration und Validierung der zentralen Komponenten die in der Smart Web Grid Architektur definiert wurden. Eine detaillierte Beschreibung der Proof of Concept Umsetzung bzw. eine experimentelle Implementierung hinsichtlich Nutzbarkeit im Smart Grid und quantitative Evaluierung hinsichtlich Skalierbarkeit wird ebenfalls präsentiert.

## 2.7.2 Implementierung

Die Implementierung des Smart Web Grid Core basierte auf der Technologie-Entscheidung die innerhalb der Software Design Description (Kapitel 2.6) getroffen wurde.

Die Kernkomponente mit den wichtigsten Funktionalitäten nennt sich SmartWebGrid Core und wird im Folgenden als *Core* bezeichnet. Die Aufgaben des Cores sind neben einer zentralisierten Benutzerverwaltung und Authentifizierung auch die Autorisierung von Anfragen die von etwaigen Policy Enforcement Points kommen können. Die Gesamtarchitektur baut auf PKI (Public-Key-Infrastructure) zur Authentifizierung und Autorisierung von Applikationen bzw. Applikationsbetreibern.

### 2.7.2.1 Technologien

Die Umsetzung des Smart Web Grid Core erfolgte mithilfe von Java EE bzw. Java 7. Durch den Einsatz von Web Technologien bzw. Web Services ist jedoch die Interoperabilität des Smart Web Grid Core gegeben und beliebige Technologien und Plattformen können genutzt werden um Datenquellen oder

Anwendungen zu integrieren. Für die Persistierung der im Smart Web Grid Core vorliegenden Daten (Benutzeridentitäten, Applikationsdaten, Service Repository, Zugriffspolicies) wird mittels der Java Persistence API<sup>66</sup> auf eine relationale Datenbank zugegriffen. Im Proof of Concept wird die Datenbankengine MySQL 5.1<sup>67</sup> eingesetzt. Diese kann jedoch beliebig verändert werden.

Für die Umsetzung der sicherheitsrelevanten Funktionalitäten des Core wird das JBoss PicketLink Framework<sup>68</sup> eingesetzt. Dieses bietet einerseits eine Evaluierungskomponente für XACML Richtlinien und andererseits auch eine Implementierung eines Identity Providers für Single Sign-On basierend auf SAML.

### 2.7.2.2 Source Code

Der Source Code des gesamten Projekts mit SmartWebGrid Core sowie Beispielanwendungen wurde mit Subversion gemanaged und war für die Dauer des Projektes allen Partnern zugänglich. Hierbei handelte es sich um einen Server des Instituts für Rechnergestützte Automation.

Alle Komponenten können lokal installiert werden und benötigen zum Testen keine Verbindung zur Testumgebung. Dies erleichtert das Entwickeln und Testen von einzelnen Software Komponenten. Hinweise und genaue Anleitung für die Installation der einzelnen Komponenten befinden sich in einem How-To im Subversion Repository.

### 2.7.2.3 Maven

Das Dependency Management der jeweiligen Software Komponenten übernimmt Maven. Alle Projekte können mit Hilfe von Maven kompiliert werden. Nützliche Maven Kommandos für den alltäglichen Gebrauch:

mvn compile	Kompilieren der Komponente
mvn clean compile	Kompilieren mit vorhergehenden löschen bereits generierter Dateien
mvn clean compile package	Wie vorheriges Kommando, jedoch wird eine JAR/WAR/EAR-Datei erstellt (je nach Konfiguration) (SwgCore, energyconsultant)
mvn clean install	Installieren der Software Komponenten im lokalen Maven-Repository
mvn clean compile exec:exec	Kompilieren des Codes und anschließendes Ausführen (SwgPep, EnergiedatenService)
mvn eclipse:eclipse	Erstellt Dateien die zur Verwendung mit Eclipse benötigt sind. Anschließend in Eclipse importieren(!).

Tabelle 5 Maven Kommandos im Smart Web Grid Kontext

<sup>66</sup> Java Persistence API <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/tech/persistence-jsp-140049.html> abgerufen: 17.4.2014

<sup>67</sup> MySQL <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.1/en/> abgerufen: 17.4.2014

<sup>68</sup> Picketlink Framework <https://www.jboss.org/picketlink> abgerufen: 17.4.2014

Bei der Verwendung von Maven kann es passieren, dass Code nicht neu kompiliert wird. Mittels mvn clean wird das build Verzeichnis gelöscht und Probleme mit Änderungen die nicht erkannt werden von Maven können somit umgangen werden. Aus diesem Grund empfiehlt sich mvn clean [commands].

#### 2.7.2.4 Verschlüsselung und digitale Signatur

Die verschiedenen Services sind mittels Rivest, Shamir und Adleman (RSA) Keypairs gesichert. Der Einfachheit halber wird nur ein Private/Public-Keypair für Signatur und Verschlüsselung der PDP-Services verwendet. Um die Core-Services zu nutzen benötigt man RSA Private/Public-Keypair. Der Public-Key wird von der Certificate Authority (CA) im Core signiert und im Keystore des Cores abgelegt. Wie der Prozess des Certification Requests funktioniert findet man in der Spezifikation der CA.

Auf Grund der prototypischen Umsetzung wurde zu Testzwecken Signed-Certificates als Zertifikate im Core eingetragen. Im weiteren Verlauf ist für einen Smart Web Grid Core Betreiber wichtig, sich als CA zu registrieren, um durch eingetragene vertrauten Root Zertifikaten Sicherheit zu schaffen – oder auf Verteilte alternativen zum Zertifikatssystem zu setzen.

Für lokales Testen und einer kompletten Installation des Cores kann man die Zertifikate unter SwgCore/SwgPdp/src/main/webapp/WEB-INF/classes/pdp.jks eintragen und den KeystoreCallback-Handler in EncryptionHelper im Security Paket anpassen. Ein Verwaltungstool für Zertifikate ist beispielsweise Portecle<sup>69</sup>.

#### 2.7.2.5 SecurityHandler

Im Paket SwgSecurity (at.ac.tuwien.auto.smartwebgrid.security) befindet sich ein SOAPHandler, der standardmäßig im PEP und PDP aktiviert und konfiguriert ist. Für die Verwendung des SecurityHandlers in Service Provider- oder Consumer Projekten muss die Konfigurationsdatei <security.properties> angepasst werden. Die Datei muss außerdem im Classpath des jeweiligen Projekts liegen. Die folgenden Konfigurationsparameter können für den SecurityHandler gesetzt werden.

incoming	true false	Eingehende Nachrichten bearbeiten
outgoing	true false	Ausgehende Nachrichten bearbeiten
incoming.decrypt	true false	Eingehende Nachrichten entschlüsseln
outgoing.encrypt	true false	Ausgehende Nachrichten verschlüsseln
outgoing.sign	true false	Ausgehende Nachrichten signieren
outgoing.keystore.file	Dateipfad	Keystoredatei mit Public-Keys von Empfängern
outgoing.keystore.alias	Key-Alias	Alias unter dem der eigene Private-Key zu finden ist.
outgoing.keystore.password	*****	Passwort des Keystores.

*Tabelle 6 Konfigurationsoptionen bei Verwendung des SecurityHandlers*

<sup>69</sup> Portecle <http://portecle.sourceforge.net>

Sollte die Frage aufkommen, warum bei den Parametern für „incoming“ keine Signatur-Validierung angegeben werden kann, dies wird automatisch anhand der SOAP Header erkannt wenn „decrypt“ gesetzt ist.

### 2.7.2.6 EncryptionHelper / SignatureHelper

Für die Verschlüsselung und anschließende Signierung sowie Entschlüsselung und Validierung der SOAP Nachricht werden der EncryptionHelper und der SignatureHelper aus dem Security Paket verwendet. Diese verwenden ebenfalls eine Konfigurationsdatei (<encryption.properties>). Hier werden die Keystore Aliase angegeben auf die die jeweiligen Funktionen zum ent- und verschlüsseln sowie signieren/validieren zurückgreifen.

reciever.alias	Alias unter dem der Public-Key des Empfängers abgelegt ist.
local.alias	Alias unter dem der eigene Private-Key zu finden ist.

*Tabelle 7 Konfiguration des Encryption- und Signature Helper*

In weiterer Folge muss den unterschiedlichen Alias ein Passwort zugeordnet werden. Dies erfolgt mit der Datei<alias.list> die aus einfachen Key-Value Paaren besteht (alias=passwort).

### 2.7.3 Komponenten

Im folgenden Abschnitt wird die Implementierung der zentralen Komponenten des SmartWebGrid Cores beschrieben. Abbildung 37 zeigt eine Übersicht der entsprechenden Komponenten und der Verteilung auf konkreter Server-Hardware. Für die Realisierung der Komponenten wurde EJB3<sup>70</sup> eingesetzt, welches als Komponentenframework von Java EE zur Verfügung gestellt wird. Die Funktionalität des XACML Policy Decision Point bzw. des SAML Identity Provider wird als separate Java Web Anwendung realisiert und mittels eine Web Archive (.war) gebündelt. Allgemeine Komponenten bzw. EJBs werden in Java Bibliotheken (.jar) gepackt und als gesamte Enterprise Applikation (.ear) am Applikationsserver gestartet.

<sup>70</sup> EJB3 – Enterprise Java Beans v3 <http://www.jboss.org/ejb3> aufgerufen: 17.4.2014

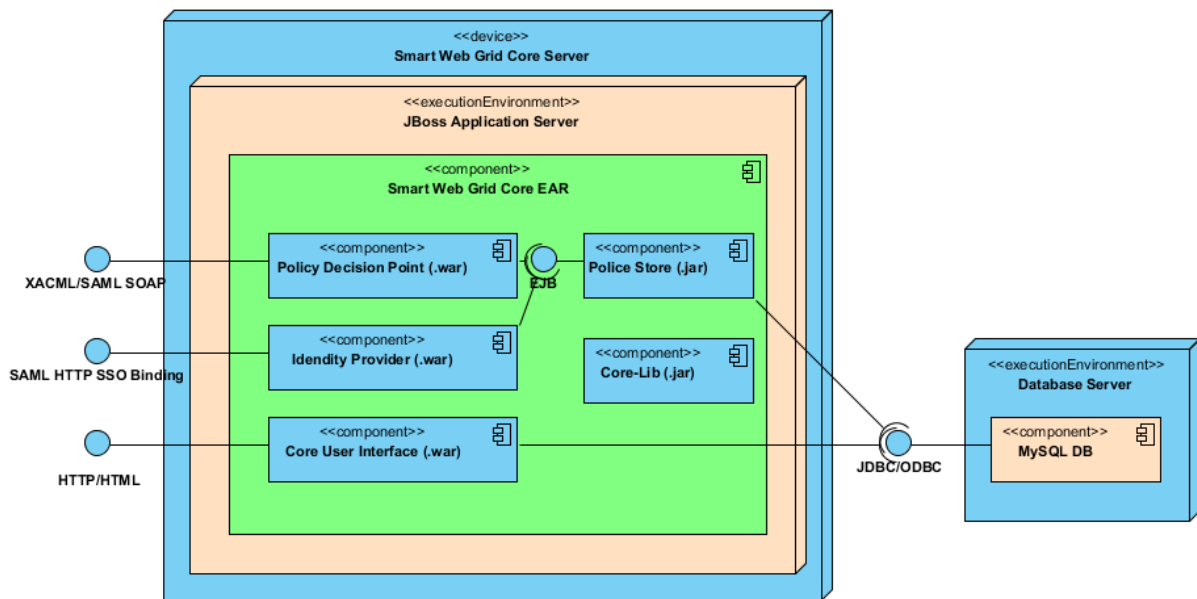


Abbildung 37 Smart Web Grid Core Komponenten

### 2.7.3.1 Policy Decision Point

Der Policy Decision Point ist eine zentrale Komponente und verarbeitet alle eingehenden Zugriffsabfragen die von allen im Gesamtsystem vorkommenden Policy Enforcement Points. Für die Implementierung des PDP (Policy Decision Point) wird auf die bestehende XACML Implementierung vom Picketlink Framework gesetzt, die wiederum die Referenzimplementierung von Oracle (ehemals Sun Microsystems) verwendet.

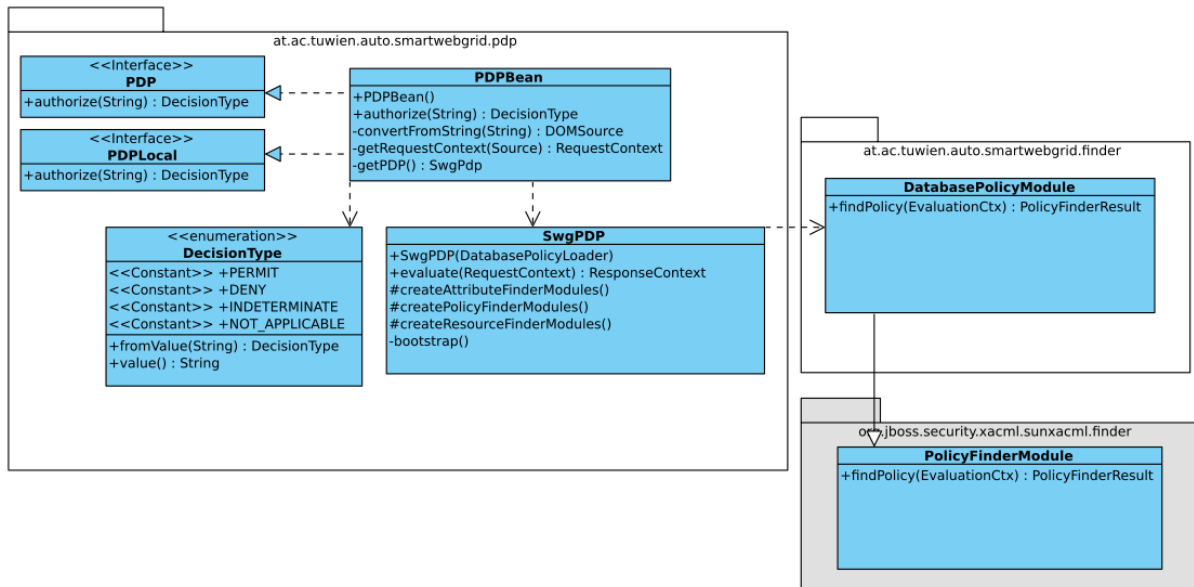


Abbildung 38: Klassendiagramm Policy Decision Point.

Abbildung 38 zeigt das Klassendiagramm des Policy Decision Point in dem man die Klasse *SwgPDP* sehen kann. Diese greift auf die PDP Implementierung von Sun zurück die XACML Requests gegen

XACML Policies evaluiert. Diese Klasse kann mittels eines *PDPConfig* Objekts konfigurieren. *PDPConfig* erlaubt es drei Arten von Modulen dem PDP Objekt zu übergeben.

- PolicyFinderModule
- AttributeFinderModule
- ResourceFinderModule

Das *PolicyFinderModule* ermöglicht dem PDP Policies zu laden und zu parsen. Da das vorliegende Framework nur Policies vom Dateisystem laden kann und nicht auf Datenbanken zugreifen kann, musste eine entsprechende Anpassung am Framework vorgenommen werden. Hierfür gibt es die Klasse *DatabasePolicyModule* die *PolicyFinderModule* implementiert. Das *DatabasePolicyModule* greift auf den PolicyStore zu der anhand der Resource ID die benötigte XACML Policy lädt.

### 2.7.3.2 Policy Enforcement Point (Security und Access Control Proxy)

Der Policy Enforcement Point (von engl. enforcement „Erzwingung“) kurz PEP, stellt die Schnittstelle zum Policy Decision Point (PDP) dar, der als Hauptkomponente im Core sitzt. Der PEP ist im eXtensible Access Control Markup Language (XACML) Standard definiert als ein Gateway zwischen einer Ressource, einem Accessor und dem PDP. Letzterer entscheidet ob ein Zugriff erlaubt oder verweigert wird. Der PEP bzw. SWG Security Gateway, liegt als Java Paket vor, welches mit folgenden Konfigurationsparametern ausgestattet ist:

servicelIdentifier	Servicebezeichnung die für die Service Registry verwendet wird (MeterReadings, Weather, ...)
sourcePort	TCP Port Nummer auf der der PEP hören soll
destinationPort	TCP Port Nummer auf der das Zielservice läuft
destination	Adresse unter der das Zielservice zu erreichen ist
pdp.wsdl	WSDL URI des PDP
pdp.policyDir	Verzeichnis in dem XACML Policies lokal abgelegt werden (noch nicht vollständig implementiert)

Tabelle 8 Policy Enforcement Point Konfigurationsparameter

Für die Implementierung des Policy Enforcement Points (PEP) wurde der Membrane Service Proxy<sup>71</sup> verwendet. Der Policy Enforcement Point ist jene Komponente die direkt bei Datenquellen die Integration im Smart Web Grid Core übernehmen. Für SOAP Web Services kann diese Komponente transparent for einer Schnittstelle platziert werden ohne bestehende Schnittstellen ändern zu müssen. Neben der Rolle als XACML Policy Enforcement Point übernimmt der Policy Enforcement Point auch die Verschlüsselung und Sicherstellung der Authentizität der Kommunikation. Aus diesem Grund wird er auch als allgemeiner Security und Access Control Proxy (SEC-ACL-Proxy) eingesetzt. Das Membrane Framework bietet einen leicht zu erweiternden SOAP Router an. Hierfür werden Interceptoren in die

<sup>71</sup> Membrane <http://www.membrane-soa.org/service-proxy/> abgerufen 17.4.2014



Verarbeitungskette eingefügt. Dies ermöglicht es, einen einkommenden Request zu analysieren und gegebenenfalls auch zu manipulieren.

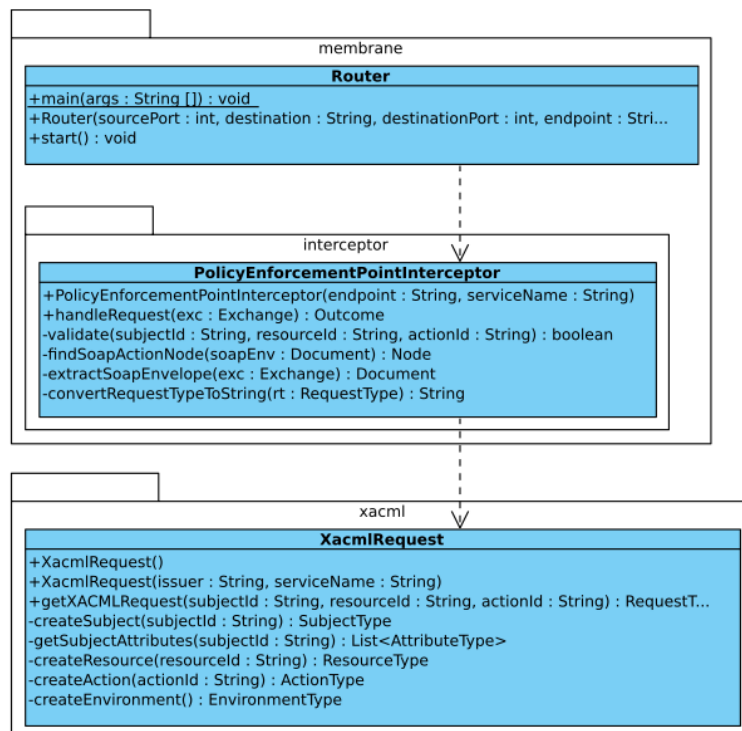


Abbildung 39: Klassendiagramm Policy Enforcement Point.

In Abbildung 39 sieht man das Klassendiagramm des Policy Enforcement Points in dem sehr gut zu erkennen ist, dass der Router von Membrane es sehr leicht ermöglicht einen SOAP Proxy abzubilden. Der PEP wird so konfiguriert, dass er auf einen bestimmten Port hört und ankommende SOAP Requests analysiert. In der Klasse *PolicyEnforcementPointInterceptor* sind alle benötigten Schritte abgebildet um einen sicheren Datenaustausch im SmartWebGrid zu gewährleisten. Abbildung 40 illustriert das umgesetzte Vorgehen des Policy Enforcement Point. Erweist sich der Request als gültig wird die Anfrage an den gesicherten Service weitergeleitet.

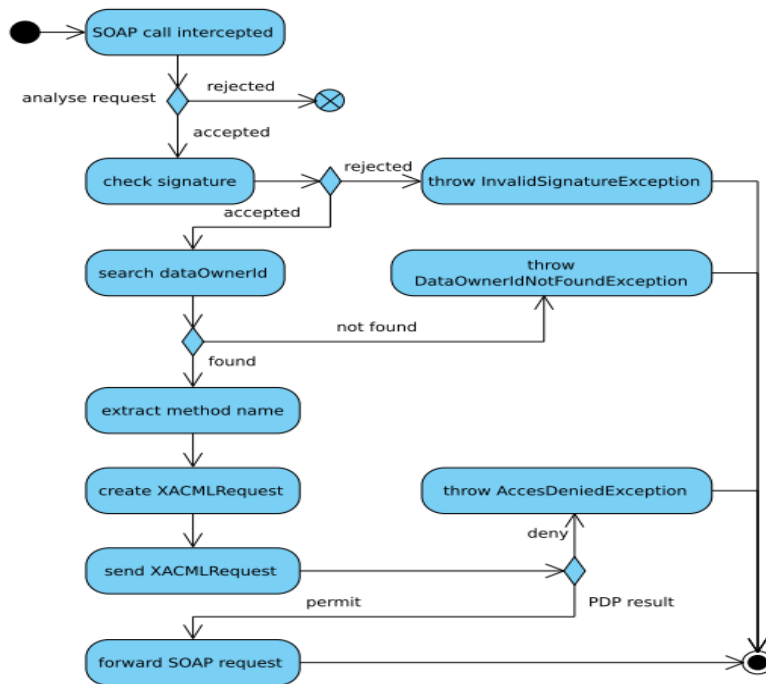


Abbildung 40: Aktivitätsdiagramm Policy Enforcement Point

### 2.7.3.3 Policy Store

Der PolicyStore wurde als eigenständiges Enterprise Java Bean (EJB) deployed. Dies hat den Vorteil, dass mehrere Applikationen auf die Datenbankschnittstelle zugreifen können. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt mittels Java Persistence API (JPA). Dadurch bleibt man unabhängig von der Datenbank-Engine und kann diese leicht austauschen.

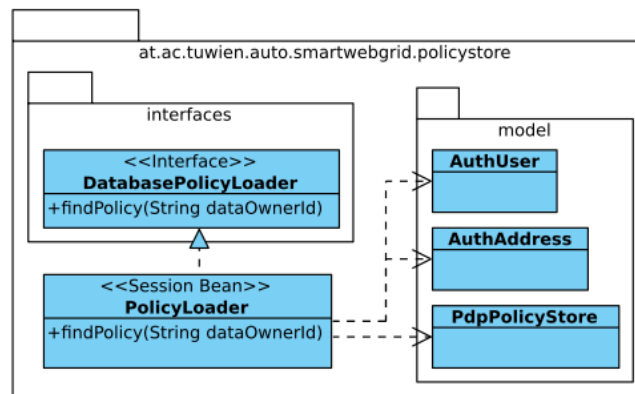


Abbildung 41: Klassendiagramm PolicyStore

### 2.7.3.4 Service Provider

Ein Service Provider stellt eine Ressource dar, auf die von außen zugegriffen werden kann. Im Fall von SmartWebGrid und dem derzeitigen Implementierungsgrad wird der Zugriff auf diese Ressource über SOAP ermöglicht.

Die Spezifikation des Policy Enforcement Point und der dahinter liegenden Services bezieht sich auf eine ID, die zur eindeutigen Identifizierung des betroffenen Datenbesitzers, genannt `dataOwnerId`, dient. Diese ID muss als Parameter mit dem Namen **`dataOwnerId`** vorkommen. Mehr Anforderungen gibt es nicht an Service Provider-Implementierungen. In naher Zukunft wird es noch die Alternative geben, die `dataOwnerId` im SOAP Header anzugeben. Die Verschlüsselung des Datenverkehrs kann mithilfe des SecurityHandlers und der dazugehörigen Konfiguration bewerkstelligt werden. Die restliche Sicherung des Service übernimmt der PEP.

### **2.7.3.5 Service Registry**

Die Service Registry wurde in Anlehnung an bestehende Service Registries, die in der Software Design Description identifiziert wurden, entwickelt jedoch musste für die Anforderung, dass im Verzeichnis auch Abhängigkeiten zwischen den kommunizierenden Parteien abgebildet werden müssen, neu entwickelt werden. Die Service Registry ist ein eigenständiges SOAP Service, das auch über JPA auf die dahinter liegende Datenbank zugreift.

Services werden in einer Service Registry registriert. Für den lokalen Test ist dies jedoch noch nicht nötig. Der momentane Status der Registry bedarf noch Verbesserung, die in den kommenden Wochen umgesetzt werden sollte. Der sogenannte PEP oder eigentlich besser, Security Gateway wird die Funktion der Serviceregistrierung übernehmen können in Zukunft, sodass ein Service nur konfiguriert werden muss. Hierfür wird auch an Service Provider und Service Consumer eine eindeutige ID übermittelt, die in Zusammenhang mit der PKI-Infrastruktur, der Authentifizierung dient.

### **2.7.3.6 Service Consumer**

Service Consumer haben die Möglichkeit auf die Services von Service Providern zuzugreifen. Die Entscheidung welche Service Consumer auf welche Daten und Services zugreifen können obliegt dem sogenannten Data Owner.

Service Consumer Applikationen müssen im Vergleich zu Service Provider Applikationen wesentlich mehr berücksichtigen. Da sich eine Person die einen Service Consumer verwendet authentifizieren muss, benötigt ein Service Consumer ein Interface zum Identity Provider (IDP). Die IDP-Implementierung basiert auf JBoss Picketlink und bietet für JBoss und Tomcat bereits fertige Konfigurationen und Klassen, die eine Authentifizierung mittels Container Managed Security erlauben. Tomcat<sup>72</sup> wurde für die prototypische Implementierung im Projekt Smart Web Grid als Application Server verwendet.

### **2.7.3.7 Data Owner**

Nach österreichischem Gesetz sind die Energiedaten, die durch intelligente Messgeräte aufgezeichnet werden, im rechtmäßigen Besitz der Person, die die Wohneinheit bewohnt zum Zeitpunkt der Aufzeichnung.

---

<sup>72</sup> Tomcat <http://tomcat.apache.org> abgerufen: 17.4.2014

### **2.7.3.8 Identity Provider**

Der Identity Provider wurde mit Hilfe von Picketlink umgesetzt und eine bestehende Implementierung adaptiert. JBoss AS unterstützt das Konzept von Container Managed Security und ermöglicht mittels einer XML Konfiguration das Anbinden einer Datenbank zur Verwaltung von Benutzerdaten.

### **2.7.3.9 Security Package**

Das Security Package ist ein zentrales Element in der SmartWebGrid Architektur da nahezu jedes andere Paket davon abhängig. Die heterogene Architektur mit den unterschiedlichen Web Services stellt mit diesem Paket eine einfache Möglichkeit dar, SOAP Web Service Kommunikation zu verschlüsseln und zu signieren.

### **2.7.3.10 Commons Package**

Hier werden Tools gebündelt die von unterschiedlichen Komponenten verwendet werden können.

### **2.7.3.11 Core User Interface**

Das User Interface wurde mit Apache Tapestry<sup>73</sup> implementiert, welches ebenfalls Picketlink nutzt, um Container Managed Security von JBoss AS für die EndanwenderInnen transparent zu ermöglichen. Das Core User Interface wurde einerseits als XACML Policy Administration Point konzipiert und ermöglicht die Administration der Zugriffskontrollrichtlinien und andererseits als User Interface für die später notwendige Funktionalität des Anlegens von Policies, neuer Datenquellen und das Modifizieren dieser durch zertifizierte, autorisierte Anbieter.

## **2.7.4 Schnittstelle grafische Benutzeroberfläche**

Eine der bedeutendsten Schnittstellen für die Akzeptanz der Projektergebnisse ist die Schnittstelle zu den EndanwenderInnen, die das System im täglichen Leben verwenden können, oder nicht.

### **2.7.4.1 Login**

Die Informationsplattform Smart Web Grid Core als Schnittstelle stellt ein wiedererkennbares Login Formular zur Verfügung (Abbildung 42). Das Design baut auf einem allgemeinen Konzept auf, und wurde pro Use Case angepasst. Der Clickdummy ist die letztgültige Instanz für die Umsetzung. Alle Designschritte dazwischen dienen zur Abstimmung von Details.

Die Umsetzung der Use-Cases der Applikationen erfolgt als WebApp, die mit aktuellen Mobile-Devices bedient werden kann.

---

<sup>73</sup> Tapestry <http://tapestry.apache.org> [25.10.2013]

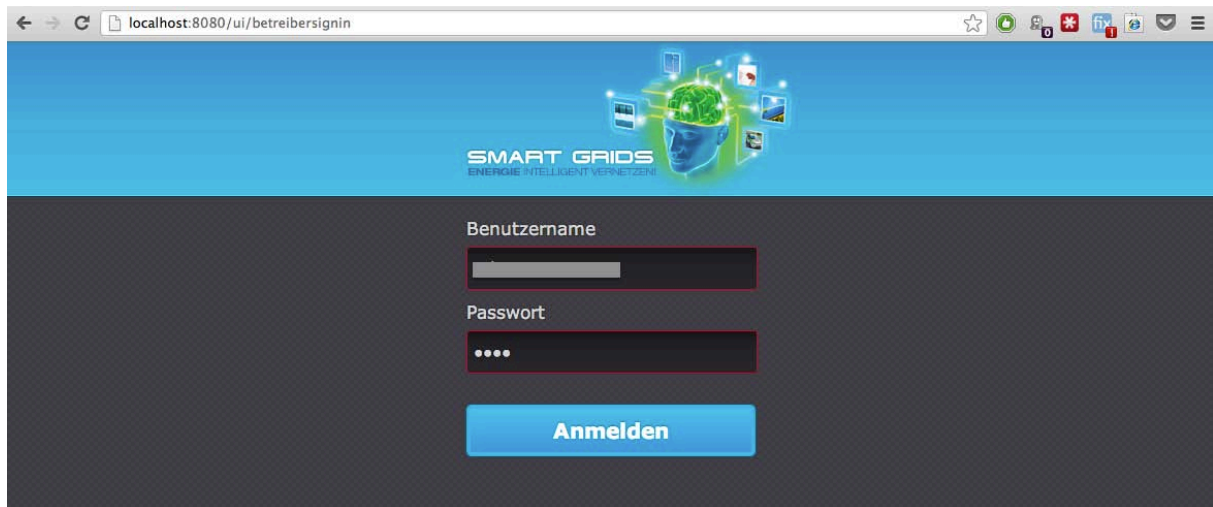


Abbildung 42 Smart Web Grid Core signin

## 2.7.4.2 Programmliste

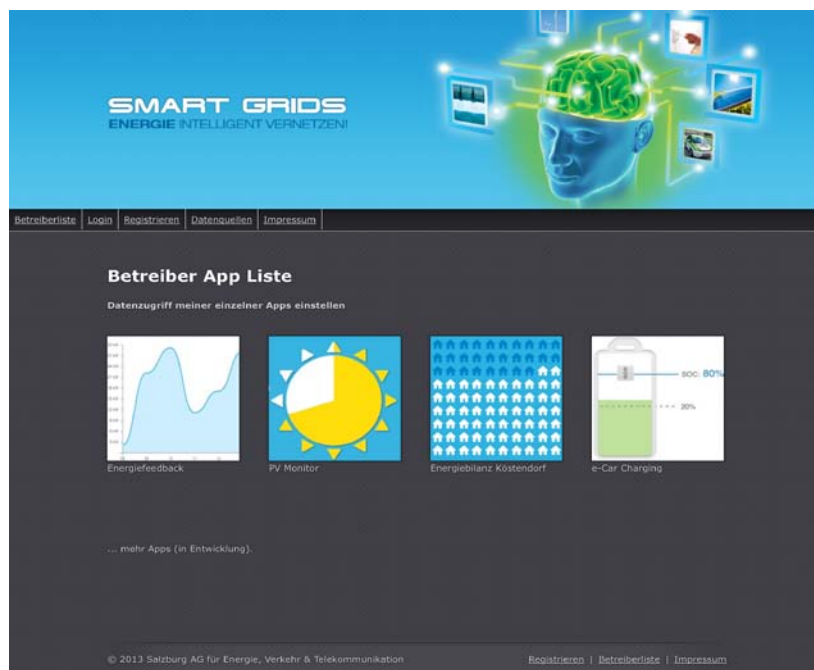


Abbildung 43: Übersichtsseite der eingereichten Applikationen als BetreiberIn

Für die Core Plattform läuft im Hintergrund die Authentifizierung transparent über PicketLink und die Nutzer werden je nach ihrer Rolle als Kunde oder Entwickler entweder an eine Übersichtsseite ihrer verwendeten Applikationen weitergeleitet (Abbildung 44), oder auf eine Übersichtsseite ihrer eigenen Applikationen geschickt (Abbildung 43).

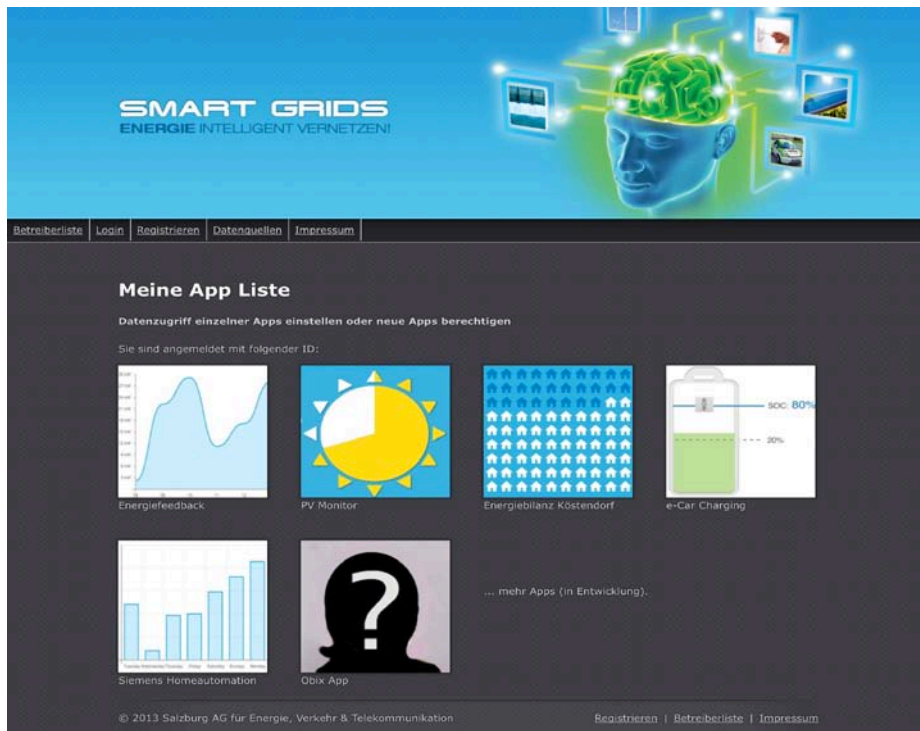


Abbildung 44: Auflistung der Apps die eine NutzerIn zum Verwenden ausgewählt hat

Wichtiger als das einfach gehaltene Smart Web Grid Core Interface sind die Anwendungen, welche diese Plattform transparent für die EndanwenderInnen nutzen.

### 2.7.4.3 Berechtigungsadministration

Die Anwendungen benutzen je nach gebotem Funktionsumfang immer nur Teilaspekte der Informationsplattform – alles aber transparent hinter ihrem jeweiligen User Interface. So wurden, um ein Proof-of-Concept zu ermöglichen, mehrere Anwendungen entworfen, die alle unterschiedlich aussehen, unterschiedliche Funktionen für die Nutzer erfüllen, aber alle die gleiche Plattform Infrastruktur nutzen, um die KundInnenfreigegebenen Daten für die NutzerInnen darstellen zu können.

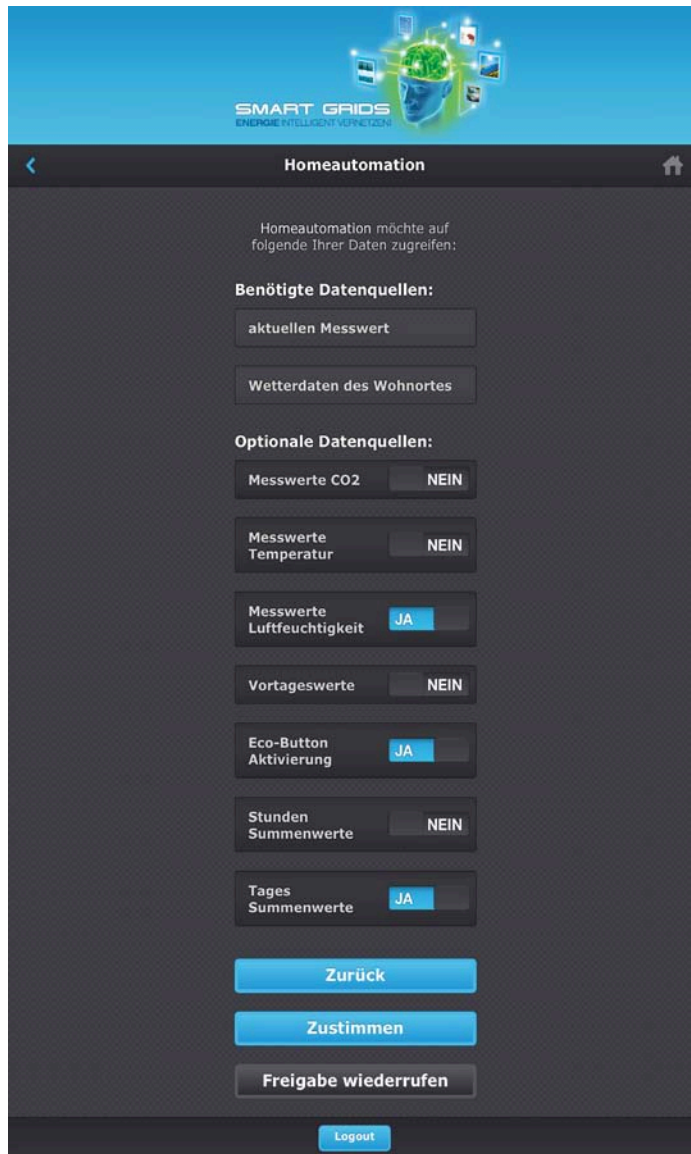


Abbildung 45: Homeautomation Datenquellenfreigabe

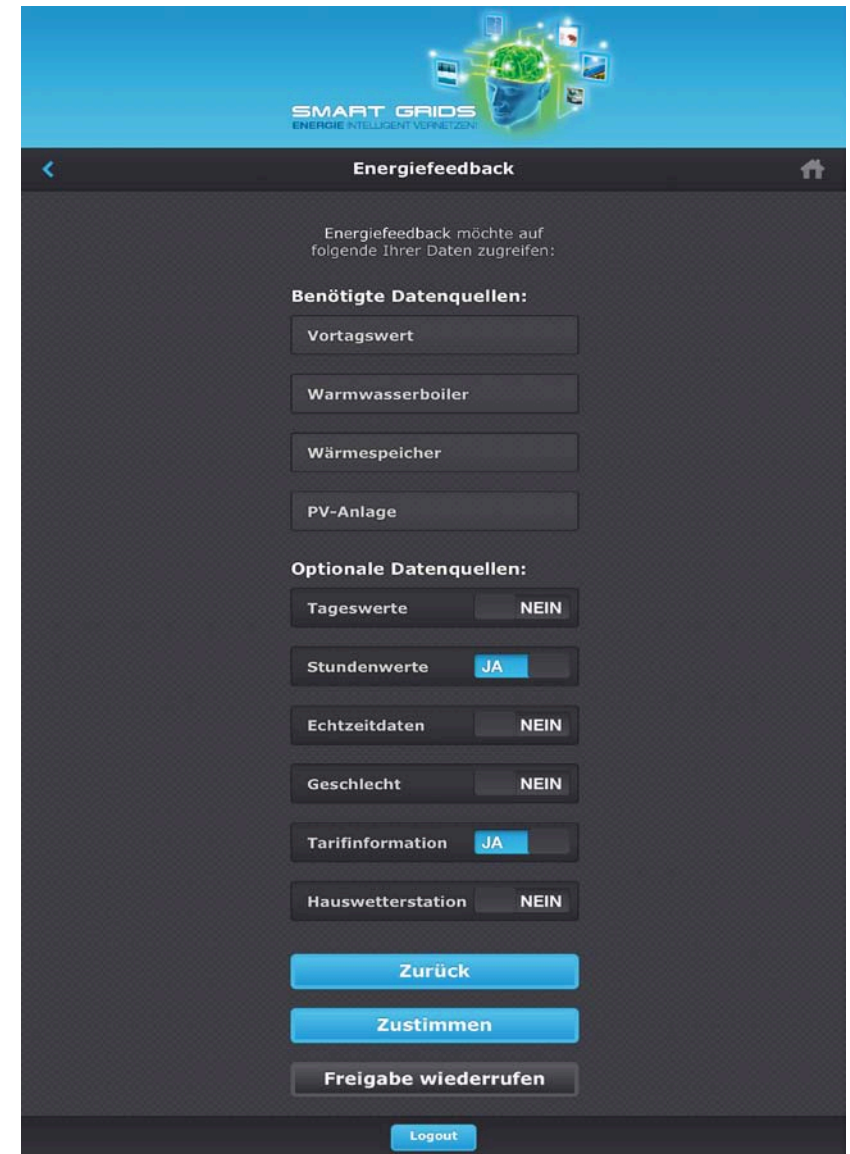


Abbildung 46: Energiefeedback Datenquellenfreigabe

Im Folgenden sollen beide, Abbildung 45 und Abbildung 46 erläutert werden. Die NutzerInnen einer App müssen vor der Verwendung zustimmen, dass sie die Benötigten Datenquellen für die App zur Verwendung freigeben. Erfolgt diese Freigabe nicht, kann die App nicht verwendet werden und sie werden zur App Liste zurückgeschickt. Optionale Datenquellen erhöhen die gebotenen Funktionen der Apps, sind aber nicht Funktionsnotwendig. Auch hier kann die Nutzerin jederzeit die Berechtigung auf Zugriff der Daten wieder entziehen. Nach dem Zustimmung der aktuellen Einstellung, wird die Nutzerin die Wahl zur App weitergeleitet zu werden, oder die Einstellungen dieser oder anderer Apps zu modifizieren.

#### **2.7.4.4 App Developer Sicht**

Entwickler oder Betreiber einer Smart Web Grid Anwendung, müssen sich im Core als Betreiber oder Entwickler einer App registrieren (Abbildung 48).

Sie erhalten nach Abschluss der Registrierung ein Zertifikat, welches sie gegenüber dem Core zur Authentifizierung verwenden können, um Apps einzureichen. Eingereichte Apps nutzen vorhandene Datenquellen, oder stellen neue Datenquellen zur Verfügung. Die BetreiberIn stellt den Namen der App, die URL der App, die notwendigen und optionalen Datenquellen für EndanwenderInnen ein (Abbildung 47).



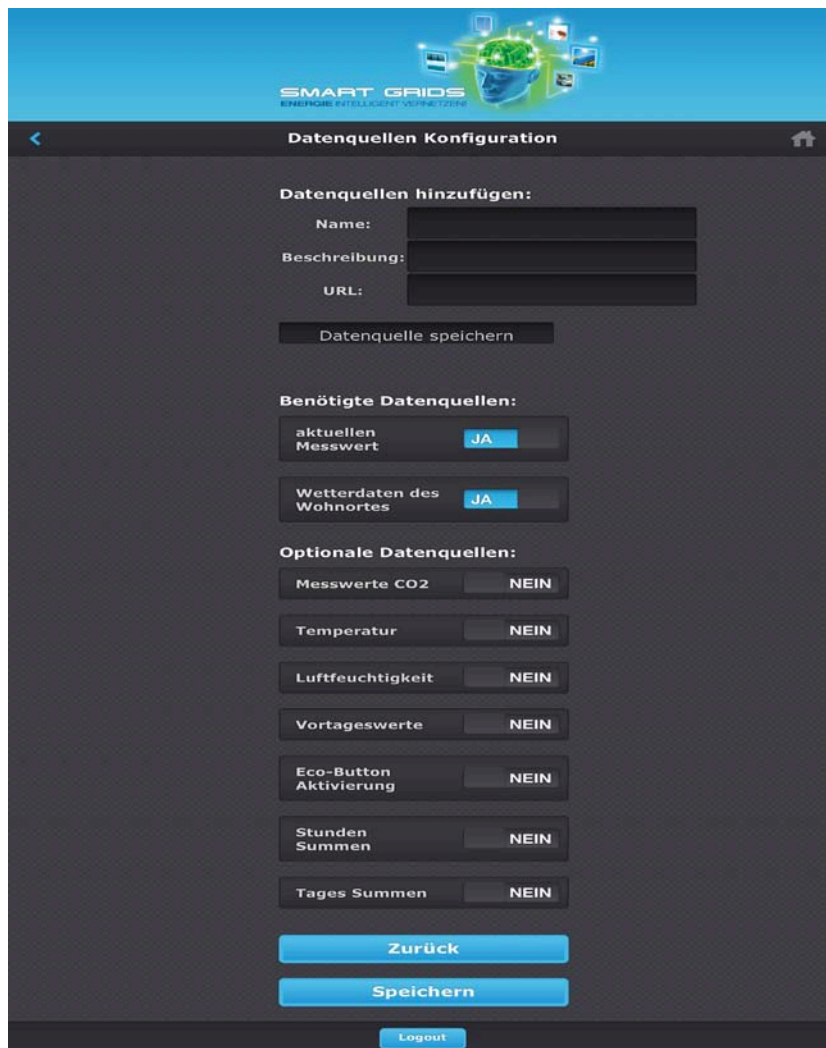


Abbildung 47: AppEinreichung und Datenquellen Parametrierung der App

In der prototypischen Implementierung wurden diese Funktionen (Zertifikatserstellung, App Einreichen, neue Datenquellen einreichen) manuell vorgenommen. Als Backendzertifikatsverwaltung des Core diente Portecle<sup>74</sup>.

<sup>74</sup> Portecle GUI KeyStore <http://portecle.sourceforge.net/>

Abbildung 48: Betreiber oder Entwickler Registrierung um Zertifikat zu erhalten

Sie erhalten nach Abschluss der Registrierung ein Zertifikat, dass sie gegenüber dem Core zur Authentifizierung verwenden können, um Apps einzureichen.

#### 2.7.4.5 Beispielanwendungen

Die Umsetzung der Use-Cases der Applikation erfolgte als WebApp die mit aktuellen Mobile-Devices bedient werden kann. Zur Abbildung der Inhalte und Interaktionen wurde je nach verwendetem Endgerät HTML5<sup>75</sup>, CSS3<sup>76</sup> und Javascript verwendet. Wenn Vektorgraphiken benötigt werden wurde je nach

<sup>75</sup> HTML5 <http://www.w3.org/TR/html5/> abgerufen: 17.4.2014

<sup>76</sup> CSS3 <http://www.w3.org/Style/CSS/> abgerufen: 16.4.2014

verwendetem Endgerät auf Scaleable Vector Graphics (SVG), Canvas oder Vektor Markup Language (VML) zurückgegriffen.

Die Bereitstellung der Daten erfolgte über das INUBIT Enterprise BUS System<sup>77</sup> der Salzburg AG. Die dafür benötigte Schnittstelle wurde von der Salzburg AG bereitgestellt. Zur effektiven Umsetzung der Applikationen wurde die Kommunikation mit den Webanwendungen über JavaScript Object Notation (JSON) anstelle der umfangreichen SOAP Schnittstelle implementiert.

Zur Cross-Domain Kommunikation mit dem INUBIT System wurde durch die WebApp ein Proxy auf PHP Basis verwendet. Für sichere Kommunikation wurde durch Zertifikate geschützte HTTPS eingesetzt.

Das Hosting der Test- und Entwicklungsumgebung wurde umgesetzt. Externe Schnittstellen wurden vom Konsortium (Siemens, Salzburg Wohnbau, ASG etc.) bereitgestellt.

Im Rahmen der Umsetzung musste seitens Salzburg AG eine Möglichkeit zum Zugriff auf die Schnittstelle via Firewall Freigabe oder ähnliches geschaffen werden.

Das User Interface in diesem Projekt stellt nicht das einzig mögliche Design dar – aber ein von NutzerInnen gut verstandenes und akzeptierte Mischung von Design und Funktionalität. Für umfangreiche Ergebnisse zu den qualitativen Eindrücken und Akzeptanz des Gesamtsystems der Workshops soll an dieser Stelle auf das Kapitel 2.8 verwiesen werden.

Generell bietet die Offenheit der Schnittstellen der Plattform Möglichkeiten für Drittunternehmen, individuelle Apps analog zu App-Stores im SmartPhone Bereich zur Verfügung zu stellen. Dies unterstützt nicht nur potentielle Smart-Grids-Anwendungen, sondern genauso auch Anwendungen weiterer Bereiche z. B. im Gesundheitssystem, Sicherheit, Wetter und Versicherungsdienste, Dienste der Hausverwaltung oder für Notfalleinsatzkräfte, um nur ein paar zu nennen.

Fünf Apps wurden als Proof of concept umgesetzt. Die Home Automation App beispielsweise ermöglicht es Kunden mit entsprechender technischer Ausstattung in der Wohnung, die Komponenten der Home Automation zu monitoren und bei Bedarf Änderungen vorzunehmen. Konkret werden dabei der aktuellen Werte für Raumlufttemperatur, Raumluftfeuchte und CO<sub>2</sub>-Gehalt angezeigt. Ein farblich gekennzeichnete Balken hilft dem Kunden durch eine Bewertung mit den Ampelfarben grün/gelb/rot, die Zahlenwerte zu interpretieren. Mit einer Symbolik (grünes Blatt/rotes Blatt) wird der Zustand des ECO-Buttons angezeigt. Darüber hinaus hat der Kunde die Möglichkeit, den Raumtemperatur-Sollwert und den Zustand des ECO-Buttons zu verändern.

Die Applikation *energyconsultant* dient als Beispiel für einen Service Consumer. Ein Service Consumer vereint mehrere Komponenten des SmartWebGrid Projekts. Einerseits die Authentifizierung eines Benutzers als Data Owner über den Identity Provider. Andererseits als Schnittstelle zu einem Service Provider von dem Daten bezogen werden sollen.

Um einen Service Consumer zu entwickeln benötigt man folgende Komponenten:

- Identity Provider Client
- Client zu Service Provider
- Public-, Private-Key Paar

---

<sup>77</sup> BOSCH Software Innovations Suite <http://inubit.com> abgerufen: 17.4.2014

Als IDP-Client muss Apache Tomcat konfiguriert werden. Für die Erstellung eines Web Service Clients von einem Service Provider kann in aller Regel aus dem WSDL-File ein Client-Stub generiert werden. Das User Interface und der Funktionsumfang der Beispielanwendungen werden etwas später in diesem Dokument im Kapitel 2.7.6 über Beispielanwendungen noch ausführlich beschrieben.

## **2.7.5 Validierung**

Das Ziel der Bisherigen Arbeitspakete war die Konzeption eines Informationsmodells für Webservice-basierenden Zugriff auf Smart Grids-Datenquellen, um die Fragestellung zu beantworten, wie der Datenaustausch im Smart Grid zwischen den unterschiedlichen Akteuren universell, interoperabel und effektiv gestaltet und ein Mehrwert für den Kunden durch die Verknüpfung unterschiedlicher Dienste geschaffen werden kann. Die in diesem Prozess entstandene Architektur soll an dieser Stelle validiert werden, bevor einzelne Anwendungen (Use-Cases) prototypisch umgesetzt werden.

### **2.7.5.1 Fallstudie zur experimentellen Integration**

Die Validierung der Smart Web Grid Architektur und der Core Komponenten erfolgte im Rahmen einer Fallstudie bei der einerseits eine experimentelle Integration in einer Smart Grid Laborumgebung durchgeführt wurde und andererseits eine Integration in der Infrastruktur eines Energieversorgers.

#### *2.7.5.1.1 Laborumgebung*

Die Laborumgebung setzt sich aus diversen Datenquellen zusammen, die in einem Smart Grid anzutreffen sind. Dazu zählen vor allem Datenquellen die in privaten Heimen und kommerziellen Gebäuden anzutreffen sind, wie zum Beispiel Smart Meter und Heim- und Gebäudeautomationssysteme. Abbildung 49 zeigt einen Überblick welche Komponenten verwendet wurden um die Smart Web Grid Architektur zu validieren.

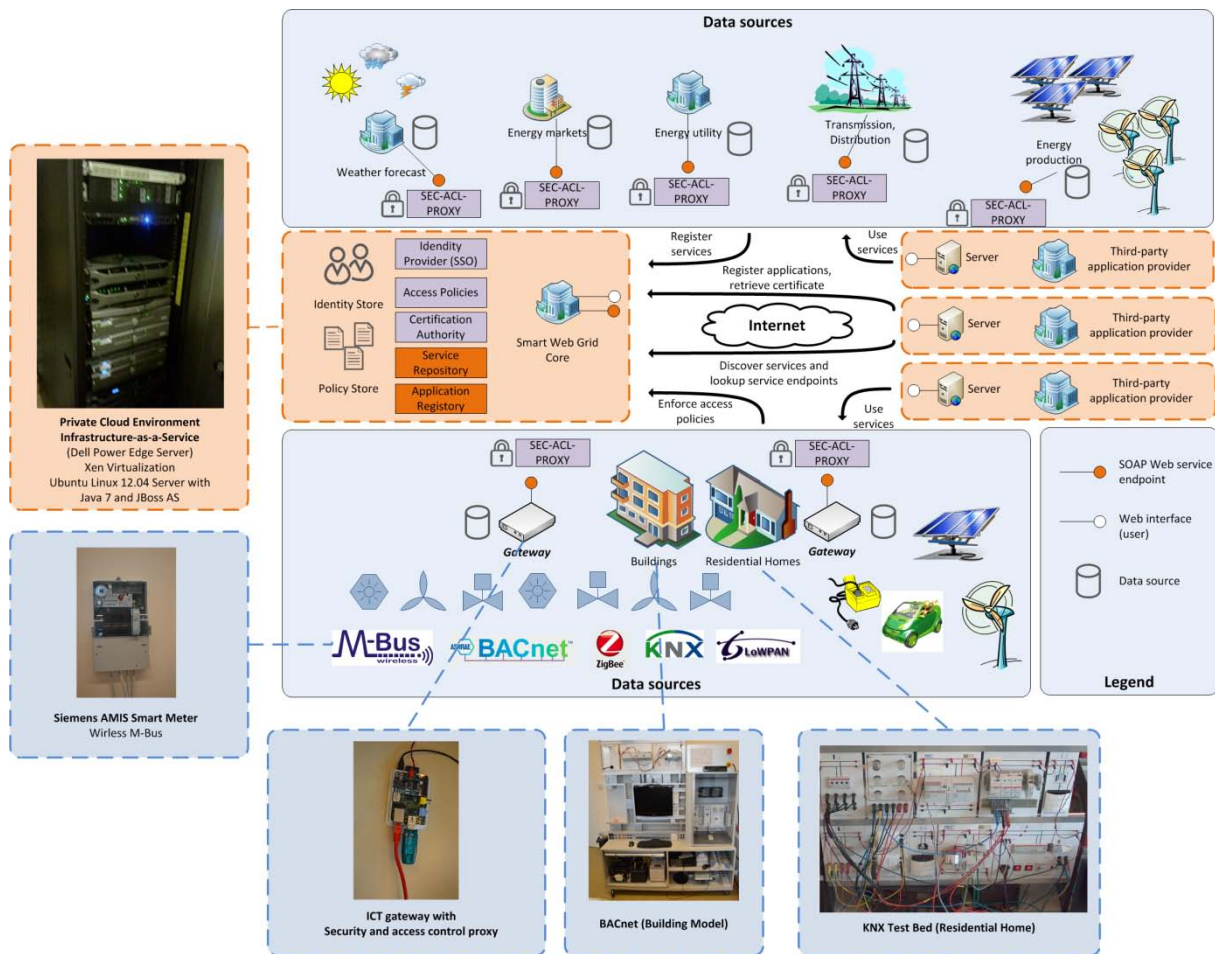


Abbildung 49 Smart Web Grid - Laborumgebung zur Konzeptvalidierung

Der SmartWebGrid Core wird als EAR (Enterprise Archive) in einem Java Application Server gestartet. Für die Proof of Concept Integration wird hierbei der JBoss AS 7 Applikationsserver eingesetzt. Als Server Betriebssystem wird ein Linux Ubuntu 12.04 Server eingesetzt, der in einer privaten Cloud-Umgebung (Infrastructure-as-a-Service) betrieben wird. Der SmartWebGrid Core wurde sowohl auf einem JBoss AS 6 als auch auf 7.1 getestet.

Für die beispielhafte Integration von Datenquellen wurde ein Siemens Smart Meter, ein BACnet Gebäudemodell und ein KNX<sup>78</sup> Raummodell über ein IKT Gateway welches SOAP Web Services zur Verfügung stellt eingesetzt. Das IKT Gateway stellt Web Service konform zum OASIS Building Information Exchange Standard zur Verfügung welcher von der NIST als relevanter Standard für Interoperabilität im Smart Grid identifiziert wurde [CITE NIST]. Das IKT Gateway wird auf einer eingeschränkten Hardware-Plattform (Raspberry Pi<sup>79</sup>) betrieben und der Security und Access Control Proxy als SOAP eingesetzt um die Datenquellen in der Smart Web Grid Architektur zu integrieren. Durch diese experimentelle Evaluierung konnte gezeigt werden dass,

<sup>78</sup> KNX <http://www.knx.org> abgerufen: 17.4.2014

<sup>79</sup> Raspberry Pi <http://www.raspberrypi.org/> abgerufen: 17.4.2014

- das Smart Web Grid Architekturkonzept mit bestehenden Technologien kompatibel ist und Datenquellen gesichert in eine Web-Service basierte IKT Infrastruktur integriert werden können,
- das dezentrale Datenhaltungskonzept durch den Einsatz von IKT Gateways machbar ist und
- der entwickelte Zugriffskontrollmechanismus transparent vor beliebigen existierenden Web Service Schnittstellen eingesetzt werden kann.

### 2.7.5.2 Skalierbarkeitsanalyse

Der Smart Web Grid Core wurde als zentrale und kritische Infrastruktur identifiziert. Im Besonderen die zentrale Evaluierung von Zugriffskontrollentscheidungen führt zu einem Skalierbarkeits- und Performanceproblem. Aus diesem Grund wurde eine Skalierbarkeitsanalyse des Policy Decision Points durchgeführt. Für die Skalierbarkeitsanalyse wurde einerseits ein Warteschlangenmodell der Core Infrastruktur und andererseits ein experimenteller Benchmark herangezogen.

### 2.7.5.3 Setup

Für den Benchmark wurde ein Komponenten Setup entsprechend Abbildung 50 eingesetzt. Anhand eines Beispiels mit einem SmartMeter Service (MeterReadings) und einer Client Implementierung.

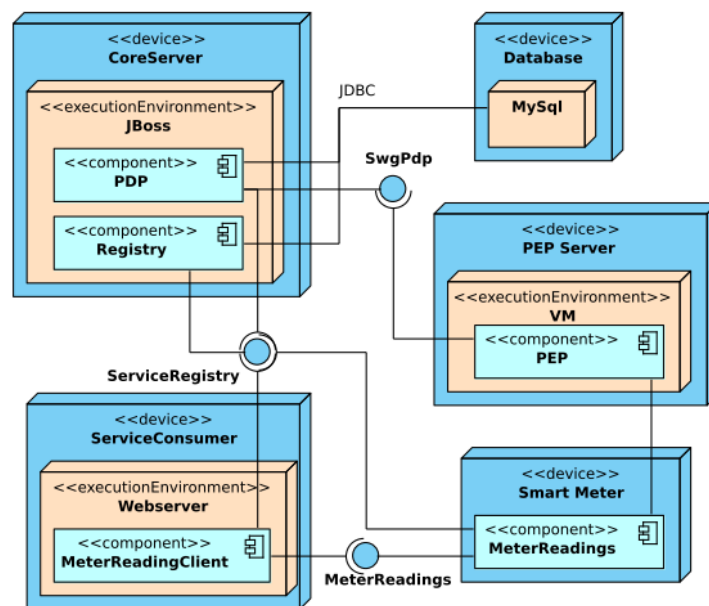


Abbildung 50 Komponentensetup für Benchmark

Der Policy Decision Point, der Service Provider und der Service Consumer befinden sich alle auf unterschiedlichen Server. Die Server-Hardware ist vergleichbar mit einem Amazon Elastic Cloud (EC2) mit 2GHz, 4GB RAM und einem RAID 5. Die Server sind virtuelle Maschinen auf einem Server mit einem AMD Opteron 6.128 CPU. Als Betriebssystem verwenden wir ein 64 Bit Linux mit Kernel 3.0.0-12-generic. Die Datenbank wurde mit 100.000 Usern ausgestattet die alle eine XACML Policy haben. Dies führt zu einer 1,9GB großen Datenbank. Das gesamte Testszenario verwendet JMeter mit fünf Server Instanzen und einem Client der die Tests startet und stoppt.

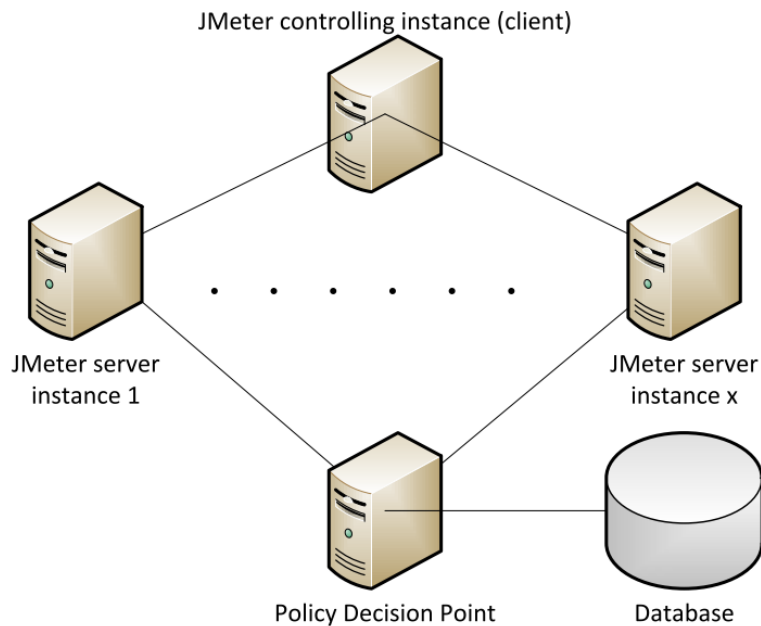


Abbildung 51: Benchmark Layout

Abbildung 51 schematisiert das Setup des Benchmarks. Die fünf Server Instanzen des JMeter sind jeweils auf eigenständigen Servern im selben Netzwerk installiert. Die Aufteilung der Requests auf die fünf Instanzen geschieht im Vorfeld mit Hilfe eines Python Scripts, das die Tasks gleichermaßen auf die fünf Instanzen aufteilt. Jedoch gibt es mit JMeter ein Problem wenn man versucht eine bestimmte Anzahl von Requests festzulegen und dies in einer verteilten Testumgebung macht. Hierbei unterscheidet sich leider die gewünschte Anzahl an Requests mit der tatsächlichen Anzahl was zu etwas schwerer interpretierbaren Daten führt. Aus diesem Grund befinden sich im folgenden Abschnitt jeweils zwei Grafiken mit erwünschter Anzahl an Requests und eine mit tatsächlicher Anzahl an Requests.

#### 2.7.5.4 Ergebnisse

Im Folgenden sollen die Ergebnisse unter Verwendung unterschiedlicher Rechenleistung und Grad der Parallelisierung dargestellt und beschrieben werden.

##### 2.7.5.4.1 Single CPU

Die folgenden Grafiken zeigen die Ergebnisse des Benchmarks mit einer Laufzeit von  $T = 600$  Sekunden und einer Request Rate von 0.5 bis 20 Requests pro Sekunde in Schritten der Größe 0,5. Dadurch ergeben sich 40 Tests mit einer Laufzeit von 10 Minuten und einer Cooldown Zeit von einer Minute. Abbildung 52 und Abbildung 53 zeigen die Ergebnisse des Single Core Benchmarks. Hier erkennt man, dass das System mit einem CPU bis etwa 14 Request pro Sekunde stabil läuft.

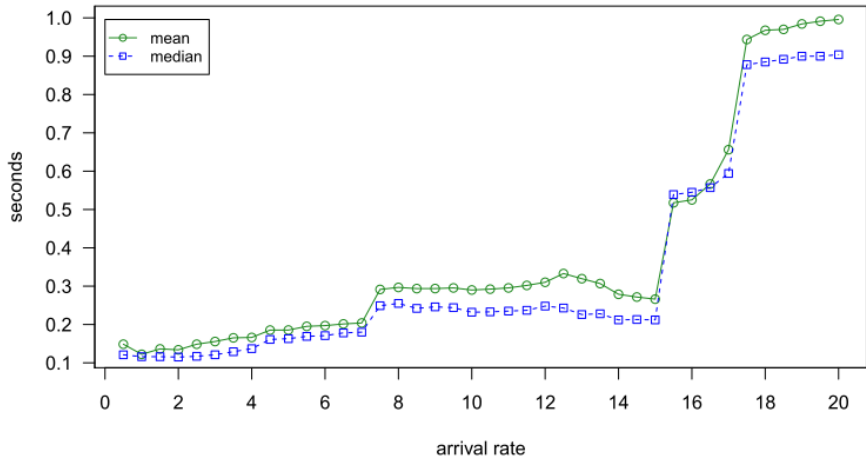


Abbildung 52: Single Core Benchmark Ergebnisse.

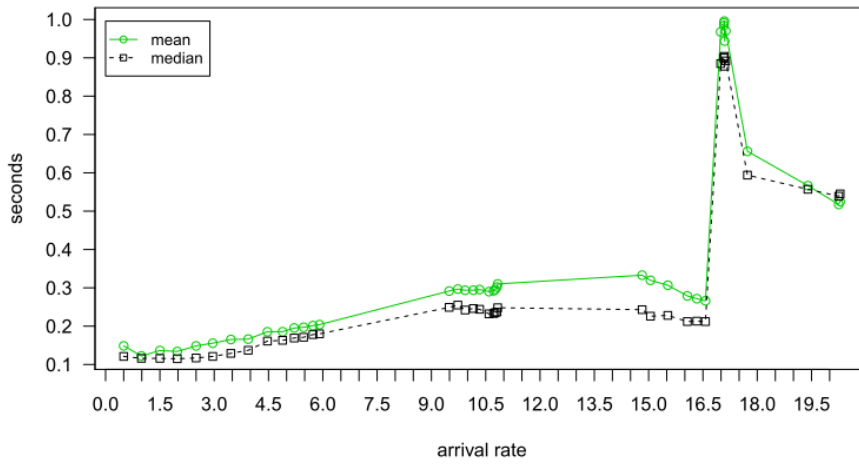


Abbildung 53: Single Core Benchmark Ergebnisse mit errechneter Request Rate.

#### 2.7.5.4.2 Dual CPU

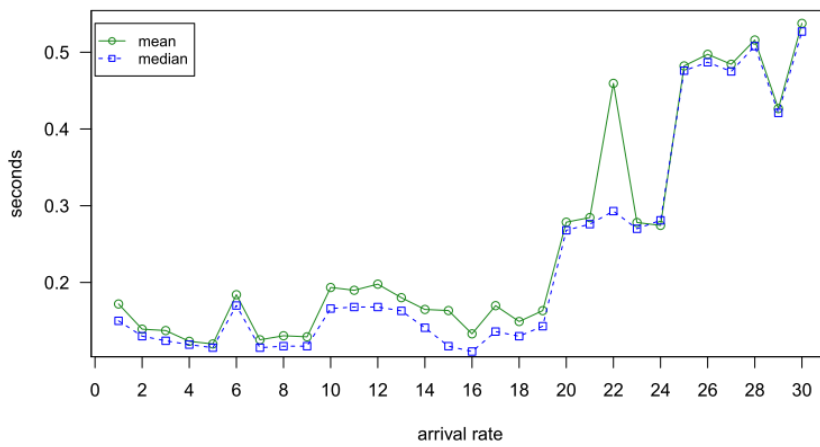


Abbildung 54: Dual Core Benchmark Ergebnisse



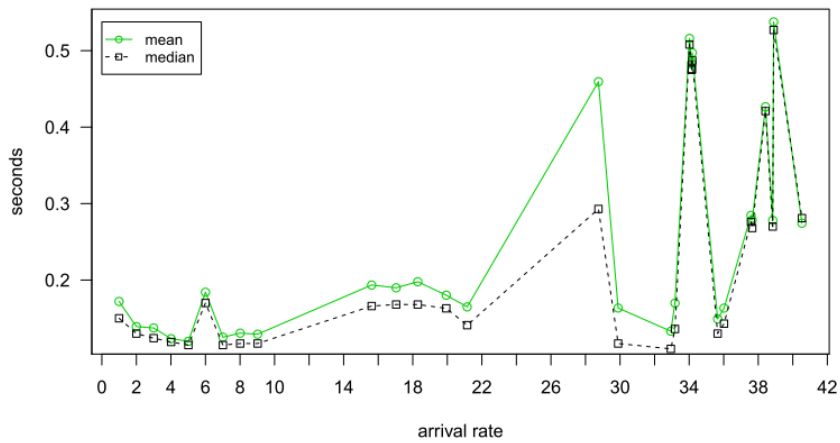


Abbildung 55: Dual Core Benchmark Ergebnisse mit errechneter Request Rate

### 2.7.5.4.3 Quad CPU

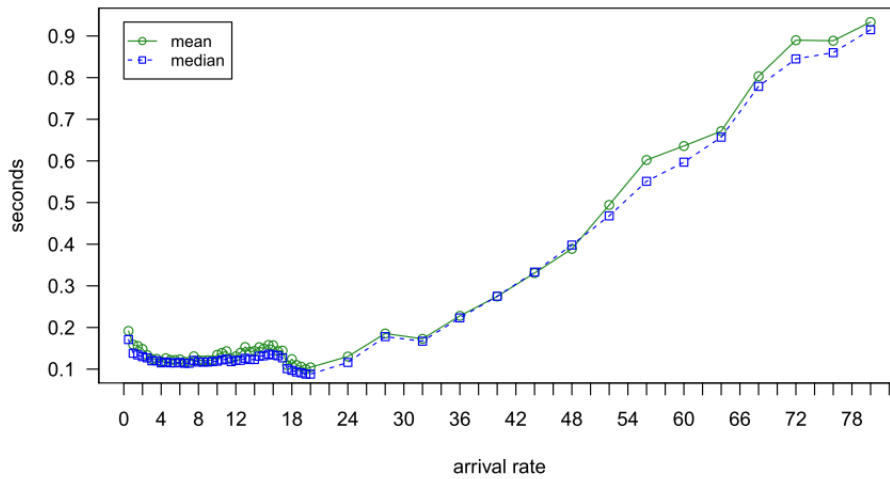


Abbildung 56: Quad CPU Benchmark Ergebnisse

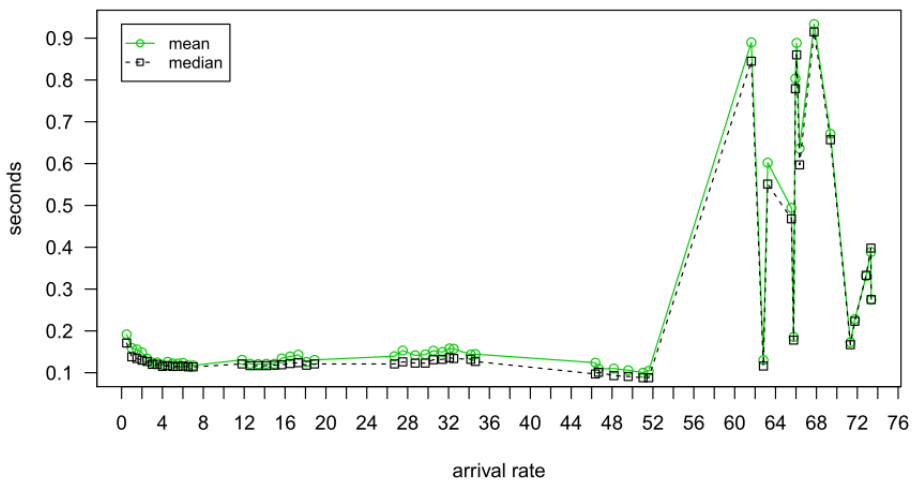


Abbildung 57: Quad CPU Benchmark Ergebnisse mit errechneter Request Rate

#### 2.7.5.4.4 Octa CPU

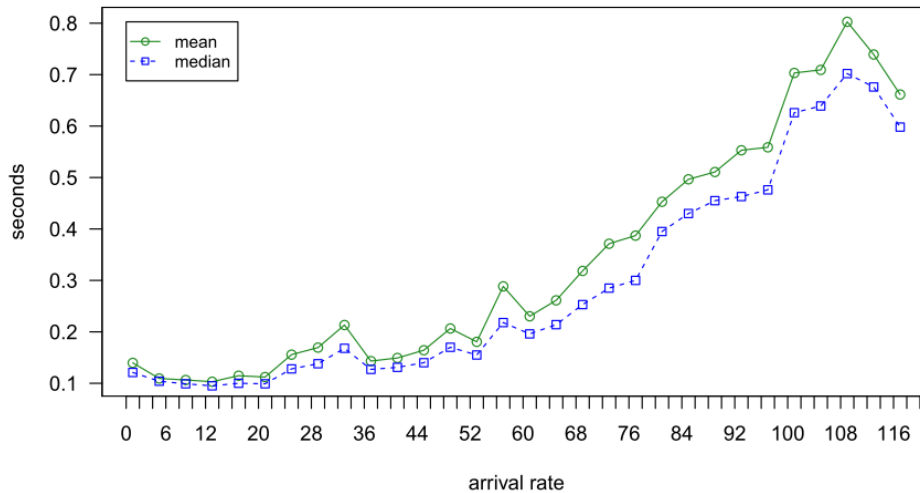


Abbildung 58: Octa CPU Benchmark Ergebnisse

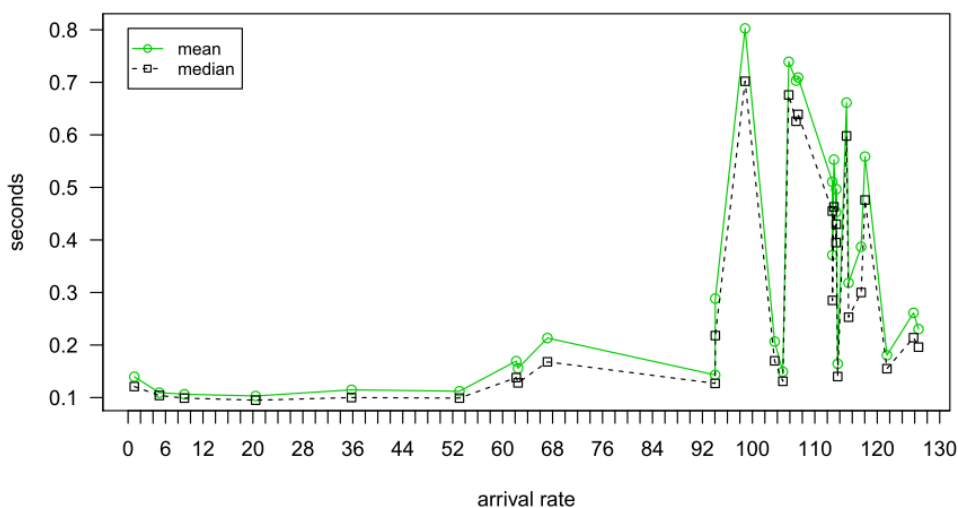


Abbildung 59: Octa CPU Benchmark Ergebnisse mit errechneter Request Rate

#### 2.7.5.5 Zusammenfassung

Die Berechnungen des Warteschlangenmodells die in Abbildung 60 dargestellt sind verglichen mit den Ergebnissen des Benchmarks zeigen klar, dass die Berechnungen des Warteschlangenmodells eine sehr strikte Vorhersage zeigen. Die Unterschiede in der Request Rate in den einzelnen Szenarien beträgt zwischen Faktor 2.6 (Single CPU) und Faktor 1.7 (Octa CPU). Das analytische Modell gibt also einen sehr guten Überblick, jedoch verhält es sich etwas zurückhaltender als die Realität. Dies kann aber auch daran liegen, dass das Modell mit Werten eines Single Core Systems einfach hochgerechnet wurde auf mehrere CPUs.

Abschließend kann man sagen, dass ein analytisches Modell einen guten Überblick gibt jedoch einen echten Benchmark nicht komplett ersetzen kann. Auf der anderen Seite ist es sehr aufwendig einen Benchmark aufzusetzen und zu evaluieren.

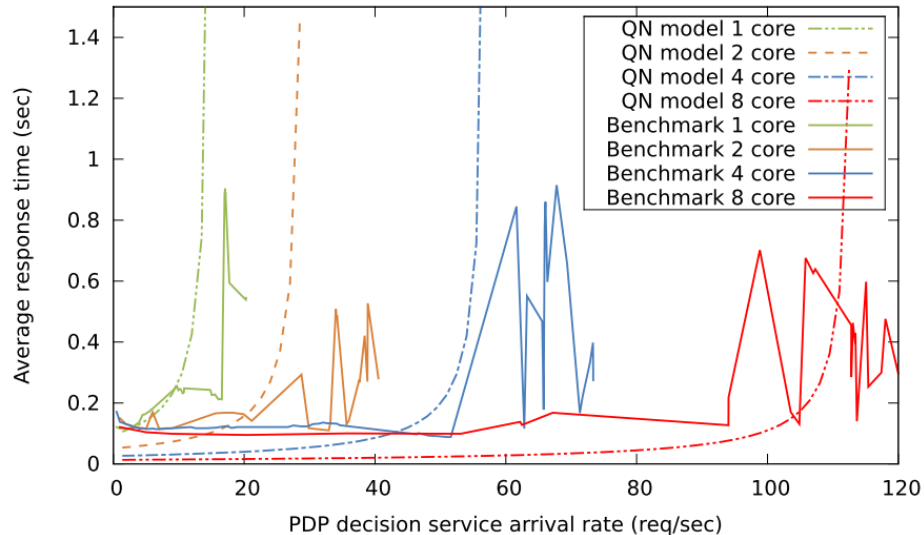


Abbildung 60 Performance Benchmark

## 2.7.6 Beispielanwendungen

Die Beispielanwendungen wurden von Salzburg AG gehostet und Ihren Kunden bereitgestellt. Die WebApps benötigen dabei eine gewöhnliche Linux-Apache-MySQL-php (LAMP) Webhosting-Umgebung mit Unterstützung für PHP (mindestens Version 5.3).

Die Beispielanwendungen wurden als HTML5 Applikationen (mit endgerätespezifischen Optimierungen) umgesetzt. Diese unterstützen sowohl Desktop-Browser als auch mobile Geräte und Tablets. Durch die endgerätespezifische Verwendung verschiedener Render-Engines wurde für jeden Benutzer die optimale Darstellungsmöglichkeit gewählt.

Auf dem Desktop werden damit folgende Browser unterstützt:

- Internet Explorer ab Version 8
- Mozilla Firefox ab Version 3.6
- Google Chrome
- Safari ab OSX Version 10.5

Des Weiteren werden folgende Klassen von Mobilgeräten unterstützt:

- iOS (iPhone, iPad, iPod touch) ab Version 4
- Android ab Version 2.3
- Blackberry OS ab Version 6 bzw. BB Tablett OS ab Version 1

Die Applikationen konnten dabei direkt, ohne Installation durch den Kunden direkt über den Webbrowser des Geräts genutzt werden. Die folgenden Kapitel 2.7.7, 2.7.8, 2.7.9, 2.7.10 und 2.7.11 beschreiben die Anwendungen detaillierter.

## **2.7.7 Smart E-Car Charging**

Die „Smart E-Car Charging“ WebApp ermöglicht dem eMobility Kunden alle um sein E-Car zu verwalten. Zum einen Ladestationen finden, Ladevorgang starten und überwachen, Einstellungen seines Ladeprofiles vorzunehmen, bis zur Berechnung der Ersparnis.

### **2.7.7.1 Einleitung**

Die Smart E-Car Charging WebApp ermöglicht dem eMobility Kunden alle um sein E-Car zu verwalten. Zum einen Ladestationen finden, Ladevorgang starten und überwachen, Einstellungen seines Ladeprofiles vorzunehmen, bis zur Berechnung der Ersparnis.

### **2.7.7.2 Technische Basis**

Die Umsetzung der Use-Cases der Applikation erfolgt als WebApp die mit aktuellen Mobile-Devices bedient werden kann. Zur Abbildung der Inhalte und Interaktionen wird je nach verwendetem Endgerät HTML5, CSS3 und Javascript verwendet. Wenn Vektorgraphiken benötigt werden wird je nach verwendetem Endgerät auf SVG, Canvas oder VML zurückgegriffen.

Die Bereitstellung der Daten erfolgt über das INUBIT Enterprise BUS System des Auftraggebers. Die dafür benötigte Schnittstelle wird vom Auftraggeber bereitgestellt. Zur effektiven Umsetzung der Applikationen wird empfohlen die Kommunikation mit den Webanwendungen über JSON anstelle der umfangreichen SOAP Schnittstelle zu implementieren.

Zur Cross-Domain Kommunikation mit dem INUBIT System wird durch die WebApp ein Proxy auf PHP Basis verwendet. Für sichere Kommunikation wird HTTPS dringend empfohlen.

### **2.7.7.3 Hosting**

Das Hosting der Test- und Entwicklungsumgebung wird von TAO Software übernommen. Externe Schnittstellen werden vom jeweiligen Anbieter bereitgestellt.

Im Rahmen der Umsetzung muss seitens Salzburg AG eine Möglichkeit zum Zugriff auf die Schnittstelle via Firewall Freigabe o.ä. geschaffen werden.

Die WebApp werden von Salzburg AG gehostet und Ihren Kunden bereitgestellt. Die WebApps benötigen dabei eine gewöhnliche Webhosting.-Umgebung mit Unterstützung für PHP (mindestens Version 5.3).

### **2.7.7.4 Design**

Das Design baut auf der allgemeinen Anmutung auf und wird pro Use Case angepasst. Der Clickdummy ist die letztgültige Instanz für die Umsetzung. Alle Designschritte dazwischen dienen zur Abstimmung von Details.

### **2.7.7.5 Aufbau**

Die Hauptmenüpunkte werden nach Priorität angezeigt:

- Ladestatus
- Ladestationen
- Ersparnisrechner
- Einstellungen

- Anzeige Netzzustand

### 2.7.7.6 Ablauf

Die WebApp startet immer mit dem Login Screen, zur Eingabe von Benutzername und Passwort. Erstmaliges Einloggen in die Applikation fordert den Benutzer dazu auf, das bestehende Standard Ladeprofil anzupassen, oder zu verändern.

Die weiteren Aktionen kann der Benutzer über das Hauptmenü aufrufen.

### 2.7.7.7 Funktion Login/Logout

Die Eingabe von Benutzername und Passwort soll möglich sein, das authentifizieren gegenüber dem Server, das Passwort zurücksetzen (wird über SMS zugesendet) und das Abmelden.

#### 2.7.7.7.1 Use Case

Ich, als E-Mobility Kunde möchte mich über die Funktion "Login/Logout" gegenüber dem System identifizieren können um auf meine Services zugreifen zu können. Den Benutzernamen und Passwort erhalte ich über einen Brief der Salzburg AG.

#### 2.7.7.7.2 Schnittstelle

#### **ECharging.loginUser(Username, Password) => TOKEN**

Die Funktion authentifiziert den Benutzer. Bei gültiger Benutzername / Passwort Kombination wird ein TOKEN (Session o.ä.) geliefert. Dieses TOKEN wird für alle weiteren Zugriffe auf die Schnittstelle benötigt und identifiziert die aktuelle Benutzer-Session. Im Fehlerfall wird ein leeres Token bzw. NULL zurückgegeben.

### 2.7.7.8 Funktion Laden

Es soll der Netzstatus angezeigt werden, die aktuellste Lademeldung vom BEA (Building Energy Agent) und der Button „Sofort Laden“ soll nur bei grün/gelb als aktiv angezeigt werden.

Verhalten bei den einzelnen Netzzuständen:

- Netzzustand grün
- Sofort Laden möglich
- Ökonomisch Laden möglich
- Unterbrochene Ladungen wieder fortsetzen
- Zurückgestufte Ladungen (ökonomisch) wieder auf schnell umstellen bzw. reduzierte Ladeströme
- Netzzustand gelb
- Sofort Laden möglich
- Unterbrochene Ladungen als ökonomische Ladung weiterführen
- Netzzustand rot
- Kein Laden möglich
- Laufende schnelle Ladungen reduzieren auf ökonomische Ladung
- Laufende ökonomische Ladungen maximal reduzieren

- Laufende Ladungen generell aussetzen

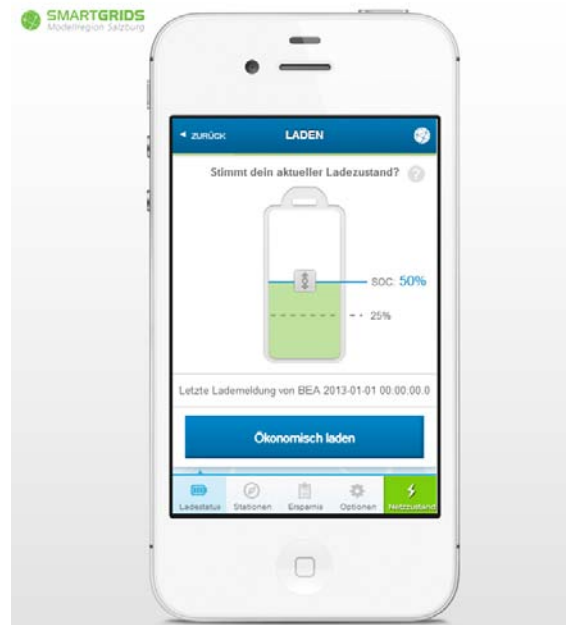


Abbildung 61 Smart e-Car Charging - Laden

#### 2.7.7.8.1 Use Case

Ich als E-Mobility Kunde möchte das Auto an das Ladegerät anstecken und es beginnt nach meinen Profil Einstellungen zu laden. Benötige ich eine Sofortladung kann ich diese aktivieren und den State of Charge optional eintragen. Es wird mir angezeigt, wenn die Sofortladung nicht möglich ist, da es das Netz nicht erlaubt.

#### 2.7.7.8.2 Schnittstellen

##### **ECharging.charging.networkStatus(TOKEN) => NetworkStatus**

Die Funktion liefert den aktuellen Netzwerk-Status als Zahlencode nach folgendem Schema:

- 100 - Grün
- 200- Gelb
- 300 - Rot

Auf Basis des Netzwerkstatus werden die Interface Elemente angepasst. Nur bei Status Grün wird die Sofort-Ladung ermöglicht.

##### **ECharging.charging.enableInstant(TOKEN, int StateOfCharge) => Status**

Aktiviert bei vorhandenen Ressourcen die Sofortladung und sendet optional den gewünschten StateOfCharge mit. Bei ungültigem Token liefert die Funktion NULL zurück. Bei Erfolg wird 1 zurückgegeben.

### 2.7.7.9 Funktion Ladeprofil

Es soll möglich sein ein eigenes Ladeprofil zu erstellen. Dazu soll die Eingabe der Abfahrt pro Tag und der erforderlichen Reichweite pro Tag möglich sein. Die Eingabe soll pro Tag erfolgen und das Profil soll wieder änderbar sein.

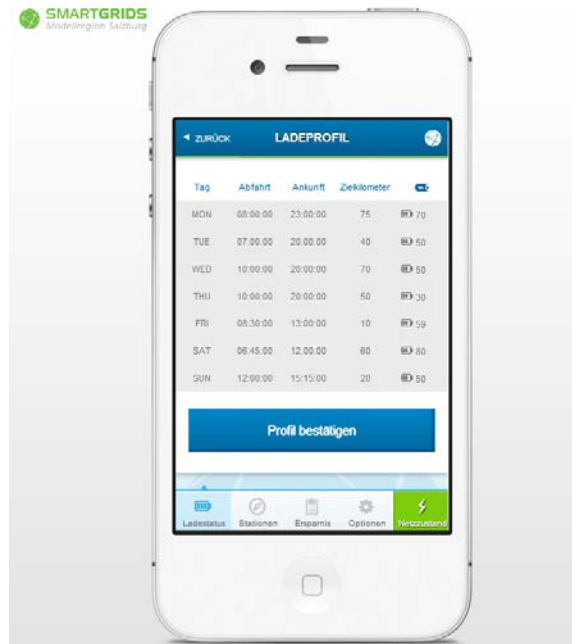


Abbildung 62 e-Car Charging - Ladeprofil

#### 2.7.7.9.1 Use Case

Ich als E-Mobility Kunde möchte beim ersten Initialisieren der App entscheiden, ob ich das Standardladeprofil (Tabelle 9) bestätige oder ein eigenes eingabe. Pro Tag in der Woche kann ich definieren, wann das Auto in Verwendung ist und wie viele km ich damit zurücklege.

Tag	Abfahrt	Ankunft	Zielkilometer	SOC
<b>Mo</b>	08:00	17:00	30	30
<b>Di</b>	08:00	17:00	30	30
<b>Mi</b>	08:00	17:00	30	30
<b>Do</b>	08:00	17:00	30	30
<b>Fr</b>	08:00	17:00	30	30
<b>Sa</b>	09:00	17:00	50	30
<b>So</b>	09:00	17:00	50	30

Tabelle 9 Standardprofil für e-Car Ladung

#### 2.7.7.9.2 Schnittstellen

**ECharging.charging.getProfile(TOKEN) => ChargingProfileArray**

Liefert das derzeit aktive Ladeprofil für den authentifizierten Benutzer als Array. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Wochentag
- Beginn
- Ende
- Geplante Strecke
- StateOfCharge

#### **ECharging.charging.setProfile(TOKEN, ChargingProfileArray) => result**

Setzt das Ladeprofil für den authentifizierten Benutzer als Array. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Fehler beim Speichern – wird ein Fehlerstatus zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Wochentag
- Beginn
- Ende
- Geplante Strecke
- Schnell Laden

#### **2.7.7.10 Funktion Lademeldungen**

Anzeige der Lademeldungen mit Titel und Zeitpunkt.

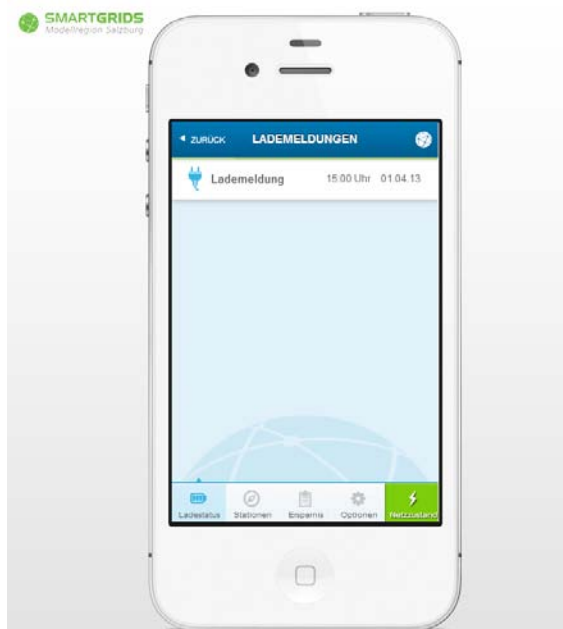


Abbildung 63 e-Car Charging - Lademeldungen

##### **2.7.7.10.1 Use Case**



Ich als E-Mobility Kunde möchte eine Liste der Meldungen vom BEA einsehen.

#### 2.7.7.10.2 Schnittstelle

#### **ECharging.charging.Messages(TOKEN) => ChargingMessageArray**

Liefert die Liste aller Lademeldungen als Array. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Nachrichtentext
- Datum

#### 2.7.7.11 Funktion Ladestatus

Der Status der Ladestation soll angezeigt werden. Bei aktiver Ladung soll die Anzeige des aktuellen Ladestatus (Ladung wird schnell durchgeführt, Ladung wurde auf ökonomisch zurückgestuft, Ladung wurde ausgesetzt, etc.) dargestellt werden.

Anzeige der aktuellen oder historischen Ladeleistung wird in der Verbrauchstatistik bereits angezeigt.



Abbildung 64 e-Car Charging - Ladestatus

#### 2.7.7.11.1 Use Case

Ich als E-Mobility Kunde möchte mir über die Funktion „Status Ladestation abfragen“

- den Status der Ladestation (funktionsbereit ja/nein)
- die Konnektivität der Station (Fahrzeug angeschlossen ja/nein)
- Status einer ggf. laufenden, aktuellen Ladung ansehen können

#### 2.7.7.11.2 Schnittstelle

#### **ECharging.charging.StationStatus(TOKEN, (optional)Serial) => ChargingStationStatus**

Liefert den Status einer definierten Ladestation. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Der Status der Ladestation wird definiert über:

- Funktionsbereit
- In Betrieb
- Ladestatus

#### 2.7.7.12 Funktion Verbrauchsstatistik anzeigen

Anzeige der Verbrauchstatistik und der Leistung der letzten Ladungen pro Tag.

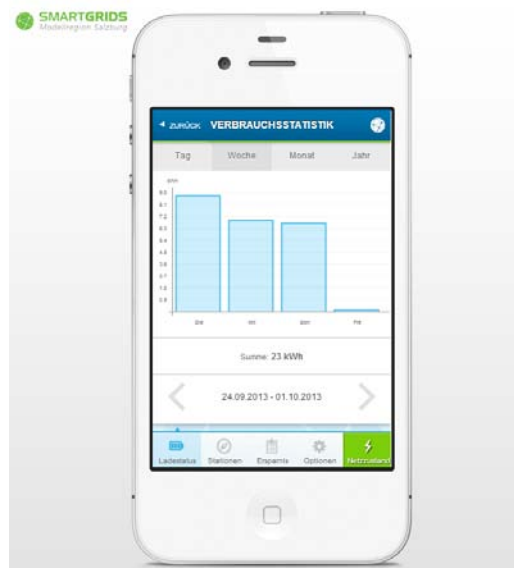


Abbildung 65 e-Car Charging - Verbrauchsstatistik

##### 2.7.7.12.1 Use Case

Ich als E-Mobility Kunde möchte mir über die Funktion "Verbrauchsstatistik anzeigen" eine Aufstellung meines Verbrauchs bzw. der von mir durchgeführten Ladungen ansehen können, um mich über meinen Verbrauch bzw. meine Ersparnisse zu informieren.

##### 2.7.7.12.2 Schnittstelle

**ECharging.charging.consumptionStatistic(TOKEN,(optional)Serial, start, stop) => ConsumptionStatistic**

Die Funktion liefert die Verbrauchsstatistik als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Wert

### 2.7.7.13 Funktion Ladestationen

Es sollen Ladestationen in der Nähe auf einer Karte angezeigt werden. Die Anzeige von Zusatzinformationen (Stecker, Anschlussleistung) einer ausgewählten Ladestation, als auch die Positions-Bestimmung: Feststellen der aktuellen Position über GPS soll möglich sein. (Fall-Back: manuelle Eingabe der PLZ)

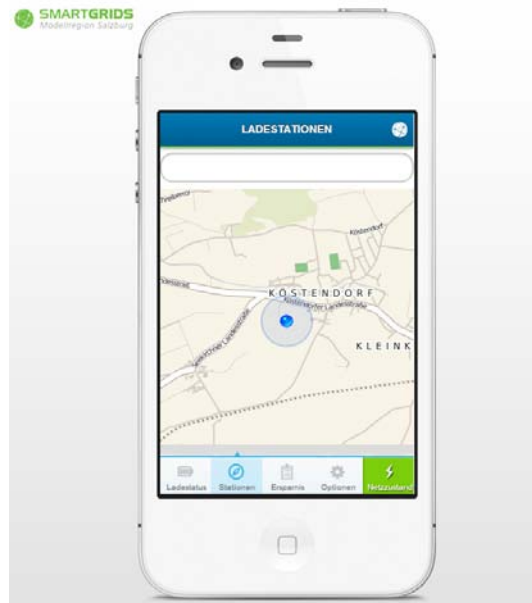


Abbildung 66 e-Car Charging - Ladestationen

#### 2.7.7.13.1 Use Case

Ich als E-Mobility Kunde möchte die Public Ladestationen die sich in der Nähe befinden anzeigen lassen, um eine freie Ladestation ansteuern zu können. Weiter möchte ich Zusatzinformationen wie Anschlussleistung, Stecker und ähnliches angezeigt bekommen.

#### 2.7.7.13.2 Schnittstelle

**ECharging.loadingStations(TOKEN, double latitude, double longitude) => LoadingStationArray**

Die Funktion liefert eine Liste der Ladestationen die sich in der Umgebung des Benutzers befinden. Als Parameter werden Längen- und Breitengrad der aktuellen Position des Benutzers übergeben. Sollte die genaue Position nicht bestimmbar sein wird auf Seite der App eine Annäherung via Geocoding integriert. Eine Ladestation wird zumindest durch folgende Parameter beschrieben:

- Name
- SerialNumber
- Country
- City
- PostalCode
- Street
- Latitude

- Longitude
- Status – frei/in Betrieb

#### 2.7.7.14 Funktion Ersparnisrechner

Anzeige der aufsummierten CO<sub>2</sub> Ersparnis durch das E-Car im Vergleich zu einem fossil betriebenen PKW (fossiler iMiEv).

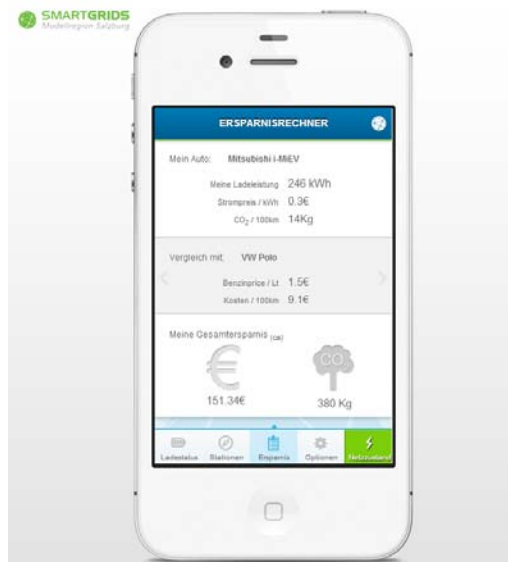


Abbildung 67 e-Car Charging - Ersparnisrechner

##### 2.7.7.14.1 Use Case

Ich als E-Mobility Kunde möchte gerne die CO<sub>2</sub> Ersparnis meines E-Cars gegenüber einem fossil angetriebenen Fahrzeug (fossiler iMiEv) sehen, um meinen positiven Einfluss auf die Umwelt beziffern zu können.

##### 2.7.7.14.2 Schnittstelle

#### **ECharging.savings.calculate(TOKEN) => SavingsCalculation**

Liefert die CO<sub>2</sub> Ersparnis des authentifizierten Benutzers als Array zurück. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Liefert ein Array mit den folgenden Daten:

- Ladeleistung
- Strompreis
- CO<sub>2</sub>/100 km
- Autotyp
- Akt. Treibstoffpreis
- Kosten/ 100km
- Ersparnis in €

- Ersparnis in CO<sub>2</sub>

### 2.7.7.15 Funktion Mein Benutzerkonto

Das Benutzerkonto zeigt die Kundendaten an.

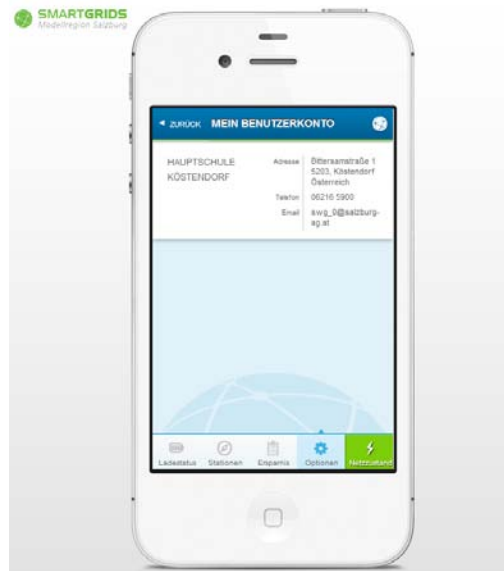


Abbildung 68 e-Car Charging - Mein Benutzerkonto

#### 2.7.7.15.1 Use Case

Ich, als E-Mobility Kunde möchte mir über die Funktion "Kundeninformation" meine kundenbezogenen Daten

- Geschäftspartnernummer
- Name
- Adresse
- Telefonnummer
- Email

angezeigt bekommen.

#### 2.7.7.15.2 Schnittstelle

##### **ECharging.user.profile(TOKEN) => UserProfile**

Die Funktion liefert die Kundendaten des aktuell authentifizierten Benutzers über das UserProfile Objekt. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

### 2.7.7.16 Funktion Meine Fahrzeuge

Auf der Seite Meine Fahrzeuge werden meine Elektrofahrzeuge angezeigt. Die Änderung der Beschreibung meiner Elektrofahrzeuge und das Anlegen eines neuen Elektrofahrzeugs sollen möglich sein.

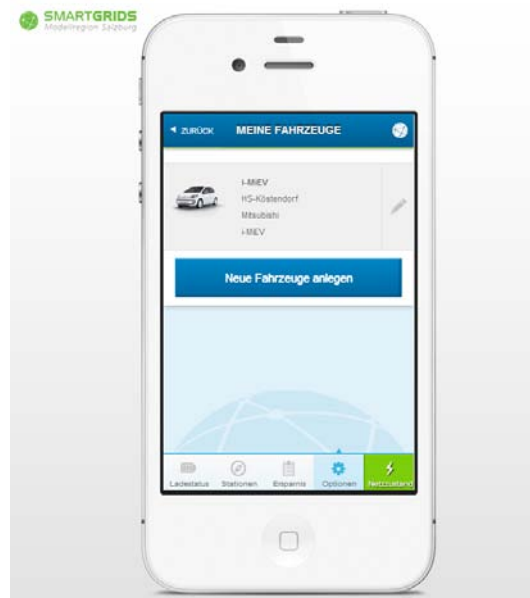


Abbildung 69 e-Car Charging - Meine Fahrzeuge

#### 2.7.7.16.1 Use Case

Ich, als E-Mobility Kunde möchte meine Elektrofahrzeuge in einer Liste sehen und gegeben falls neu anlegen, löschen oder ändern.

#### 2.7.7.16.2 Schnittstelle

##### **ECharging.user.vehicles(TOKEN) => VehicleArray**

Die Funktion liefert alle Fahrzeuge des aktuell authentifizierten Benutzers als Array. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Das Array besteht aus:

- Autonomie
- Automarke
- Autotyp
- Text

Das Anlegen eines neuen Fahrzeugs:

##### **ECharging.user.vehicles(TOKEN, CarName, CarBrand, CarType, CarText) => VehicleArray**

Die Funktion legt ein neues Fahrzeug des Benutzers an. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

#### 2.7.7.17 Funktion Meine Stromtarife

Hier werden die aktuellen Stromtarife des Energieversorgers angezeigt.

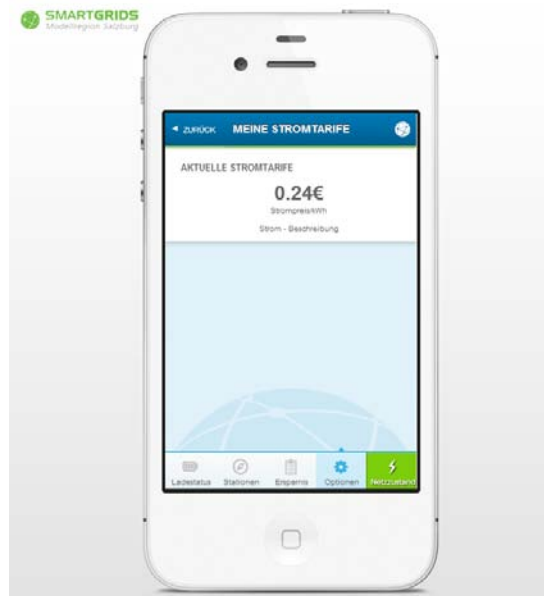


Abbildung 70 e-Car Charging - Meine Stromtarife

#### 2.7.7.17.1 Use Case

Ich als E-Mobility Kunde möchte gerne meine aktuellen Stromtarife sehen um informiert zu sein und danach besser entscheiden zu können, welche Ladestrategie ich wähle.

#### 2.7.7.17.2 Schnittstelle

##### **ECharging.user.rates(TOKEN) => Text**

Die Funktion liefert die aktuellen Stromtarife des Benutzers. Da diese Werte an keiner Stelle der Applikation weiterverwendet werden, würden wir hierfür Freitext verwenden. Dadurch wäre es ggf. möglich den (Marketing-)Text ohne Änderungen der Applikation jederzeit anzupassen.

#### 2.7.7.18 Funktion Anzeige Netzzustand

Dies ist die Statusanzeige des Netzzustandes im Hauptmenü.

#### 2.7.7.18.1 Use Case

Der Netzzustand ist im Hauptmenü ständig präsent.

#### 2.7.7.18.2 Schnittstelle

##### **ECharging.charging.networkStatus(TOKEN) => NetworkStatus**

### 2.7.8 Energiebilanz auf Gemeindeebene

Die Visualisierung für die Modellregion Köstendorf soll als „Energy Balance“ WebApp, als Full HD Passiv Screen in Köstendorf und als Widget auf der aktuellen Webseite angezeigt werden. Dabei werden die gleichen Visualisierungen angewendet. Die Daten werden über die bestehende Schnittstelle der Salzburg AG bereitgestellt. Die Echtzeit Bereitstellung bedeutet die Aktualisierung in Minuten.

### **2.7.8.1 Technische Basis**

Die Umsetzung der Use-Cases der Applikation erfolgt als WebApp die mit aktuellen Mobile-Devices bedient werden kann. Zur Abbildung der Inhalte und Interaktionen wird je nach verwendetem Endgerät HTML5, CSS3 und Javascript verwendet. Wenn Vektorgraphiken benötigt werden wird je nach verwendetem Endgerät auf SVG, Canvas oder VML zurückgegriffen.

Die Bereitstellung der Daten erfolgt über das INUBIT Enterprise BUS System des Auftraggebers. Die dafür benötigte Schnittstelle wird vom Auftraggeber bereitgestellt. Zur effektiven Umsetzung der Applikationen wird empfohlen die Kommunikation mit den Webanwendungen über JSON anstelle der umfangreichen SOAP Schnittstelle zu implementieren.

Zur Cross-Domain Kommunikation mit dem INUBIT System wird durch die WebApp ein Proxy auf PHP Basis verwendet. Für sichere Kommunikation wird HTTPS dringend empfohlen.

### **2.7.8.2 Hosting**

Das Hosting der Test- und Entwicklungsumgebung wird von TAO Software übernommen. Externe Schnittstellen werden vom jeweiligen Anbieter bereitgestellt.

Im Rahmen der Umsetzung muss seitens Salzburg AG eine Möglichkeit zum Zugriff auf die Schnittstelle via Firewall Freigabe o.ä. geschaffen werden.

Die WebApp und Widget werden von Salzburg AG gehostet und Ihren Kunden bereitgestellt. Die WebApps und Widgets benötigen dabei eine gewöhnliche Webhosting.-Umgebung mit Unterstützung für PHP (mindestens Version 5.3).

### **2.7.8.3 Design**

Das Design baut auf der allgemeinen Anmutung auf und wird pro Use Case angepasst. Der Clickdummy ist die letztgültige Instanz für die Umsetzung. Alle Designschritte dazwischen dienen zur Abstimmung von Details.

### **2.7.8.4 Aufbau**

Die Hauptmenüpunkte werden nach Priorität in der WebApp angezeigt.

- Energiebilanz
- Sonne
- Kennwerte
- Netzsituation
- Info

Die Darstellung beim interaktiven Touch Display erfolgt über Kacheln, jeder Zustand ist sichtbar.

### **2.7.8.5 Funktion Energiebilanz**

Die aktuelle Energiebilanz der Gemeinde soll als animierte Infografik angezeigt werden. Diese Darstellung soll die Energiebilanz als Balkendiagramm der letzten 6 Stunden, die Photovoltaik (PV) Erzeugung als Verlauf der letzten 6 Stunden, den allgemeinen Stromverbrauch als Verlauf der letzten 6 Stunden und den Stromverbrauch der E-Mobilität als Verlauf der letzten 6 Stunden anzeigen und die Daten in 6 Std. Schritten weiterschalten lassen um 24 Stunden einzusehen.



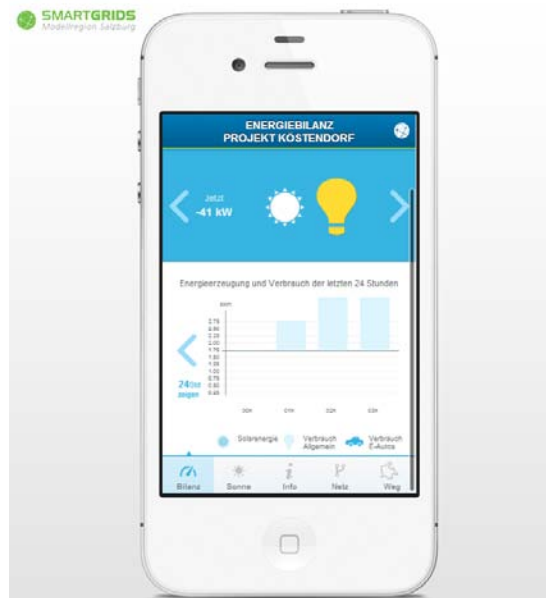


Abbildung 71 Energiebilanz - Energiebilanz Projekt Köstendorf

#### 2.7.8.5.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte die aktuelle Energiebilanz, bestehend aus PV Erzeugung, allgemeinen Stromverbrauch, E-Mobilität Stromverbrauch schnell und übersichtlich erfassen. Auf Klick erhalte ich eine Übersicht der Energiebilanz in den letzten 24 Stunden.

#### 2.7.8.5.2 Schnittstelle

##### **Energybalance.energybalance(TOKEN, start, stop) => Energybalance**

Die Funktion liefert alle Energiebilanz Werte als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Aktuelle Bilanz
- Aktueller Verbrauch
- Aktuelle Erzeugung
- Wert PV Erzeugung
- Wert Stromverbrauch
- Wert Stromverbrauch EMobility
- Wert Summe

#### 2.7.8.6 Funktion Sonne

Die Anzeige der aktuellen Erzeugung durch Photovoltaik soll als animierte Infografik dargestellt werden. Die solare Erzeugung soll als Verlauf über den Tag angezeigt werden. Die Solare Erzeugung in den letzten Stunden soll zu Beginn angezeigt werden.



Abbildung 72 Energiebilanz - Sonne

#### 2.7.8.6.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte die aktuelle solare Erzeugung schnell und übersichtlich erfassen. In erhalte eine Übersicht über die solare Erzeugung der letzten Tage.

Wie hoch ist die zeitliche Auflösung? Solar Panel ermöglicht uns in Echtzeit zu arbeiten?

#### 2.7.8.6.2 Schnittstelle

##### **Energybalance.sun.solarCover(TOKEN, start, stop) => SolarCover**

Die Funktion liefert alle solaren Deckungsgrade als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Wert
- Aktueller Deckungsgrad
- Aktueller Bilanz

#### 2.7.8.7 Funktion Anteil Solarenergie

Der Anteil aktuelle Solarenergie soll als Infografik angezeigt werden. Auch die erzeugte Solarenergie soll als Graph dargestellt werden.

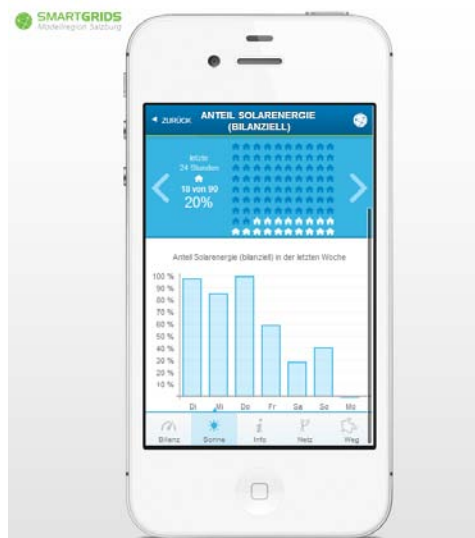


Abbildung 73 Energiebilanz - Anteil Solarenergie

#### 2.7.8.7.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte den aktuellen Anteil der Solarenergie der letzten 24 Std. schnell und übersichtlich erfassen. Auf Klick erhalte ich eine Übersicht der Solarenergie in der letzten Zeit.

#### 2.7.8.7.2 Schnittstelle

##### **Energybalance.sun.solarEnergy(TOKEN, start, stop) => SolarEnergy**

Die Funktion liefert alle Solarenergie Werte als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Wert

#### 2.7.8.8 Funktion genutzte Solarenergie

Die aktuell genutzte Solarenergie soll als Infografik angezeigt werden. Die Berechnung soll nach folgender Formel erfolgen: Anteil im Gebiet genutzte Solarenergie (der letzten 24 Stunden) = (Summe Solareinspeisung (kWh) - Summe Rückspeisung ins Mittelspannungsnetz (kWh)) / Summe Solareinspeisung (kWh)

Die aktuell genutzte Solarenergie der letzten Tage soll als Balkendiagramm angezeigt werden.



Abbildung 74 Energiebilanz - Genutzte Solarenergie

#### 2.7.8.8.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte den Anteil der im Gebiet genutzten Solarenergie der letzten 24 Std. schnell und übersichtlich erfassen. Dieser ist umso höher besser die solare Einspeisung auch verbraucht und nicht in das Mittelspannungsnetz rückgespeist wird.

#### 2.7.8.8.2 Schnittstelle

##### **Energybalance.sun.usedSolarEnergy(TOKEN, start, stop) => UsedSolarEnergy**

Die Funktion liefert alle genutzte Solarenergie Werte als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Wert

#### 2.7.8.9 Funktion Kennwerte

Die genutzte Sonnenenergie – seit Projektstart soll angezeigt werden. Die Berechnung des eingesparten CO<sub>2</sub>, vermiedene PKW Kilometer und Äquivalent in Bäumen sollen ebenfalls angezeichnet werden.

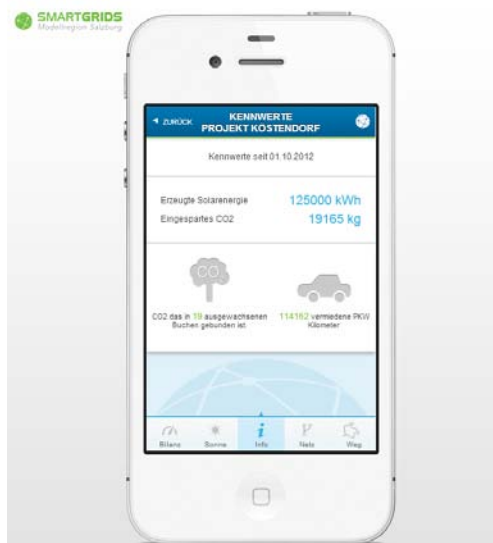


Abbildung 75 Energiebilanz - Kennwerte

#### 2.7.8.9.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte die zentralen Kennwerte der Region, wie die genutzte Sonnenenergie, das eingesparte CO<sub>2</sub> (155g/kWh – Quelle: e-Control), die vermiedenen PKW Kilometer und das Äquivalent der Ersparnis in Bäumen(80 jährige Buche – 1t CO<sub>2</sub>) sehen, ab einen gewissen Zeitpunkt sehen.

Welcher Startzeitpunkte für die Kennwerte wird gewählt? 01.03.2013? Es sollte mehr als NULL beim Start des Projekts sein.

#### 2.7.8.9.2 Schnittstelle

##### **Energybalance.values.getSolarEnergy(TOKEN) => GetSolarEnergy**

Liefert die genutzte Sonnenenergie zurück. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

#### 2.7.8.10 Funktion Netzsituation

Dies ist ein einzelner Hauptmenüpunkt ohne Untermenüpunkte. Es soll die Netzsituation als Heatmap auf Google Maps angezeigt werden, so wie die wichtigen Points of Interest (POIs) und eine eventuelle Phasenschieflage.

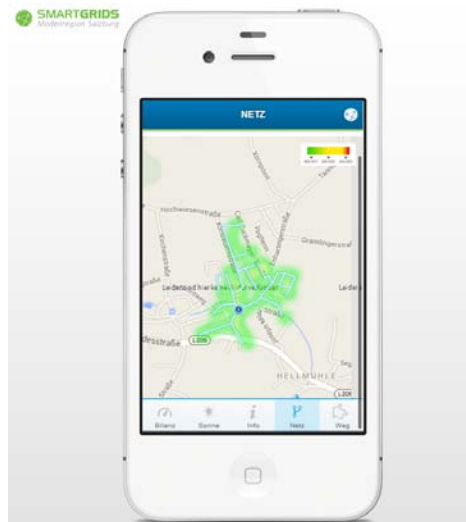


Abbildung 76 Energiebilanz - Netzsituation

#### 2.7.8.10.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte die zentrale Netzsituation auf einer Karte einsehen und erhalte Informationen über die Last im ganzen Gebiet Köstendorf.

#### 2.7.8.11 Wetter

Das aktuelle Wetter (Temperatur, Bedeckungsgrad, Windstärke) sollen für heute und die nächsten 2 Tage angezeigt werden. Das Umschalten zwischen den Tagen soll möglich sein.

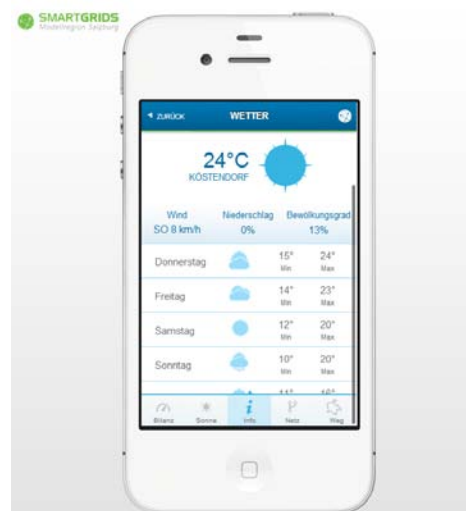


Abbildung 77 Energiebilanz - Wetter

#### 2.7.8.11.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte das Wetter in Köstendorf einsehen, um den solaren Deckungsgrad einschätzen zu können.

#### 2.7.8.11.2 Schnittstelle

##### **Energybalance.info.weather(TOKEN) => Weather**

Die Funktion liefert die Wetter Werte als Array. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- TIME - 19:01
- TEMP - 2
- SYMBOL - 11
- WINDDIR – W (N / NO / NW / O / S / SO / SW / W)
- WINDSPEED – calm (calm -light/moderate breeze - fresh/strong breeze – stormy)
- WINDGUST - 29
- CLOUDINESS – 82

#### 2.7.8.12 Funktion News

Die Funktion News soll Nachrichten in einer Liste anzeigen. Auf Klick einer Nachricht soll eine Detailanzeige mit mehr Text erscheinen.

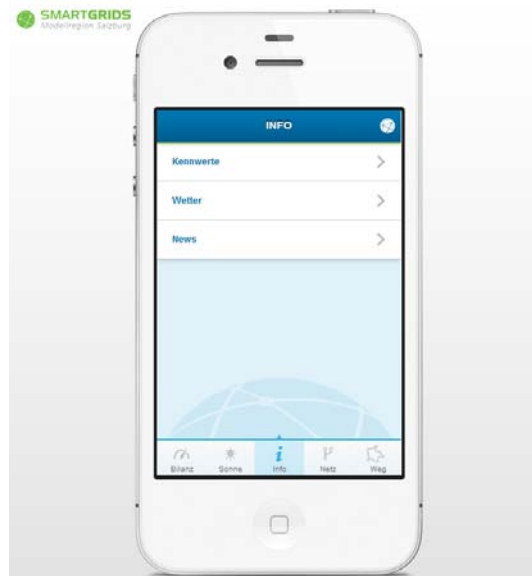


Abbildung 78 Energiebilanz - News

#### 2.7.8.12.1 Use Case

Ich, als Energiebilanz User, möchte die letzten Neuigkeiten aus der Gemeinde und Salzburg AG zum Projekt Köstendorf lesen.

#### 2.7.8.12.2 Schnittstelle

##### **Energybalance.info.news(TOKEN) => GetNews**

Die Funktion liefert die News. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag besteht aus folgenden Feldern:

- Date
- Title
- Text

### **2.7.9 Energiefeedback**

Die „Energie Feedback“ WebApp ermöglicht dem Salzburg AG Kunden seinen Strom, Gas und Wasserverbrauch einzusehen. Über die Einstellungen kann er Profile für Wasser, Gas und Strom vornehmen, den jeweiligen Energieverbrauch abfragen, Obergrenzen definieren und durch Alarmmeldungen über Email und SMS über das Erreichen informiert werden.

#### **2.7.9.1 Technische Basis**

Die Umsetzung der Use-Cases der Applikation erfolgt als WebApp die mit aktuellen Mobile-Devices bedient werden kann. Zur Abbildung der Inhalte und Interaktionen wird je nach verwendetem Endgerät HTML5, CSS3 und Javascript verwendet. Wenn Vektorgraphiken benötigt werden wird je nach verwendetem Endgerät auf SVG, Canvas oder VML zurückgegriffen.

Die Bereitstellung der Daten erfolgt über das INUBIT Enterprise BUS System des Auftraggebers. Die dafür benötigte Schnittstelle wird vom Auftraggeber bereitgestellt. Zur effektiven Umsetzung der Applikationen wird empfohlen die Kommunikation mit den Webanwendungen über JSON anstelle der umfangreichen SOAP Schnittstelle zu implementieren.

Zur Cross-Domain Kommunikation mit dem INUBIT System wird durch die WebApp ein Proxy auf PHP Basis verwendet.

#### **2.7.9.2 Hosting**

Das Hosting der Test- und Entwicklungsumgebung wird von TAO Software übernommen. Externe Schnittstellen werden vom jeweiligen Anbieter bereitgestellt.

Im Rahmen der Umsetzung muss seitens Salzburg AG eine Möglichkeit zum Zugriff auf die Schnittstelle via Firewall Freigabe o.ä. geschaffen werden.

Die WebApp werden von Salzburg AG gehostet und Ihren Kunden bereitgestellt. Die WebApps benötigen dabei eine gewöhnliche Webhosting.-Umgebung mit Unterstützung für PHP (mindestens Version 5.3).

#### **2.7.9.3 Design**

Das Design baut auf der allgemeinen Anmutung auf und wird pro Use Case angepasst. Der Clickdummy ist die letztgültige Instanz für die Umsetzung. Alle Designschritte dazwischen dienen zur Abstimmung von Details.

#### **2.7.9.4 Aufbau**

Die Hauptmenüpunkte werden nach Priorität angezeigt.

- Dashboard
- Energie



- Energiespartipps
- Einstellungen

### 2.7.9.5 Funktion Login/Logout

Eingabe von Benutzername und Passwort sollen möglich sein. Das Programm soll das Authentifizieren gegenüber dem Server übernehmen. Das Passwort soll zurücksetzbar sein und wird über SMS oder Email zugesendet. Abmelden soll ebenfalls möglich sein.

#### 2.7.9.5.1 Use Case

Ich, als Energie Feedback Kunde möchte mich über die Funktion "Login/Logout" gegenüber dem System identifizieren können um auf meine Services zugreifen zu können.

#### 2.7.9.5.2 Schnittstelle

##### **Feedback.loginUser(Username, Password) => TOKEN**

Die Funktion authentifiziert den Benutzer. Bei gültiger Benutzername / Passwort Kombination wird ein TOKEN (Session o.ä.) geliefert. Dieses TOKEN wird für alle weiteren Zugriffe auf die Schnittstelle benötigt und identifiziert die aktuelle Benutzer-Session. Im Fehlerfall wird ein leeres Token bzw. NULL zurückgegeben.

### 2.7.9.6 Funktion Zähler

Hier soll die Auswahl der anzuzeigenden Zähler im Header, je nach Sparte getroffen werden. „Summe Zähler“ ist als Default für die Graphen eingestellt. Die auf den Benutzer registrierten Zähler sollen angezeigt werden können. Das Erstellen und Speichern eines Spitznamen pro Zähler soll möglich sein.

#### 2.7.9.6.1 Use Case

Ich, als Energie Feedback Kunde, möchte im Header der Applikation auswählen können, von welchem Zähler die aktuellen Daten visualisiert werden. Ich erkenne meine Anlagen am Spitznamen. Zu Beginn wird die Auswahl "Summe Zähler" angezeigt und der entsprechende Summengraph für die jeweilige Sparte.

#### 2.7.9.6.2 Schnittstelle

##### **Feedback.listCounter(TOKEN) => CounterArray**

Die Funktion liefert alle Zähler des authentifizierten Benutzers. Bei Erfolg wird ein Array von Zählern zurückgeliefert. Jeder Zähler ist zumindest durch folgende Eigenschaften umschrieben:

- SERIAL
- Title
- Nickname

### 2.7.9.7 Funktion Dashboard

Pro aktiver Sparte sollen – Energieverbrauch, Kosten Abweichung vom Durchschnitt, Gesamte Kosten über alle Sparten in €, Voraussichtliche Kosten für das laufende Monat, CO<sub>2</sub> Ausstoß in dem Monat und das Äquivalent in gefahrene Kilometer angezeigt werden.

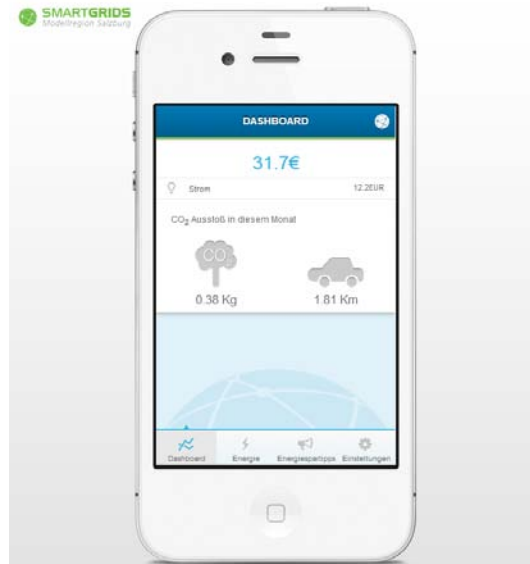


Abbildung 79 Energiefeedback - Dashboard

#### 2.7.9.7.1 Use Case

Ich, als Energie Feedback Kunde möchte über das Dashboard die wichtigsten Informationen über alle Sparten erhalten.

#### 2.7.9.7.2 Schnittstelle

##### **Feedback.dashboard(TOKEN) => DashboardArray**

Die Funktion liefert alle Werte für das Dashboard des authentifizierten Benutzers. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Energieverbrauch Strom
- Kosten
- Energieverbrauch
- Abweichung vom Durchschnitt
- Wasserverbrauch
- Kosten
- Energieverbrauch
- Abweichung vom Durchschnitt
- Gasverbrauch
- Kosten

- Energieverbrauch
- Abweichung vom Durchschnitt
- Wärmeverbrauch
- Kosten
- Energieverbrauch
- Abweichung vom Durchschnitt
- CO<sub>2</sub> Ausstoß
- Gefahrene Kilometer

### 2.7.9.8 Funktion Energie Strom Tarifinformation

Anzeige der aktuellen Stromtarife des Energieversorgers.

#### 2.7.9.8.1 Usecase

Ich, als Energie-Feedback Kunde möchte meinen aktuellen Tarif und insbesondere die aktuellen Energie-Kosten sehen können, um über den gegenwärtigen Energiepreis Bescheid zu wissen und gegebenenfalls mein Handeln anpassen zu können.

#### 2.7.9.8.2 Schnittstelle

##### **Feedback.electricity.rates(TOKEN) => Text**

Die Funktion liefert die aktuellen Stromtarife des Benutzers. Da diese Werte an keiner Stelle der Applikation weiterverwendet werden, würden wir hierfür Freitext verwenden. Dadurch wäre es ggf. möglich den (Marketing-)Text ohne Änderungen der Applikation jederzeit anzupassen.

### 2.7.9.9 Funktion Leistungsaufnahme

Es soll einen Aktualisierungsbutton geben und eine Möglichkeit Tag, Woche, Monat und Jahr auszuwählen. Die Leistung soll pro Tag, Woche, Monat und Jahr angezeigt werden. Ein Minimum und ein Maximum soll in dem ausgewählten Zeitraum berechnet werden, so wie ein Äquivalent in gefahrenen Kilometern.

#### 2.7.9.9.1 Use Case

Ich als Energie-Feedback Kunde möchte die Leistungsaufnahme in W bzw. kW über die Zeit visualisiert bekommen, um ein energetisches Feedback zu meinem unmittelbaren Verhalten zu bekommen. Die Darstellung soll sich an der Greenpocket-Lösung orientieren.

Über den Aktualisierungsbutton wird eine neue Abfrage der aktuellen Werte gestartet.

#### 2.7.9.9.2 Schnittstelle

##### **Feedback.electricity.input(TOKEN, start, stop) => Input**

Die Funktion liefert alle Leistungswerte als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Wert
- Maximalwert
- Minimalwert
- Gefahrene Kilometer

### 2.7.9.10 Funktion Energieverbrauch

Die Funktion soll die Auswahl von Tag, Woche, Monat und Jahr, als auch die Anzeige des Energieverbrauchs pro Tag, Woche, Monat und Jahr ermöglichen. Ein Minimum und Maximum in dem ausgewähltem Zeitraum, als auch das Äquivalent in gefahrenen Kilometer soll angezeigt werden.

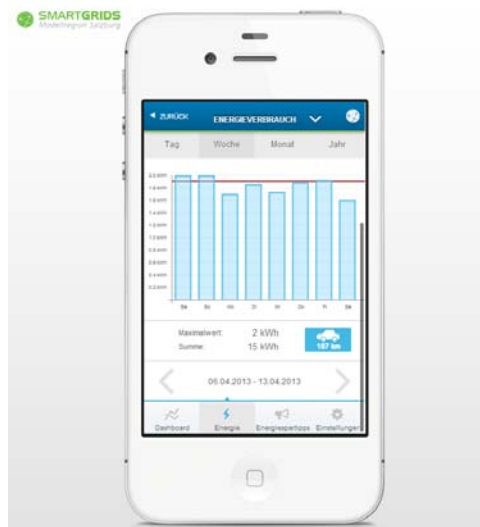


Abbildung 80 Energiefeedback - Energieverbrauch

#### 2.7.9.10.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde, möchte meinen Energieverbrauch visualisiert bekommen, um Schlussfolgerungen ziehen zu können, wann bzw. durch welches Verhalten mein Energieverbrauch besonders hoch ist.

#### 2.7.9.10.2 Schnittstelle

***Feedback.electricity.powerConsumption(TOKEN, start, stop) => PowerConsumption***

Die Funktion liefert alle Energieverbrauchswerte als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Wert
- Maximalwert
- Minimalwert

- Gefahrene Kilometer

### 2.7.9.11 Funktion Verbrauchsprognose

Die Auswahl von Tag, Woche, Monat, Jahr soll möglich sein. Eine Anzeige der Prognose pro Tag – für die nächsten 14 Tage, pro Woche – für die nächsten volle Woche, pro Monat– für die nächsten vollem Monat, pro Jahr – für das nächste volle Jahr soll geboten werden. Ein Minimum und Maximum in ausgewähltem Zeitraum, als auch ein Äquivalent in gefahrenen Kilometer soll berechnet und dargestellt werden.

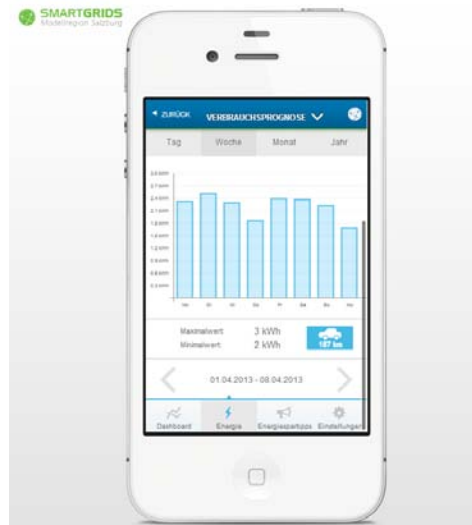


Abbildung 81 Energiefeedback - Verbrauchsprognose

#### 2.7.9.11.1 Use Case

Ich als Kunde möchte eine Prognose für meinen Energieverbrauch erhalten, um abschätzen zu können, ob ich gegensteuern muss um meinen Verbrauch in einem tolerierbaren Bereich zu halten.

#### 2.7.9.11.2 Schnittstelle

***Feedback.electricity.consumptionForecast(TOKEN, start, stop) => ConsumptionForecast***

Die Funktion liefert alle Verbrauchsprognosen als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Wert
- Maximalwert
- Minimalwert
- Gefahrene Kilometer

### 2.7.9.12 Funktion Kostenverlauf

Die Auswahl von Tag, Woche, Monat oder Jahr soll möglich sein. Die Kosten pro Tag, Woche, Monat oder Jahr sollen angezeigt werden, sowie der Durchschnitt, das Minimum und Maximum in dem ausgewählten Zeitraum. Ein Vergleich mit gefahrenen Kilometer im Auto soll auch berechnet werden.

#### 2.7.9.12.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde, möchte meine Kosten visualisiert bekommen, um Schlussfolgerungen ziehen zu können, wann bzw. durch welches Verhalten mein Energieverbrauch besonders hoch ist.

#### 2.7.9.12.2 Schnittstelle

##### **Feedback.electricity.costs(TOKEN, start, stop) => Costs**

Die Funktion liefert alle Kosten als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Kosten
- Durchschnitt
- Maximalwert
- Minimalwert

### 2.7.9.13 Funktion Energiespartipps

Energiespartipps sollen angezeigt werden. Die Homepage wird aus dem CMS des Energievertriebs gespeist.

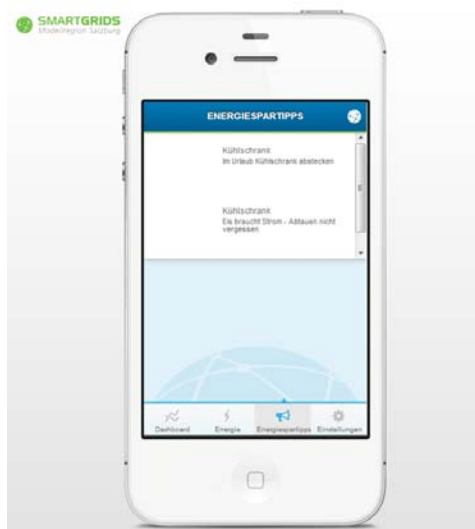


Abbildung 82 Energiefedback - Energiespartipps

#### 2.7.9.13.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde möchte Energiespartipps erhalten um Hinweise zu haben, wie ich meinen Energieverbrauch senken kann.

#### 2.7.9.13.2 Schnittstelle

##### ***Feedback.electricity.savingTips(TOKEN) => SavingTips***

Die Funktion liefert einen Link zu den Energiespartipps. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

#### 2.7.9.14 Funktion Temperaturkurve

Überlagerung des historischen Verbrauchs mit Temperaturkurve der eigenen Region.

Die Region wird aus SAP ("Regio-Gruppe") genommen. Die Auswahl Tag, Woche, Monat, Jahr, soll die Energieverbrauchsdaten darstellen. Auch ein Minimum und Maximum in ausgewähltem Zeitraum soll angezeigt werden, genauso wie ein Äquivalent in gefahrenen Kilometern.

#### 2.7.9.14.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde möchte eine Korrelation aus meinem Verbrauch und der Außentemperatur dargestellt haben, damit ich Zusammenhänge zwischen meinem Energieverbrauch und der Temperatur erkennen kann.

#### 2.7.9.14.2 Schnittstelle

##### ***Feedback.electricity.temperatureComparison(TOKEN, start, stop) => TemperatureComparison***

Die Funktion liefert alle Verbrauchsdaten und Temperaturen als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Verbrauchswert
- Temperaturwert
- Maximalwert
- Minimalwert
- Gefahrene Kilometer

#### 2.7.9.15 Funktion Vergleich

Ein Haushalt soll verglichen werden. Es kann ein ähnlicher Haushalt (anonym) und dessen Historie ausgewählt und dargestellt werden. Der auszuwertenden Periode (Woche, Monat, Jahr) wird durch eine Überlagerung der Verbrauchskurven für Tag, Woche, Monat, Jahr und einer Überlagerung der Verbrauchsstatistik (Energienmenge) für Tage, Woche, Monat, Jahr angezeigt. Der Verbrauch wird in [kWh] berechnet.

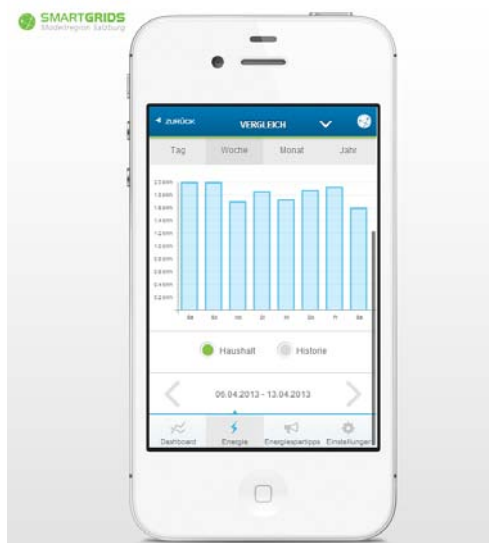


Abbildung 83 Energiefeedback - Vergleich

#### 2.7.9.15.1 Use Case

##### **Haushalt**

Ich als Energie-Feedback Kunde möchte meinen Verbrauch mit dem Verbrauch eines standardisierten, vergleichbaren Haushalt vergleichen können um einzuschätzen, ob mein Verhalten hinsichtlich des Energieverbrauchs beurteilen zu können.

##### **Historie**

Ich als Energie-Feedback Kunde möchte gerne meinen Verbrauch mit meinem eigenen Verbrauch aus der Historie vergleiche können, um einzuschätzen ob eine eventuelle Verhaltensänderung einen sichtbaren Erfolg erzielt hat.

#### 2.7.9.15.2 Schnittstelle

##### ***Feedback.electricity.comparison(TOKEN, start, stop) => Comparison***

Die Funktion liefert Verbrauchsprognosen als Array mit Angaben der Auflösung. Der Benutzer wird über sein TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

Jeder Eintrag im Array besteht aus folgenden Feldern:

- Datum
- Energiemenge Haushalt
- Energiemenge Vorperiode Haushalt
- Energiemenge Vergleichshaushalt

#### 2.7.9.16 Funktion Einstellungen Mein Benutzerkonto

Die Kundendaten sollen angezeigt werden.





Abbildung 84 Energiefeedback - Mein Benutzerkonto

#### 2.7.9.16.1 Use Case

Ich, als Energy Feedback Kunde möchte mir über die Funktion “Kundeninformation,, meine kundenbezogenen Daten

- Name
- Adresse
- Telefonnummer
- Email
- Geschäftspartnernummer
- Zählernummer

angezeigt bekommen.

#### 2.7.9.16.2 Schnittstelle

##### ***Feedback.user.profile(TOKEN) => UserProfile***

Die Funktion liefert die Kundendaten des aktuell authentifizierten Benutzers über das UserProfile Objekt. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben. Das UserProfile umfasst die Felder als Strings.

#### 2.7.9.17 Funktion Budget Gesamt

Es soll ein Alarmierungs-Text eingegeben werden, der angezeigt wird, wenn ein Budgetlimit überschritten wird. Des weiteren soll ein Sparziel in Prozent definierbar sein.

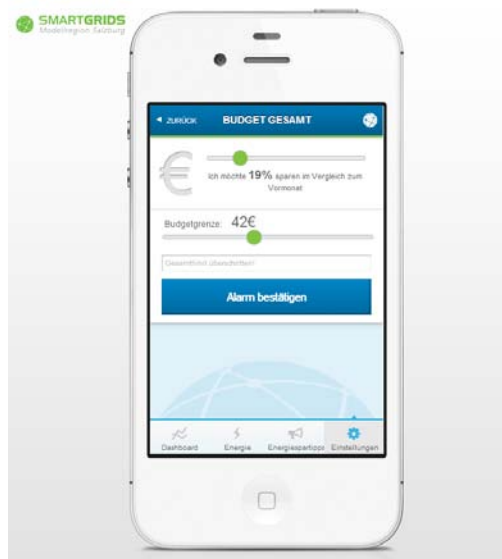


Abbildung 85 Energiefeedback - Budget Gesamt

#### 2.7.9.17.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde möchte eine Budgetgrenze über alle Sparten konfigurieren können, bei deren Überschreiten ich per SMS und Email alarmiert werde um rechtzeitig vorinformiert zu sein, wenn ich mehr als kalkuliert verbrauche.

Ich als Energie-Feedback Kunde möchte gerne aktiv informiert werden, wenn die von mir konfigurierte Budgetgrenze überschritten wurde, um gegensteuern zu können.

Ich als Energie Feedback Kunde möchte ein Sparziel definieren „Ich möchte im kommenden Monat 5 % weniger verbrauchen, als im Vormonat“.

#### 2.7.9.17.2 Schnittstelle

##### **Feedback.user.getBudget(TOKEN) => GetBudget**

Die Funktion liefert das aktuelle Sparziel, Budgetgrenze und Alarmtext. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

##### **Feedback.user.setBudgetAlarm (TOKEN, AlarmText, budgetLimit, savingGoalPercent) => SetBudgetAlarm**

Die Funktion konfiguriert den Alarmtext, Budget Limit für Strom. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

#### 2.7.9.18 Funktion Zähler

Anzeige des Zählers mit Zählernummer, Adresse und Spitzname und Zulassen der Konfiguration eines Spitznamen als Freitextfeld.

#### 2.7.9.18.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde möchte alle Zähler aus den verschiedenen Sparten die mir als Geschäftspartner zugeordnet sind, einsehen können. Um die Zähler unterscheiden zu können, möchte ich Spitznamen pro Zähler vergeben können.

#### 2.7.9.18.2 Schnittstellen

##### **Feedback.listCounter(TOKEN) => SiteArray**

Die Funktion liefert alle Zähler des authentifizierten Benutzers. Bei Erfolg wird ein Array von Sites zurückgeliefert. Jeder Zähler ist zumindest durch folgende Eigenschaften umschrieben:

- SERIAL
- Typ
- Title
- Nickname

##### **Feedback.user.setMeters (TOKEN, SERIAL, string nickname) => SetMeters**

Die Schnittstelle setzt den Spitzname auf Basis der Seriennummer. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

#### 2.7.9.19 Funktion Strom

Die Anzeigefunktion Strom soll die Angabe des Alarmierungs-Textes, die Konfiguration von Verbrauchslimit, Budgetlimit und einem Sparziel in Prozent ermöglichen.

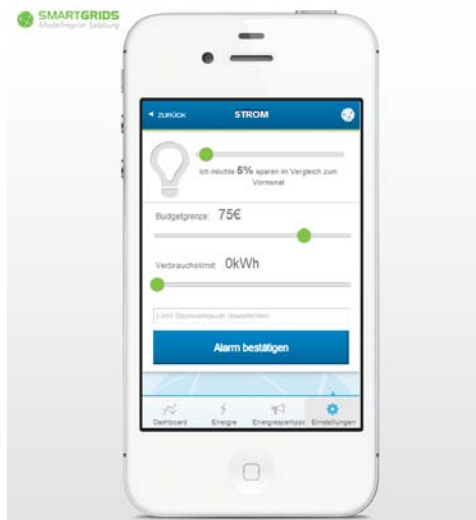


Abbildung 86 Energiefeedback - Strom

##### 2.7.9.19.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde möchte eine Budgetgrenze konfigurieren können, bei deren Überschreiten ich per SMS und Email alarmiert werde um rechtzeitig vorinformiert zu sein, wenn ich mehr Energie als kalkuliert verbrauche.

Ich als Energie-Feedback Kunde möchte gerne aktiv informiert werden, wenn die von mir konfigurierte Budgetgrenze überschritten wurde, um gegensteuern zu können.

Ich als Energie Feedback Kunde möchte ein Sparziel definieren „Ich möchte im kommenden Monat 5 % weniger Strom verbrauchen, als im Vormonat“.

#### 2.7.9.19.2 Schnittstellen

##### ***Feedback.user.getElectricityAlarm(TOKEN) => GetElectricityAlarm***

Die Funktion liefert das aktuelle Sparziel, Budgetgrenze, Verbrauchslimit und Alarmtext. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

##### ***Feedback.user.setElectricityAlarm(TOKEN, string AlarmText, consumptionLimit, budgetLimit, savingGoalPercent) => SetElectricityAlarm***

Die Funktion konfiguriert den Alarmtext, Verbrauchslimit und Budget Limit für Strom. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

#### 2.7.9.20 Funktion Haushaltstyp

Bei der Funktion Haushaltstyp soll die Eingabe der Wohnfläche ermöglicht werden, als auch die Anzahl der darin lebenden Personen und die Eingabe, ob ein Durchlauferhitzer vorhanden ist.

##### 2.7.9.20.1 Use Case

Ich, als Energie-Feedback Kunde möchte gerne meinen Haushaltstyp (Größe, Anzahl Personen, etc.) festlegen können um eine Basis für spätere Vergleiche definieren zu können.

##### 2.7.9.20.2 Schnittstelle

##### ***Feedback.user.setHousehold(TOKEN, livingSpace, persons, heater) => SetHousehold***

Die Funktion konfiguriert den Alarmtext, Verbrauchslimit und Budget Limit für Wasser. Der Benutzer wird über das TOKEN identifiziert. Im Fehlerfall - TOKEN ungültig oder Daten nicht verfügbar – wird NULL zurückgegeben.

#### 2.7.10 Home Automation

Folgend sollen die Requirements und die Beschreibung der beispielhaften Umsetzungen der Home Automation und des Aggregation Servers aufgeführt werden. Die dafür verwendeten Begriffe werden in Tabelle 10 beschrieben.

Begriff	Beschreibung
<b>ECO-Button</b>	Taste, die Komponenten der Gebäudetechnik unter Beeinflussung des Komforts in einen energiesparenden Betrieb schaltet
<b>Eigenverbrauchsquote</b>	Anteil der selbst verbrauchten Energie in einem bestimmten Zeitraum, die von einer Erzeugungsanlage bereitgestellt wird

<b>Endgerät</b>	Geräte, die einen Webbrowser ausführen können und über einen Kommunikationsanbindung zum Internet verfügen
<b>Energiebilanz</b>	Verhältnis zwischen Bezug und Erzeugung von Energie in einem bestimmten Zeitraum
<b>Gebäudetechnik</b>	Technische Komponenten, die fix in einem Gebäude installiert sind
<b>Login-Maske</b>	Eingabefelder für Benutzernamen und Passwort
<b>PV</b>	Photovoltaik, Stromerzeugung aus Sonnenenergie
<b>Steuerungsanlage</b>	Ist für die Steuerung von Komponenten und Systemen der Gebäudetechnik verantwortlich
<b>Wireframe</b>	Schematische Darstellung einer Benutzeroberfläche
<b>Webapplikation</b>	Anwendung, die in einem Webbrowser ausgeführt wird und mit gängigen Internettechnologien umgesetzt wurde

*Tabelle 10 Begriffe und Abkürzungen*

### 2.7.10.1 Definition der Ziele

Die Webapplikation Home Automation ermöglicht es den Bewohnern von entsprechend ausgestatteten Wohnungen oder Häusern, von verschiedenen Endgeräten aus Daten ihrer Gebäudetechnik abzurufen und Einstellungen zu verändern. Dabei finden folgende Komponenten der Gebäudetechnik Beachtung:

- Raumtemperaturregler Hauptwohnraum (Wohnzimmer)
- Raumluftsensor für Temperatur, relative Feuchte und CO<sub>2</sub>-Konzentration im Hauptwohnraum und im Schlafzimmer
- ECO-Button für die Wohneinheit

Konkrete Anwendung findet die Webapplikation im Projekt Rosa Zukunft der Smart Grids Modellregion Salzburg.

### 2.7.10.2 Komponentenübersicht

Folgende Grafik (Abbildung 87) zeigt die einzelnen Komponenten inklusive der jeweiligen Schnittstellen.

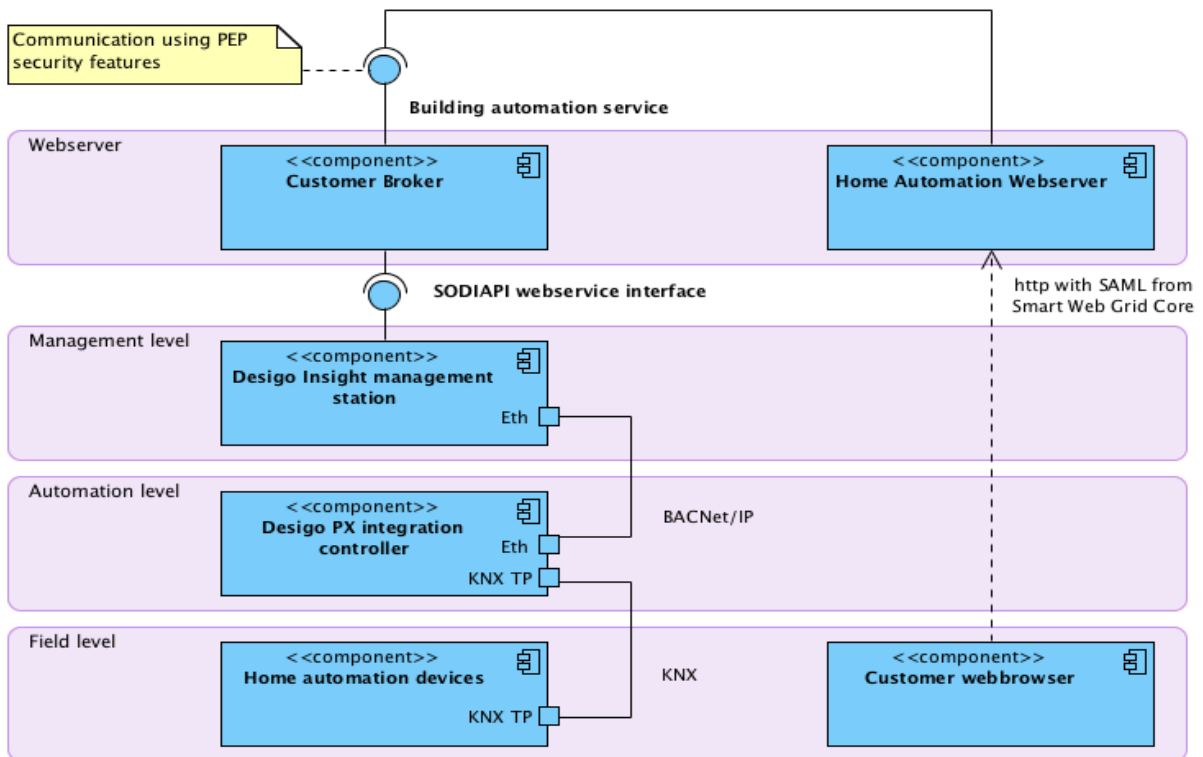


Abbildung 87: Komponentendiagramm Home Automation

### 2.7.10.3 Architektur für Pilotprojekt HiT

Abbildung 88 zeigt die geplante Architektur für die Applikation Home Automation im Projekt HiT:

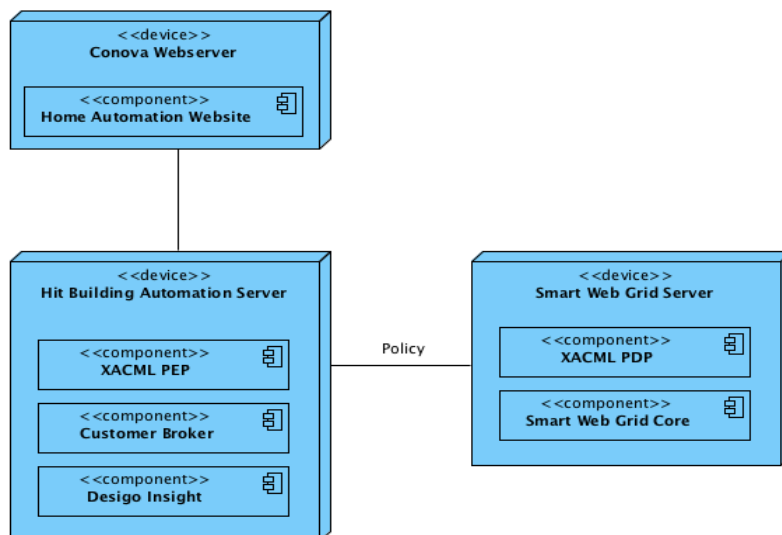


Abbildung 88: Architektur Home Automation

Der *HiT Building Automation Server* wird vor Ort in der Wohnanlage installiert. Entsprechend dem Komponentendiagramm stellt der *Customer Broker* den Zugriff auf die Anlage über einen Webservice

bereit. Ein vorgelagerter XACML PEP übernimmt die Themen Verschlüsselung, Authentifizierung und Autorisierung.

Die *Home Automation Website* wird auf einem Virtuellen Root-Server der Firma Conova betrieben. Die Kommunikation mit dem HiT Building Automation Server erfolgt auch hier mittels einer PEP-Komponente, die als Handler in den SOAP-Client eingehängt wird.

#### **2.7.10.4 Benutzeroberfläche Wireframe**

Folgende Abbildung 89, Abbildung 90, Abbildung 91 und Abbildung 92 zeigen die wesentlichen Elemente der Benutzeroberfläche.

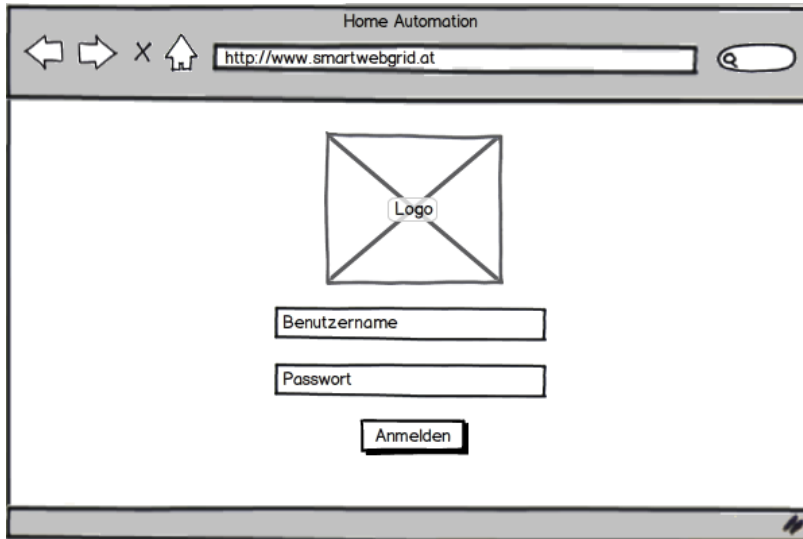


Abbildung 89: Home Automation Login

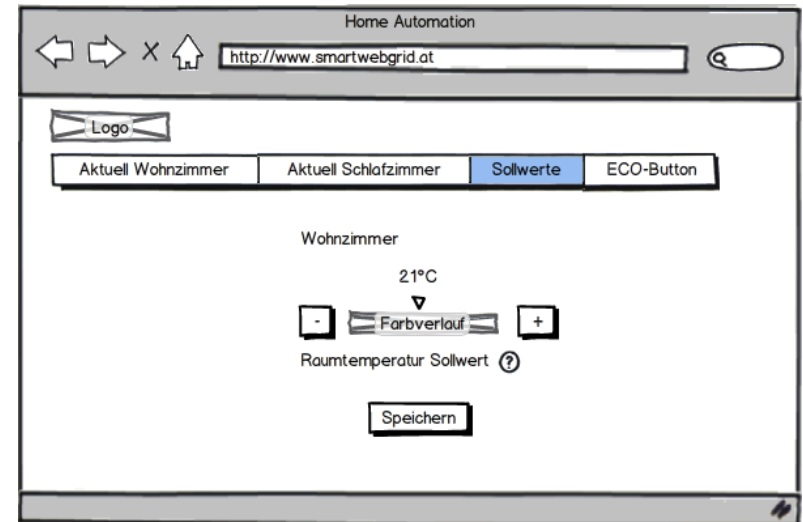


Abbildung 91: Home Automation Sollwert

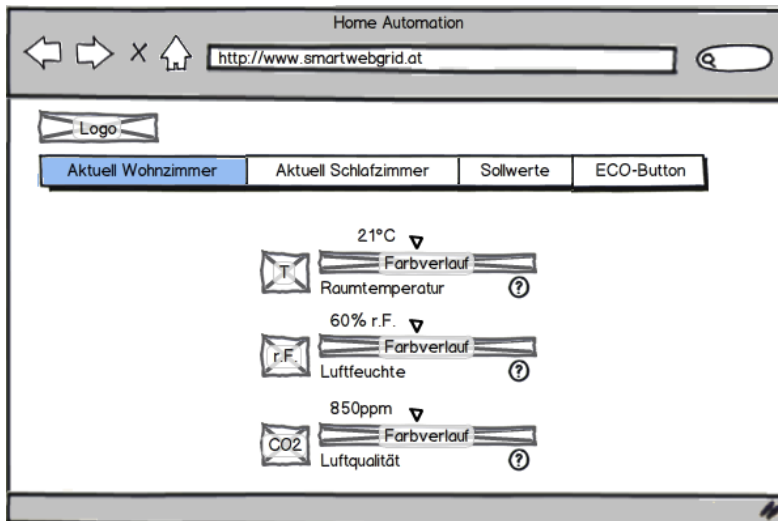


Abbildung 90: Home Automation Aktuelle Werte

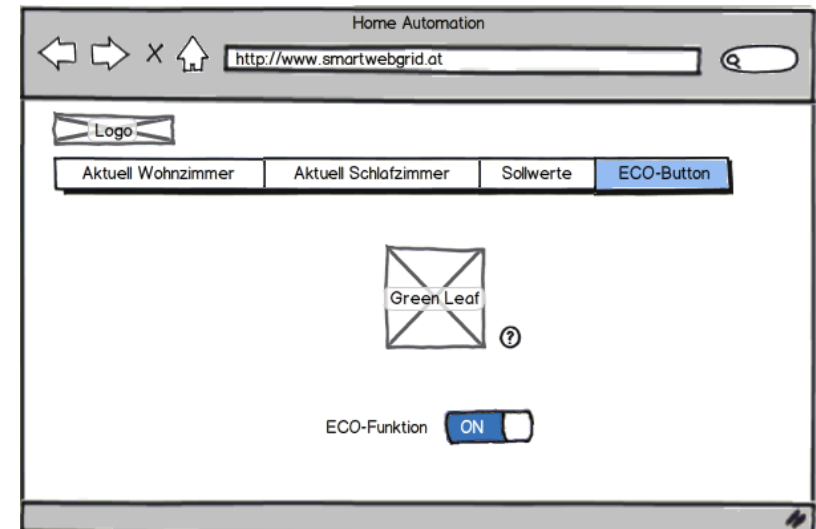


Abbildung 92: Home Automation ECO-Button



### 2.7.10.5 Spezifikation der Funktionen

Dieser Abschnitt beschreibt die einzelnen Funktionen der Webapplikation.

#### 2.7.10.5.1 Allgemeine Anforderungen

Nr.	Beschreibung
R1.1	Die Webapplikation muss in jedem gängigen Webbrowser <sup>80</sup> angezeigt werden können.
R1.3	Die Auflösung und Größe der Webapplikation muss auf mobile Tablets abgestimmt sein. Als Referenzgerät dient ein Samsung Galaxy Tab 10.1.
R1.4	Die Webapplikation muss auf dem zuvor spezifizierten Referenzgerät ohne horizontale Bildlaufleisten angezeigt werden, vertikale Bildlaufleisten sollten vermieden werden und erfordern eine Rücksprache mit dem Auftraggeber.
R1.5	Die Webapplikation muss alle veränderlichen Werte in konfigurierbaren Zeitintervallen automatisch aktualisieren. Die Konfiguration dieses Zeitintervalls sollte in einer Konfigurationsdatei am Webserver erfolgen. Die Aktualisierung der Werte muss ohne Neuaufbau der Seite erfolgen.
R1.6	Die Webapplikation sollte weitere Informationen für den Benutzer zu den jeweiligen Themen durch Betätigung eines Hilfe-Buttons anzeigen.
R1.7	Jede Seite der Webapplikation muss innerhalb von 5 Sekunden am Endgerät vollständig angezeigt werden, wenn eine entsprechend hohe Bandbreite zwischen Webserver und Webbrowser sichergestellt ist.

#### 2.7.10.5.2 Anmeldebildschirm

Nr.	Beschreibung
R2.1	Die Webapplikation muss nach dem Aufruf eine Login-Maske anzeigen.
R2.2	Der Benutzer der Webapplikation muss sich durch die Eingabe von Benutzernamen und Passwort authentifizieren.
R2.3	Im Feld Passwort erfolgt die Darstellung der eingegebenen Zeichen durch Punkte oder Sterne. Das zuletzt eingegebene Zeichen wird für kurze Zeit in Klartext dargestellt und dann automatisch ersetzt
R2.4	Die Webapplikation muss die Anmeldedaten verschlüsselt an den Webserver senden.
R2.5	Die Anmeldedaten werden entsprechend den Vorgaben des Smart Web Grid Core verifiziert

#### 2.7.10.5.3 Aktuelle Raumwerte

<sup>80</sup> Internet Explorer, Firefox, Opera, Safari; jeweils auch in der mobilen Version

Nr.	Beschreibung
R3.1	Die Webapplikation muss die aktuellen Raumluftwerte für Temperatur, relative Feuchte und CO <sub>2</sub> -Konzentration anzeigen.
R3.2	Die Webapplikation muss den günstigen Bereich der angezeigten Werte in Form eines Farbbalkens anzeigen. Dabei ist der mittlere Bereich grün, links und rechts davon folgt ein gelber und anschließend ein roter Bereich
R3.3	Die Webapplikation muss den aktuellen Zustand der Raumluftwerte jeweils mittels einer grafischen Markierung oberhalb des Farbbalkens anzeigen.

#### 2.7.10.5.4 Sollwert

Nr.	Beschreibung
R4.1	Die Webapplikation muss den aktuellen Raumtemperatur-Sollwert anzeigen.
R4.2	Die Webapplikation muss den günstigen Bereich des Raumtemperatur-Sollwerts in Form eines Farbbalkens anzeigen.
R4.3	Das optische Erscheinungsbild des Farbbalkens muss mit der Darstellung aus R3.2 übereinstimmen.
R4.4	Die Webapplikation muss den aktuellen Zustand des Raumtemperatur-Sollwerts mittels einer grafischen Markierung oberhalb des Farbbalkens anzeigen.
R4.5	Die Webapplikation muss es dem Benutzer ermöglichen, den Raumtemperatur-Sollwert in 0,5°C Schritten nach oben und unten zu verändern.
R4.6	Die Webapplikation muss es dem Benutzer ermöglichen, durch Betätigen der Taste <i>Speichern</i> den eingestellten Raumtemperatur-Sollwert an die Steuerungsanlage zu senden.
R4.7	Die Webapplikation muss eine Rückmeldung an den Benutzer anzeigen, dass die Speicherung des Raumtemperatur-Sollwerts erfolgreich war.

#### 2.7.10.5.5 ECO-Button

Nr.	Beschreibung
R5.1	Die Webapplikation muss den aktuellen Zustand des ECO-Buttons (ein/aus) anzeigen.
R5.2	Die Webapplikation muss je nach Zustand des ECO-Buttons verschiedene <i>Green Leave</i> Grafiken anzeigen.
R5.3	Die Webapplikation muss den Zustand des ECO-Buttons bei Betätigung durch den Benutzer ändern (toggleIn). Nachdem der Benutzer den Zustand geändert hat, muss die Webapplikation den neuen Zustand an die Steuerungsanlage senden.

### 2.7.10.6 SODI-API

Das Service Oriented Desigo Insight Application Programming Interface (SODI-API) ist eine Webservice-Schnittstelle der Siemens Desigo Insight Managementstation<sup>81</sup>. Über die Schnittstelle ist ein Zugriff auf die aktuellen Prozesswerte der Gebäudeautomation möglich. Alle Eigenschaften und Methoden der Schnittstelle sind definiert und dokumentiert. Mit Hilfe des sogenannten *ValueService* ist es möglich, einzelne Prozesswerte zu lesen bzw. zu schreiben.

### 2.7.10.7 Customer Broker

Der Customer Broker ist eine zentrale Serverkomponente, die ein Mapping zwischen einer eindeutigen Kunden-ID und den zugehörigen Geräten bzw. Datenpunkten der Home Automation herstellt. Da die Abfrage aller Prozesswerte eines Kunden bei der Anfrage durch den Webserver zu lange dauert, was zu einer unzumutbaren Wartezeit bei der Benutzung der App führen würde, polled der Customer Broker ständig die einzelnen Prozesswerte und speichert den Zustand in einer Datenbank. Anfragen durch den Webserver können so aus der Datenbank beantwortet werden. Bei Schreibzugriffen wird der neue Zustand unmittelbar danach eingelesen.

### 2.7.10.8 Building Automation Service

Das Building Automation Service bietet Methoden zur Abfrage von Werten vom Customer Mapping Server sowie zum Setzen von Sollwerten. Folgende Tabelle 11 listet die in der Applikation verwendeten Prozesswerte (die in weiterer Folge vom Desigo Insight Server abgefragt werden):

Beschreibung	I/O (aus Sicht des Service)
Aktuelle Raumtemperatur Wohnzimmer [°C]	O
Aktuelle relative Raumluftfeuchte Wohnzimmer [%]	O
Aktuelle CO <sub>2</sub> -Konzentration (Luftqualität) Wohnzimmer [ppm]	O
Aktueller Raumtemperatur-Sollwert Wohnzimmer [°C]	O
Aktuelle Raumtemperatur Schlafzimmer [°C]	O
Aktuelle relative Raumluftfeuchte Schlafzimmer [%]	O
Aktuelle CO <sub>2</sub> -Konzentration (Luftqualität) Schlafzimmer [ppm]	O
Aktueller Zustand ECO-Button [0,1]	O
Neuer Raumtemperatur Sollwert Wohnzimmer [°C]	I
Neuer Zustand ECO-Button [0,1]	I

Tabelle 11 Liste der Prozesswerte des Building Automation Service

<sup>81</sup> DESIGO <http://www.siemens.com/desigo> abgerufen: 17.4.2014

### 2.7.10.9 Umsetzung

Die Umsetzung der Applikation erfolgte als Webapplikation auf Basis der Technologien HTML und JavaScript. Als Backend und Schnittstelle zur Gebäudeleittechnik wurde der Customer Broker als Java EE Applikation entwickelt. Der Screenshot in Abbildung 93 zeigt die umgesetzte Funktionalität.

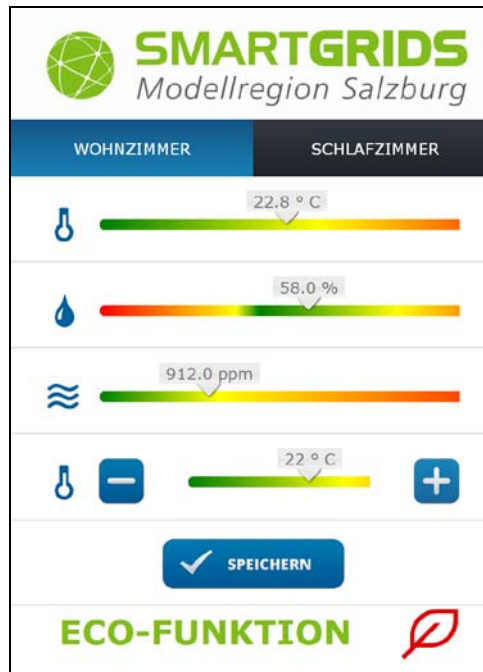


Abbildung 93: Screenshot Home Automation App

Von oben beginnend befindet sich unter dem Logo der Smart Grids Modellregion die Navigationsleiste. Hier kann zwischen den beiden betroffenen Räumen Wohnzimmer und Schlafzimmer umgeschaltet werden. Unter der Navigationsleiste befinden sich die aktuellen Werte der Raumtemperatur, der relativen Raumluftfeuchte und der CO<sub>2</sub>-Konzentration. Eine Markierung auf dem Farbbalken signalisiert durch die Ampelfarben grün, gelb und rot die Bedeutung des entsprechenden Wertes in Bezug auf Energieverbrauch bzw. Raumluftqualität. Die Grenzen der farblichen Einteilung wurden auf Basis von Erfahrungswerten aus einer großen Anzahl von Kundenprojekten festgelegt.

Für den Raum Wohnzimmer besteht unterhalb der Anzeigewerte die Möglichkeit, den Raumtemperatur-Sollwert mit den beiden Tasten + und – in 0,5 K Schritten zu verändern. Durch betätigen der Taste „Speichern“ wird der neue Sollwert auf das Raumgerät im Wohnzimmer übertragen und dort gespeichert. Im Schlafzimmer ist keine Sollwertvorgabe über die Applikation möglich, da dort konventionelle Thermostate ohne Kommunikationsanbindung installiert sind. Am unteren Rand der Applikation wird der Zustand des ECO-Buttons angezeigt. Ein grünes Blatt signalisiert dabei, dass die Funktion aktiviert ist und entsprechend Energie gespart werden kann. Ein rotes Blatt signalisiert, dass die Funktion deaktiviert ist. Durch Betätigen des Blattes kann der Zustand geändert werden.

Das Benutzerlogin-Formular aus dem Lastenheft wurde nicht umgesetzt, da hier ein Single-Sign-On Mechanismus der Core-Architektur zur Anwendung kommt. Auch eine Steuerung der Lüftung (wie im

Lastenheft beschrieben) wurde nicht umgesetzt, da im geplanten Anwendungsbereich keine mechanische Lüftung vorhanden ist.

### **2.7.11 PV Monitor**

Die Applikation PV Monitor dient zur Visualisierung der Energiebilanz (Erzeugung, Verbrauch), sowie der Eigenverbrauchsquote in einem einzelnen Gebäude, einem Campus oder einer Region. Konkrete Anwendung findet die Applikation im Projekt Modellgemeinde Köstendorf der Smart Grids Modellregion Salzburg. Dort werden die Daten von zirka 40 Einzelobjekten aggregiert und entsprechend visualisiert. Als Datenquelle dienen sogenannte Building Energy Agents in den Gebäuden.

Die Anwendung „PV Monitor“ kann allerdings auf einen großen Teil der Infrastruktur der Energiebilanz-App zurückgreifen. Daher wurde die prototypische App-Umsetzung nur bis zum Klick-Dummy Stadium entwickelt, um Nutzerfeedback durch EndkundInnen in Workshops zu ermöglichen.

## **2.8 Nutzerfeedback**

Dieses Kapitel dokumentiert die Ermittlung des Nutzungsgrades der Smart-Grid-Beispielanwendungen im Rahmen der „Analyse, weiterführende Potentiale, Ausblick“ des Smart Web Grid Projekts. Es wird erfasst, welches die bevorzugten Medien bzw. Applikationen für die Nutzerinteraktion mit dem SWG Prototypen sind und wie die Kundenakzeptanz generell zu bewerten ist. Es wird auch festgestellt, welche Informationen gewünscht und benötigt werden. Besonderes Augenmerk wird auf die weiterführenden Potentiale gelegt: Welche Informationen und welche zusätzlichen Applikationen werden seitens der Kunden gewünscht und können in das Kundenportal eingebracht werden? Die weiterführenden Potentiale werden in Bezug auf die in den Kapiteln 2.7.7, 2.7.8, 2.7.9, 2.7.10 und 2.7.11 beschriebenen Beispielanwendungen (APP's) hinsichtlich Kundenakzeptanz und Energieeinsparpotential analysiert. Darüber hinaus wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gegeben.

Es wurden in Absprache mit dem Konsortium und der FFG drei Nutzer-Workshops zur Analyse der Smart Web Grid Cores anhand von fünf relevanten Use Cases durchgeführt. Der Core und die relevanten Use Cases, die dabei betrachtet wurden, werden im Folgenden näher beschrieben.

Die Use Cases stellen für die dargestellte nutzerseitige Potentialanalyse dieses Kapitels eine wichtige Grundlage dar, da diese konkrete Anwendungsfälle eines intelligenten Stromnetzes repräsentieren. Mithilfe dieser Use Cases können NutzerInnen ihre Meinungen und Bedenken im Rahmen von Workshops konkreter formulieren.

### **2.8.1 Smart Web Grid Core**

Unter einem Smart Web Grid Core kann man sich alle notwendigen Zahnräder einer Maschine vorstellen, die dafür notwendig sind, dass sie funktioniert. Keine der Core-Komponenten wird, kann oder darf von jemandem beliebig bedient werden. Definierte Schnittstellen und User Interfaces lassen die Verwendung, aber nicht die Veränderung des Cores zu. So können sich neue Betreiber registrieren,

aber keine anderen Betreiber löschen oder in deren Daten einsicht nehmen. Genauso können Kunden die Plattform verwenden, sich für angebotene Betreiber Apps entscheiden und ihre Daten für die Anwendung frei geben – aber sobald sie dies nicht mehr wünschen, können sie ihre Freigabe widerrufen und es ist dem Betreiber der App danach unmöglich auf die Daten des Kunden/der Kundin zuzugreifen. Der Smart Web Grid Core wurde im Projekt Smart Web Grid nicht nur nach dem aktuellen Stand der Technik, sondern zusätzlich auch nach den Prinzipien Security by Design und Privacy by Design entworfen und prototypisch umgesetzt. Durch die gefundene Architektur ist es möglich die Daten dezentraler Datenquellen bei den Kunden zu lassen, und trotzdem Drittanbietern von Apps den Zugriff darauf zu gestatten, sobald der Kunde/die Kundin den Zugriff darauf freigibt. Dass die Übertragung der Daten über sicher verschlüsselte Kommunikationskanäle erfolgt ist weiters eine Voraussetzung zum Schutz der sensiblen Daten vor nichtberechtigten Dritten, wie der NSA durch Prism, Abhörapparaten wie ECHELON oder profitorientierten einfachen Hacker, die diese Daten verkaufen wollen.

## **2.8.2 Use Cases**

Im Rahmen von Smart Web Grid wurden die folgenden fünf Anwendungen als relevant identifiziert: Energiefeedback, Elektromobilität, Home Automation, PV-Anlagen Monitoring und Energiebilanz Köstendorf. Diese Use Cases wurden in den Workshops herangezogen, um die Meinungen und Bedenken der potentiellen NutzerInnen anhand konkreter Beispiele zu erheben.

### **2.8.2.1 Energiefeedback**

Innerhalb der Smart Web Grid Anforderungsanalyse wurde der Use Case Energiefeedback in Interviews mit Drittanbietern und besonders in den Fokusgruppen mit Gewerbekunden näher beleuchtet. Beschreibungen und Beispiele für Energiefeedbacksysteme wurden zur Erläuterung des Use Cases vorgestellt.

Im Rahmen der Abschlussworkshops wurde den TeilnehmerInnen ein Prototyp einer Energiefeedback-App vorgestellt. Die Applikation ermöglicht Kunden ihren Strom, Gas und Wasserverbrauch einzusehen. Über die Einstellungen können Profile für Wasser, Gas und Strom vorgenommen, der jeweilige Energieverbrauch abgefragt und Obergrenzen definiert werden. Bei Erreichen einer Obergrenze können Kunden über Email und SMS informiert werden.

### **2.8.2.2 Elektromobilität**

Dieser Use Case wurde bereits in Kapitel 2.3 definiert und wurde durch die Anreicherung von Nutzerperspektiven im Kapitel 2.4 weiter ausgearbeitet, bevor in Kapitel 2.7.6 die Umsetzung beschrieben wird. Im Vordergrund der Smart Web Grid Anforderungsanalyse standen die unterschiedlichen Anforderungen für diesen Use Case von Privat- und Gewerbekunden für Ladeoptionen und Feedbackstatistiken, sowie Bedenken hinsichtlich der Weitergabe von Elektromobilitätsinformationen. Im Rahmen der Abschlussworkshops wurde den TeilnehmerInnen ein Prototyp einer im Projekt entwickelten Beispiel-Applikation zum Steuern des Ladens eines E-Autos vorgestellt. Kunden können über die App die Ladungsart für Ihr Fahrzeug wählen, um flexibel bezüglich Kosten und Ladedauer zu sein. Es besteht die Wahl zwischen ökonomisch laden und schnell laden.

Darüber hinaus informiert die App über Stromtarife, Ladestationen in der Nähe, den aktuellen Ladestatus und einen Rechner über ersparten CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

### **2.8.2.3 Home Automation**

Der Use Case Home Automation wurde im Rahmen der Abschlussworkshops bezüglich Funktion und Bedenken hinsichtlich der Weitergabe von potentiell als privat betrachteten Daten aus dem eigenen Haus oder Wohnung evaluiert. Den TeilnehmerInnen wurde ein Prototyp einer Home Automation Applikation vorgestellt. Die Applikation ermöglicht es den BewohnerInnen von entsprechend ausgestatteten Wohnungen oder Häusern, von verschiedenen Endgeräten aus Daten ihrer Gebäudetechnik abzurufen und Einstellungen zu verändern. Dabei werden Raumtemperaturregler im Hauptwohnraum (Wohnzimmer), ein Raumluftsensor für Temperatur, relative Feuchte und CO<sub>2</sub>-Konzentration im Hauptwohnraum und im Schlafzimmer, sowie ein ECO-Button für die Wohneinheit einbezogen. Der ECO-Button erlaubt es durch einfachen Tastdruck bestimmte, farblich gekennzeichnete, Steckdosen stromlos zu schalten und den Soll-Wert der Raumtemperatur auf einen voreingestellten Wert abzusenken. Dies soll den BewohnerInnen helfen, schnell und bequem Strom zu sparen (z. B. bei Geräten im Standby-Betrieb).

### **2.8.2.4 PV-Anlagen Monitoring**

Der Use Case PV-Anlagen Monitoring stammt aus dem Projekt "WebSteuerung dezentraler Einspeiser" und wurde im Rahmen der Abschlussworkshops von Smart Web Grid bezüglich Funktion und Bedenken hinsichtlich der Weitergabe von potentiell als privat betrachteten Daten evaluiert. Die Applikation erlaubt es NutzerInnen von PV-Anlagen die Leistungskurve des aktuellen Tages für die eigene PV-Anlage angezeigt zu bekommen, um sich ein Bild über die Leistung der Anlage machen zu können. Weiters bietet die Applikation eine Wochenstatistik, in der der Ertrag der letzten Woche angezeigt wird. Außerdem können Alarme verwaltet und angezeigt werden, die im Falle einer Benachrichtigung ausgelöst werden.

### **2.8.2.5 Energiebilanz Köstendorf**

Der Use Case Energiebilanz stammt aus dem SGMS Projekt Modellgemeinde Köstendorf und wurde im Rahmen der dreieinhalbstündigen Abschlussworkshops von Smart Web Grid bezüglich Funktion und Bedenken hinsichtlich der Weitergabe von potentiell als privat betrachteten Daten evaluiert. Die Applikation bietet BewohnerInnen die Möglichkeit die aktuelle Energiebilanz, bestehend aus PV Erzeugung, allgemeinen Stromverbrauch, E-Mobilität Stromverbrauch zu erfassen. Darüber hinaus kann die solare Erzeugung, den aktuellen Anteil der Solarenergie der letzten 24 Stunden, die genutzte Sonnenenergie, und das eingesparte CO<sub>2</sub> in der Region visualisiert werden. Außerdem informiert die Applikation über die Netzsituation und das Wetter in Köstendorf.

## **2.8.3 Überprüfung der Kundenakzeptanz**

Zur Erhebung des Nutzungsgrades wurden drei Stakeholder-Workshops mit potentiellen Nutzerinnen und Nutzern durchgeführt. Dabei wurden folgende Nutzergruppen berücksichtigt:

- Privatkunden (PK) – beziehen für ihren Privathaushalt Energie

- Gewerbekunden (GK) – beziehen für ihr klein- und mittelständiges Unternehmen Energie

Zunächst wurde in Zusammenarbeit mit dem Smart Web Grid-Konsortium ein Leitfaden für die Durchführung der Workshops entwickelt. Dann wurden unter Rückgriff auf die Testpersonendatenbank von CURE TeilnehmerInnen für die Workshops rekrutiert, angestrebt wurden 8 Personen pro Workshop. Innerhalb der Workshops wurden die entwickelten Smart Web Grid-Beispielanwendungen den TeilnehmerInnen demonstriert und die im Leitfaden definierten Fragen diskutiert. Die Workshops wurden von einem Moderator geleitet. Zusätzlich wurden die geführten Diskussionen von einer weiteren Person dokumentiert und auch mit einer Videokamera aufgezeichnet.

Zwei Workshops wurden mit PrivatkundInnenen (WS P1 und WS P2), sowie ein Workshop mit GeschäftskundInnen (WS G) abgehalten. Die Workshops wurden Ende Mai 2013 in den Räumlichkeiten von CURE in Wien abgehalten, die Dauer betrug jeweils etwa 3,5 Stunden. Die TeilnehmerInnen erhielten für ihre Teilnahme am Workshop eine Aufwandsentschädigung von 50 EURO.

### 2.8.3.1 Workshop-TeilnehmerInnen

Insgesamt nahmen 21 Personen an den Workshops teil (16 Privat- und 5 Geschäftskunden). Alle TeilnehmerInnen (TN) sind in ihrem Haushalt oder Unternehmen für das Thema Energie und Energieversorgung zuständig. Welche Rolle das Thema Energie und auch das Thema Datenschutz für die TeilnehmerInnen spielt, ist aus Tabelle 12 zu entnehmen. WS P1 und WS P2 bezeichnen die beiden Workshops mit Privatkunden, WS G bezeichnet den Workshop mit Geschäftskunden.

	Anzahl TN	Geschlecht	Thema Energie wichtig?		Thema Datenschutz wichtig?	
			Ja	Nein	Ja	Nein
<b>WS P1</b>	9	5w, 4m	8 TN	-	7 TN	1 TN
<b>WS P2</b>	7	3w, 4m	1 TN	6 TN	5 TN	2 TN
<b>WS G</b>	5	1w, 4m	5 TN	-	2 TN	3 TN

Tabelle 12: Wichtigkeit der Themen Energie und Datenschutz für die Workshop-TeilnehmerInnen





*Abbildung 94: Eindrücke aus den Nutzer-Workshops*

### **2.8.3.2 Ablauf und Methode**

Nach einer kurzen Einleitung und Einführung ins Projekt stellten sich die TeilnehmerInnen der Reihe nach vor und nahmen dabei auf Sicherheitsmaßnahmen zu Hause oder im Unternehmen sowie am Computer/im Internet Bezug.

Dann wurde den TeilnehmerInnen von Experten der Technischen Universität Wien die Smart Grids-Funktionsweise allgemein und die Smart Web Grid Architektur im Besonderen präsentiert. Dabei wurden Fragen beantwortet wie: Was ist ein Smart Grid? Warum brauchen wir es? Welche Probleme bringt es mit sich? Und: Wie sieht der SWG Lösungsansatz aus?

Nach der Präsentation der Smart Grids-Funktionsweise wurde ein Brainstorming zu Datenschutzproblemen im Zusammenhang mit Smart Grids durchgeführt. Dabei wurde überlegt, welche Daten gesammelt werden könnten, was eine Person mit diesen Daten anfangen könnte und welche Nachteile eine Einzelperson oder ein Unternehmen dadurch hätte.

Anschließend an die Präsentation des Smart Web Grid Cores wurde bewertet, ob die gesammelten Datenschutzprobleme durch die, im Core implementierten Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen nach Ansicht der TeilnehmerInnen gelöst werden können (grüner Klebepunkt) oder nicht (roter Klebepunkt). Die Bewertung der im Core implementierten Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen wurde daraufhin in der Gruppe diskutiert, die Ergebnisse sind in Kapitel 2.8.4 dargestellt.

Abbildung 95: Flipchart aus dem WS G, auf dem die Ergebnisse des Brainstormings und der Bewertung der Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen zu sehen sind, zeigt ein Flipchart mit Klebepunkten, welches im Zuge des Brainstormings und der anschließenden Bewertung in WS G entstanden ist.

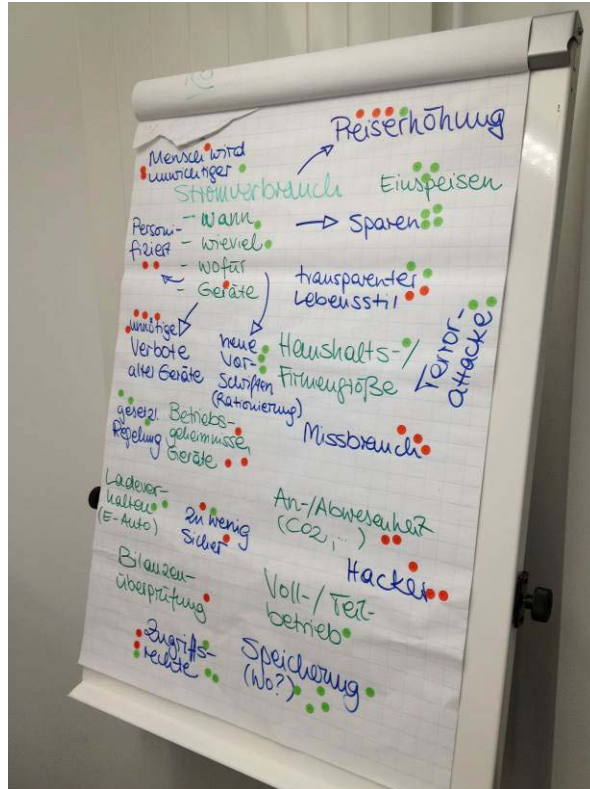


Abbildung 95: Flipchart aus dem WS G, auf dem die Ergebnisse des Brainstormings und der Bewertung der Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen zu sehen sind

Auf die Präsentation der einzelnen Unter-Applikationen, die im Smart Web Grid Core für das Projekt beispielhaft umgesetzt wurden, folgte eine Beurteilung der Core Applikation sowie der einzelnen Unter-Applikationen. So wurden den TeilnehmerInnen Fragen zur Freigabe der Datenquellen und zur angenommenen Wahrscheinlichkeit einer Nutzung gestellt.

Nach einer Pause wurde ein Innovation Game mit dem Titel „Mein schlimmster Alptraum“ durchgeführt. Innovation Games eignen sich hervorragend, um verschiedene, bis dahin eher unbewusste oder in einem anderen Kontext erlebte Sachverhalte aufzudecken. Das gewählte Innovation Game zielt dabei speziell auf Probleme und negative Aspekte ab, die mit einem bestimmten Produkte oder einer Vorgehensweise verbunden sind. Dabei ist es in diesem Innovation Game die Aufgabe, in 2er und 3er Gruppen den schlimmsten Alptraum auf ein Flipchart zu zeichnen. Die Instruktion für die Gruppen lautete wie folgt:

„Stellen Sie sich vor, was wäre Ihr schlimmster Alptraum in Bezug auf Smart Grids? Zeichnen Sie den Alptraum auf das Blatt auf. Das kann eine Person, ein Monster, oder einfach nur eine Sammlung von Eigenschaften sein. Wenn es heute um ein Erfrischungsgetränk ginge, wäre ein solcher Alptraum z. B. dass das Getränk die Leute zum Erbrechen bringt. Sie haben nun 20 Minuten Zeit um ein Plakat mit dem übelsten, was Smart Grids mit Ihnen machen könnten, zu gestalten.“

Die Ergebnisse dieses Innovation Games wurden danach in der Großgruppe präsentiert. Die jeweils anderen TeilnehmerInnen waren angehalten, sich positive, negative oder überraschende Punkte zum jeweiligen Alptraum zu notieren und zu diskutieren. Außerdem wurde diskutiert, ob das Projekt Smart Web Grid nach Einschätzung der TeilnehmerInnen in der Lage ist, diese Alpträume zu verhindern. Abschließend wurden Vorteile und Nachteile des Systems, zukünftige Nutzung und Kosten diskutiert. Der gesamt Workshop-Ablauf ist in Tabelle 13 noch einmal überblicksartig dargestellt.

Minute	Inhalt
0:00	Einführung ins Projekt
0:05	Vorstellungsrunde
0:10	Präsentation Smart Grids
0:20	<i>Brainstorming zu Datenschutzproblemen</i>
0:30	Präsentation SWG Architektur
0:45	<i>Bewertung der Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen (Vertrauenspunkte)</i>
1:00	Präsentation der einzelnen Apps
1:30	<i>Diskussion Nutzung und Datenfreigabe</i>
2:00	Pause
2:15	<i>Innovation Game: Mein schlimmster Albtraum</i>
2:35	<i>Präsentation und Diskussion der Plakate</i>
3:00	<i>Abschlussdiskussion</i>
3:30	Ende

Tabelle 13: Übersicht über den Ablauf der Workshops

## 2.8.4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Nutzer-Workshops dargestellt und erläutert.

### 2.8.4.1 Brainstorming

Die Ergebnisse des Brainstormings sind in Tabelle 14 dargestellt. Bei den Eintragungen in den Zellen handelt es sich um die von den TeilnehmerInnen genannten Datenschutzprobleme, die sie im Zusammenhang mit Smart Grids sehen.

WS P1	WS P2	WS G
Wann? (Abwesenheit) Urlaub	Verbrauch	Stromverbrauch: Wann? An-/Ab-wesenheit (CO <sub>2</sub> , ...)
Wie viel? (Verbrauch, Produktion)		Wie viel?
Was? (Gerät)	Geräteverbrauch	Wofür? (Geräte)
Wo? (Adresse, Wohnung)		Haushalts-/Firmengröße
Wie lange? (Nutzung)	Statistik (Jahr, Monat, Wochenende)	Betriebsgeheimnisse, Geräte

Vergleiche mit anderen	
Sparen	
Art des Stroms, Einspeisung	Einspeisen
Strombedarf, -spitzen	
Stromkreise	
Kontodaten, Zahlungsmodalitäten	Bilanzen-überprüfung
Voll-/Teilbetrieb	
Fernwärme	

*Tabelle 14: Übersicht über die Ergebnisse des Brainstormings, aufgeteilt nach Workshop*

#### **2.8.4.2 Bewertung der Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen - Privatkunden**

Bei der anschließenden Diskussion der Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen stellte sich auf Seiten der TeilnehmerInnen heraus, dass bei den TeilnehmerInnen mangelndes Vertrauen gegenüber dem Energieversorger und gegenüber Smart Metern vorherrscht. Die TeilnehmerInnen gaben an, eher staatlichen oder unabhängigen Organisationen zu vertrauen.

Außerdem wurde eine Angst vor Manipulation deutlich. Die mögliche Einmischung, beziehungsweise Teilhabe am eigenen Leben stört die NutzerInnen, sie haben Angst vor einem Weiterverkauf oder der Weitergabe ihrer persönlichen Daten. Diese könnten in ihrer Vorstellung genutzt werden, um Profile zu erstellen um dann Werbung gezielt platzieren zu können. Zusätzlich bestehen Bedenken, dass „Hacker“ die Smart Meter angreifen könnten. Dazu merkte ein Teilnehmer an: „Wenn es jemand verschlüsseln kann, kann es auch jemand entschlüsseln.“

Grund zur Sorge gibt auch die Möglichkeit, den individuellen Verbrauch genau abzubilden und im Falle eines zu hohen Verbrauchs Strafen einzuführen. Die Gefahr einer Zwei-Klassen-Gesellschaft wird von den TeilnehmerInnen gesehen. Jedoch wurde auch auf die Möglichkeit, variable Kosten einzuführen hingewiesen und ein Entstehen von mehr Energiebewusstsein und Gemeinschaftsdenken für möglich gehalten.

Zum Thema Datenschutz wurde angemerkt, dass ein grundsätzliches Vertrauen fehle, da es in der Vergangenheit nicht aufgebaut worden sei. Die Sicherheit der eigenen, bereits übertragenen Daten im Falle eines späteren Widerrufs der Freigabe von Daten wurde angezweifelt. Generell wurde Datenschutz als nicht gegeben angesehen und sollte durch eine öffentliche Stelle, wie beispielsweise den Rechnungshof oder das Bundeskanzleramt realisiert werden. Eine Teilnehmerin betonte: „ohne Kontrolle ist alles Null und nichtig.“ Einige TeilnehmerInnen merkten jedoch auch an, dass für sie die Vorteile überwiegen würden und man sich bewusst sein müsse, dass nichts hundertprozentig sicher sein könne.

#### **2.8.4.3 Bewertung der Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen - Geschäftskunden**

Beim Workshop mit GeschäftskundInnen wurde ebenfalls auf das Problem des transparenten Lebensstils und Missbrauchs, beziehungsweise der Angriffe auf Smart Meter durch Hacker hingewiesen. Allerdings merkte hier ein Teilnehmer an: „mir scheint das Konzept zum momentanen Zeitpunkt sicher genug für meinen persönlichen Bedarf.“

Verbote veralteter Geräte und Preiserhöhungen wurden als unnötig, aber wahrscheinlich unvermeidlich bezeichnet.

Zum Thema Zugriffsrechte war den GeschäftskundInnen eine dezentrale Speicherung wichtig, die möglichst staatsnah organisiert sein sollte. Besonders die Gefahr des Auslesens einzelner, im Betrieb eingesetzter Geräte und damit der Aufdeckung etwaiger Betriebsgeheimnisse wurde von den TeilnehmerInnen gesehen. Insgesamt wurde festgestellt, dass die EndanwenderInnen die Risikopotentiale verstehen müssten, die sich durch den Einsatz von Smart Metern ergäben, da sonst kein adäquates Reagieren möglich sei.

#### 2.8.4.4 Nutzung der einzelnen Applikationen

Tabelle 15 gibt eine Übersicht über die Häufigkeit, mit der die Workshop-TeilnehmerInnen angaben, die einzelnen Applikationen nutzen zu wollen, wären diese am Markt verfügbar.

<i>Nutzung?</i>	WS P1		WS P2		WS G	
	<i>Ja</i>	<i>Nein</i>	<i>Ja</i>	<i>Nein</i>	<i>Ja</i>	<i>nein</i>
<b>Energiefeedback</b>	7	1	7	-	5	-
<b>PV-Monitoring</b>	7	-	3	3	5	-
<b>Energiebilanz Köstendorf</b>	5	3	3	3	3	2
<b>E-Car Charging</b>	6	1	4	2	2	3
<b>Home Automation</b>	8	-	7	-	5	-

*Tabelle 15: Häufigkeit der hypothetischen Nutzung*

Uneingeschränkte Zustimmung ergab sich für die Nutzung der Home Automation-Applikation. Auch beim Energiefeedback war der Anwendungsfall den meisten TeilnehmerInnen klar ersichtlich und eine Nutzung wurde daher als wahrscheinlich angenommen. Dies lässt sich vor allem darauf zurückführen, dass hier eine echte Einsparmöglichkeit gesehen wird und die Möglichkeit zur Bewusstseinsbildung besteht. Beim Photovoltaik-Monitoring waren die Meinungen zum Teil gespalten. Einige TeilnehmerInnen fanden die Information zwar interessant und wertvoll, andere sahen wenige Einflussmöglichkeiten auf die Sonneneinstrahlung und daher keinen Nutzen in der Information über die Energieproduktion. Das Monitoring der Gemeinde wurde insgesamt eher als „was für Bürgermeister“ eingeschätzt, der Verbrauch einzelner Gebiete und die Evaluierung großflächiger Maßnahmen allerdings als interessant angesehen. Die hypothetische Nutzung der E-Car Charging-Applikation war deutlich eingeschränkt, da kein Teilnehmer derzeit vorhatte sich ein Elektroauto anzuschaffen. Einige TeilnehmerInnen gaben jedoch an, die Applikation im Falle einer Anschaffung eines E-Autos nutzen zu wollen, da sie die Option „ökonomisch laden“ für sinnvoll halten.

#### **2.8.4.5 Datenfreigabe und Kostenübernahme**

Aus der Diskussion der Datenfreigabe für die einzelnen Applikationen des Smart Web Grid Cores ergab sich, dass für die PrivatnutzerInnen die Echtzeitinformationen über den Energieverbrauch zwar einerseits interessant wären, andererseits aber auch eine „komplette Überwachung“ bedeuten würden. Das Missbrauchsrisiko wurde als sehr hoch eingeschätzt und erst bei Daten, die älter als ein halbes Jahr sind, geringer eingestuft. Für die GeschäftskundInnen wurde das Risiko bei Daten ab einer Woche als annehmbar angesehen, tagesgenaue Verbrauchsinformationen zwar als nützlich aber „grenzwertig.“ Stündliche Daten böten einen zu geringen Mehrwert für das geschätzte Risiko. Allerdings seien aus Sicht der GeschäftskundInnen im Privatbereich kürzere Intervalle denkbar als im Firmenbereich.

Die Freigabe bestimmter Daten wie etwa den Verbrauch des Elektroautos, Name, Adresse und Geschlecht wurde als zu riskant im Sinne des Datenschutzes eingestuft. Generell lässt sich sagen, dass Ablehnung herrschte, wenn der Nutzen nicht direkt nachvollziehbar war (zum Beispiel zur Vergleichs- oder Kontrollmöglichkeit).

Zur Frage der Kostenübernahme waren die Meinungen geteilt. Teilweise waren die TeilnehmerInnen der Ansicht, Kunden die eine solche Sicherheitsarchitektur wünschten, sollten die Kosten tragen. Andere waren der Meinung, dass die Core-Applikation mit den Grundfunktionen gratis und zusätzliche Funktionen gegen Gebühr zukaufbar sein sollte, beziehungsweise dass der Netzbetreiber die Kosten für die Core-Infrastruktur zahlen sollte (Zitat einer Teilnehmerin hierzu: „Wenn sie uns das schon aufs Auge drücken“), da auch er die Ersparnis habe. Andere wiederum waren der Ansicht, dass jede Person, die einen Nutzen sehe könnte, auch etwa investieren würde. Vorschläge über die Höhe eines möglichen Entgelts waren 5-10 % der Stromrechnung oder maximal 20 € für die Erstinstallation.

#### **2.8.4.6 Innovation Game: Mein schlimmster Albtraum**

Beim Innovation Game wurden pro Präsentation verschiedene Themen angesprochen. Das am häufigsten genannte Thema was das den „gläsernen Menschen.“ Dazu bemerkte eine Teilnehmerin: „Für uns wird es immer undurchschaubarer und wir werden immer durchschaubarer.“ In dem in Abbildung 96 gezeigten Bild ist diese Angst vor Überwachung und Durchleuchtung des Privatlebens durch den Strommast mit den Augen dargestellt.

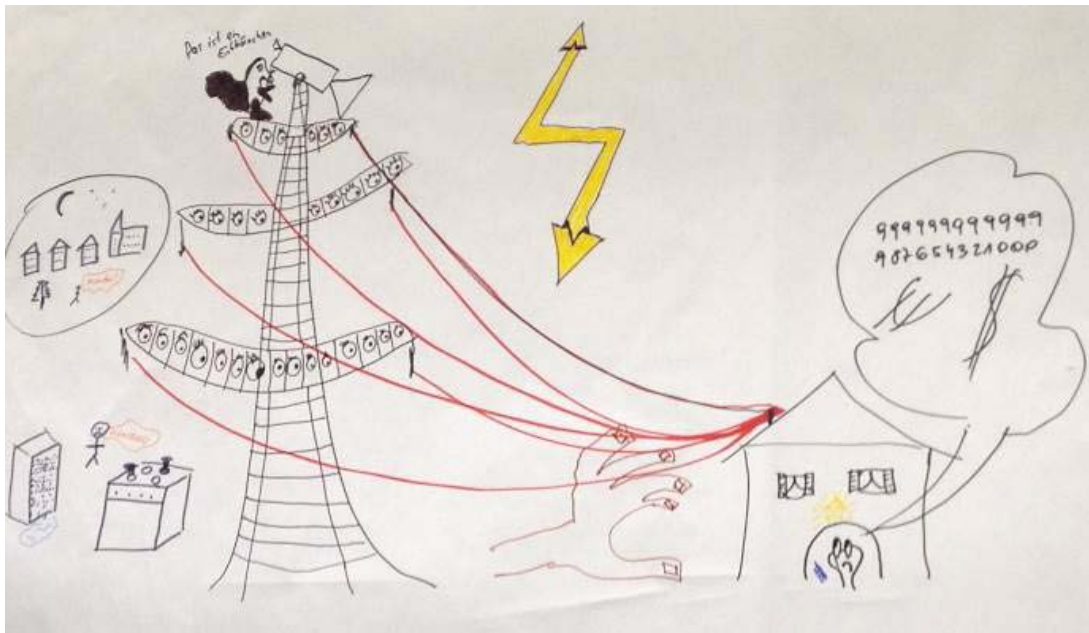


Abbildung 96: Im Innovation Game erstellte Zeichnung

Weitere Themen, die zur Sprache kamen, waren der Einsturz des Systems, beziehungsweise ein Ausfall der Netze und ein Datenverlust beim Netzbetreiber. Damit zusammenhängend tauchte auch in mehreren Zeichnungen die Angst vor dem Rückschritt auf und ist in Abbildung 96 durch einen auslaufenden Kühlschrank, kalte Herdplatten und eine finstere, unbeleuchtete Stadt symbolisiert.

Ein weiteres wichtiges Thema war auch hier die Gefahr des Missbrauchs, der Sabotage und der Ausnutzung. Abbildung 97 verdeutlicht diese Problematik sowohl durch den „bösen Nachbarn“ am rechten Bildrand, der gerade dabei ist, „Energie abzweigen, ohne sich die Finger schmutzig zu machen“ und andererseits durch die blaue Wolke an linken oberen Bildrand, die mit „Datenklau“ betitelt ist und sowohl eine Referenz zur EU als auch eine Verbindung zu „Konzernen“ allgemein hat.

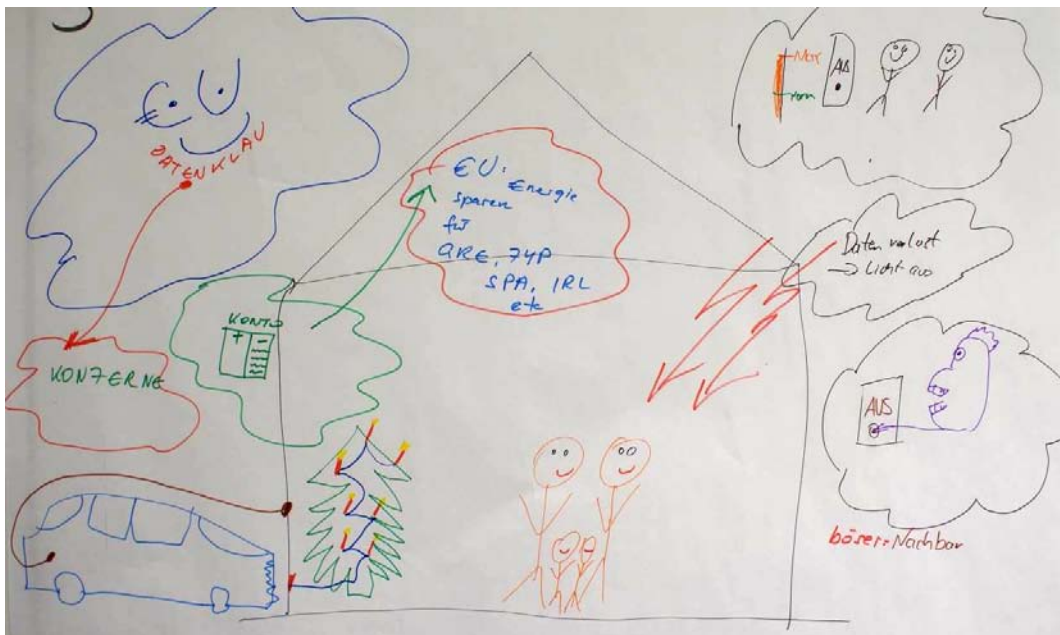


Abbildung 97: Im Innovation Game erstellte Zeichnung

Übergriffe durch Andere spielen auch in der folgenden Zeichnung (Abbildung 98) eine Rolle und sind durch die Verbindungen des Wohnhauses in der Mitte zu verschiedenen Institutionen erkennbar. Dazu der Kommentar einer Teilnehmer: „Das Böse ist immer und überall.“ Damit zusammenhängend tauchte auch die Angst vor dem Ausgeliefert sein häufiger auf.



Abbildung 98: Im Innovation Game erstellte Zeichnung



Teilweise kamen die TeilnehmerInnen in der Diskussion der Gruppenarbeiten zu dem Schluss, dass gar nicht alles so alptraumartig und schlimm sei, wie sie es sich vorgestellt hatten. Dazu bemerkte eine Teilnehmerin: „Ich habe vor lauter Sorge vor Manipulation gar nicht an die guten Seiten des Systems gedacht.“ So zeigt auch Abbildung 99 auf der linken Seite ein positives Bild einer erholteten Natur bei geringem Stromverbrauch und eine Umweltkatastrophe bei hohem Stromverbrauch.

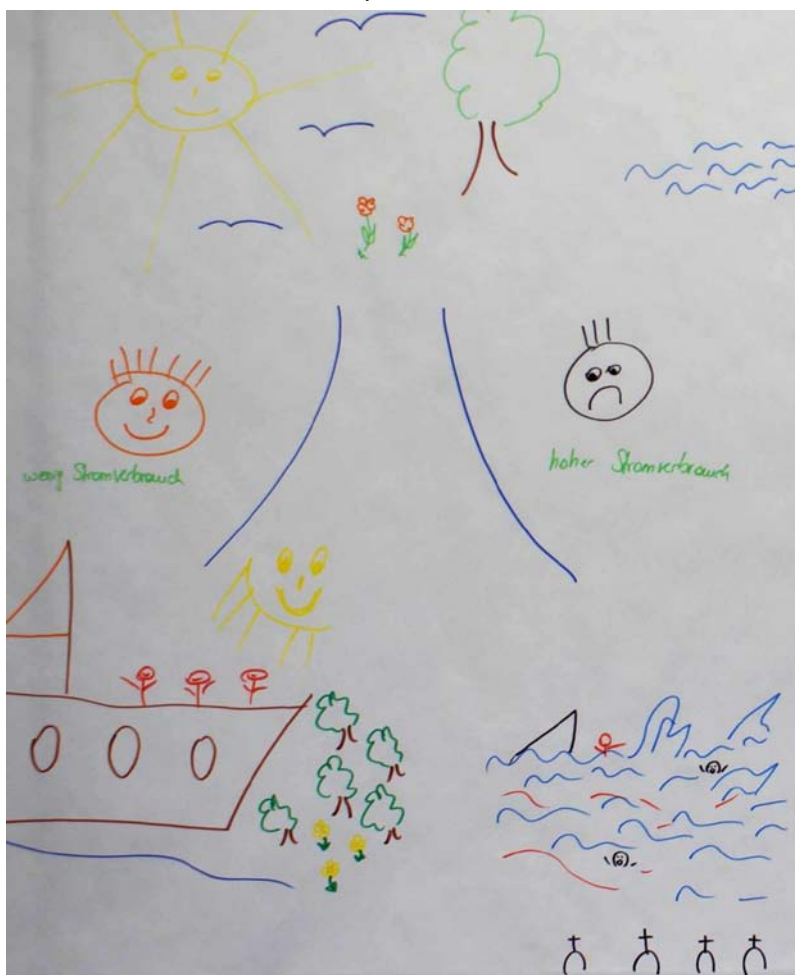


Abbildung 99: Im Innovation Game erstellte Zeichnung

Einer der Teilnehmer meinte abschließend: „Wenn der Zug schon fährt, kann man ihn wenigstens aufs richtige Gleis führen“ und bezog sich damit auf die Möglichkeiten, die Gefahren durch die flächendeckende Einführung von Smart Metern zu minimieren.

### 2.8.5 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der Workshops machen deutlich, dass vertrauensbildende Maßnahmen und eine bessere Kommunikation notwendig sind, um die Akzeptanz von Smart Grids in der Bevölkerung zu verbessern. Den TeilnehmerInnen in den Workshops waren vielfach positive Eigenschaften, wie die Möglichkeit der Reduktion des Energieverbrauchs und die damit verbundenen Kostenersparnis oder der Umweltschutz nur vage bekannt oder wurde nicht mit der Smart Grids Thematik verknüpft. Darüber

hinaus zeichnet sich ein deutlicher Mangel an Vertrauen in die Netzbetreiber und bestehende Datenschutzmaßnahmen. Insbesondere Smart Meter werden hier sehr skeptisch bewertet. Außerdem wird eine fehlende Transparenz kritisiert, wie mit Daten umgegangen wird. Geschäftskunden zeigen dies noch deutlicher als Privatkunden.

Ein weiterer Kritikpunkt war die verpflichtende Einführung der Smart Meter, die sozusagen „über die Köpfe“ der Bürger hinweg ausgerollt werden. Hier zeigt sich ein aktiver Gestaltungswille bei den TeilnehmerInnen, die gerne an der Energiezukunft mitreden und mitarbeiten möchten. Ein wichtiges Element für die Zukunft sehen die TeilnehmerInnen diesbezüglich in unabhängigen Kontrollinstanzen, um Transparenz die Privatsphäre und Datensicherheit betreffend zu schaffen. Dies ist auch als Aufruf an den Gesetzgeber zu verstehen.

Zusammenfassend kann auf Basis dieser Workshops eine Reihe von Maßnahmen empfohlen werden. Eine genaue Diskussion dieser findet sich in im Kapitel 4.3. Die wichtigsten Punkte daraus umfassen die bessere Kommunikation der angesprochenen Vorteile von Smart Grids, die Sicherstellung des Datenschutzes, die Einräumung von Wahlfreiheit und Mitgestaltungsmöglichkeiten seitens der Bürger, und die Schaffung von unabhängigen Kontrollinstanzen. Die im Projekt Smart Web Grid entwickelte Lösung für Datensicherheit und Datenschutz kann eine technologische Basis darstellen, um eine Smart Grids Infrastruktur aufzubauen, die auch das Vertrauen und Akzeptanz der Bevölkerung erhält.

## **2.9 Geschäftsmodelle, Datengrundlage und ökonomische Bewertungsmethode**

Innerhalb der ökonomischen Bewertung wurden unterschiedliche Geschäftsmodellvarianten basierend auf den Use Cases aus Kapitel 2.3 sowie den Beispielanwendungen (inkl. Mockups) abgeleitet. Die jeweils notwendigen Markt- und Konfigurationskomponenten wurden dazu ermittelt und zusammengefasst. Für die ausgewählten Use Cases wurde schließlich eine Wirtschaftlichkeitsanalyse erarbeitet und entsprechende Parametersensitivitäten betrachtet.

### **2.9.1 Begriffsdefinitionen**

In diesem Abschnitt wird eine allgemeine Begriffsdefinition vorgenommen, damit der Leser die Begrifflichkeiten der Geschäftsmodelle und Use Cases unterscheiden und im Bericht entsprechend einordnen kann.

### **2.9.2 Geschäftsmodelle**

Unter Geschäftsmodellen ist nach [57] folgendes zu verstehen:

“In general, a business model can be defined as a description of a planned or existing business and its specific characteristics with respect to value creation, on the one hand, and market-orientation, on the other hand.“

Weiterführende Erläuterungen zu Geschäftsmodellen und deren Definition kann auch in [19]; [44]; [53] nachgelesen werden. Die Komponenten eines Geschäftsmodells können dabei wie folgt skizziert werden (Bild nach [2]):

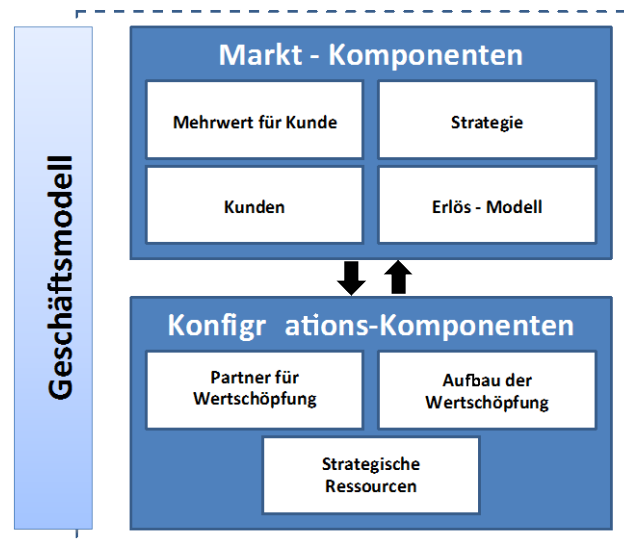


Abbildung 100 Überblick zu Komponenten (Markt, Konfiguration) eines Geschäftsmodells (Quelle: [2])

Marktkomponenten gehen vor allem auf die adressierten Kundengruppen und deren Bedürfnisse ein und legen Strategien für die Vermarktungs- und Erlösmodelle fest. Zudem sind Konfigurationskomponenten zu definieren, die notwendige Geschäftsmodellpartner (z. B. Zulieferer) sowie strategischen Ressourcen festlegen, die für einen erfolgreichen Aufbau von Wertschöpfung aus Unternehmenssicht erforderlich sind. Dies bedeutet, dass ein Geschäftsmodell für bestehende oder geplante Interaktionen mit den Kunden (Akteuren) folgende Fragen beantworten soll:

- Wie ist die Wertschöpfung der Geschäftsidee zusammengesetzt?
- Für welche Märkte (Kundensegmente) ist die Geschäftsidee geeignet?
- Welche Anwendungsfelder (z. B. Telekom, Smart Grids, Internet ...) sind gegeben?

Kapitel 2.9.4 geht dahingehend auf die im Projekt "Smart Web Grid" ökonomisch bewerteten Geschäftsmodelle ein und definiert die dazu notwendigen Markt- sowie Konfigurationskomponenten.

### 2.9.3 Use Cases

Im Bereich der Softwareentwicklung (siehe [52]) können Use Cases als spezifische Anwendungsfälle von Geschäftsmodellen folgendermaßen zusammengefasst werden:

*"Use cases consist of scenarios— stories—that describe how actors interact to accomplish a specific goal. It involves identifying the actors (which may be a human being or a piece of hardware), and the goals of those actors. Participants identify the steps the actor takes and the responses of the system to the actor's actions."*

Dies bedeutet, dass ein Smart Web Grid Use Case folgende Fragen beantwortet:

- Wie interagieren Akteure zur Erreichung spezifischer Ziele (z. B. Stromkunde und Interface oder Stromlieferant und Datenbanksystem mit Kundendaten; unterschiedliche Verhaltensszenarien werden dabei bewertet)

- Welche Schritte nehmen die Akteure (Systemanwender) vor?
- Wie reagiert das System auf die Schritte der Akteure?

Übergeordnet beschreiben Use Cases daher die Interaktionen der Akteure eines Geschäftsmodells und deren Auswirkungen auf die Systemanforderungen (Design einer etwaigen Umsetzung). Die vorangegangenen Kapitel beschreiben dazu die nutzerseitigen sowie technischen Anforderungen. Dieses Kapitel konzentriert sich daher auf die ökonomischen Gesichtspunkte der im Projekt ausgewählten Geschäftsmodelle zu „Software und Komponenten“ (vgl. Kapitel 2.9.4) sowie „Wohnen“ und den damit einhergehenden Anwendungsfällen.

## 2.9.4 Smart Web Grid Geschäftsmodelloptionen

Im Zuge des Smart Web Grid Projekts wurden einzelne Geschäftsmodellvarianten im Bereich der Smart Grids diskutiert und beispielhaft (v.a. aus der Unternehmenssicht der Industriepartner Salzburg Wohnbau, Siemens und Salzburg AG) unterschiedlichen Zielmärkten („Living“, „Components“, „Software“) zugeordnet. Die jeweils notwendigen Markt- und Konfigurationskomponenten seien dazu im Folgenden näher spezifiziert.

### 2.9.4.1 Smart Web Grid Geschäftsmodell im Bereich „Software und Komponenten“

Das primäre Projektziel des Smart Web Grid Projekts liegt in der Entwicklung der Komponenten eines Datenbereitstellungssystems, eines Rechtebrokers sowie einzelner anwendungsspezifischer Applikationen, die den Kunden der Salzburg Wohnbau und Salzburg AG z. B. als Energiefeedbacksystem angeboten werden können. Daher wurde im Projekt ein zentrales Geschäftsmodell im Bereich der Software-, Komponenten- und Applikationsentwicklung identifiziert. Dieses Geschäftsmodell sieht den Aufbau einer Infrastruktur (Server, Sicherheitszertifikate, Software zur Zugriffsrechtsteuerung) vor, die den Anforderungen von Applikationen für einzelne Anwendungsfälle genügen. Für die ökonomische Bewertung werden für dieses Geschäftsmodell einzelne Kostenkomponenten definiert und für unterschiedliche Kombinationen von Anwendungsfällen und Kundendurchdringung detailliert bewertet. Tabelle 16 zeigt in diesem Zusammenhang die mit diesem Geschäftsmodell verbundenen Markt- und Konfigurationskomponenten.

*Tabelle 16 Überblick zu Markt und Konfigurationskomponenten des Smart Web Grid Geschäftsmodells „Software und Komponenten“*

Marktkomponenten	
Value Proposition: Mehrwert für die Kunden	Komfortgewinn durch neue Applikationen, die durch Rechtebroker und eigene Nutzerdaten entstehen können (= Use Cases)
Kunden (Zielgruppe)	Alle Altersgruppen
Strategie (Wer an Wen)	Wohnbauträger, Energieversorger und Drittanbieter bieten Applikationen Kunden entgeltlich oder unentgeltlich an
Erlösmodell	Verwaltungseinsparungen, Applikationsverkäufe, In-APP-Serviceentgelte; ev. Entgelte von Drittanbietern für Infrastrukturnutzung

Konfigurationskomponenten	
Partner	Dienstleistungspartner z. B. Energieberater, Elektromobilitätsanbieter; Smart Grid Komponentenentwickler, IT-Dienstleister
Aufbau der Wertschöpfung	Infrastruktur, Software und Applikationen aufbauen, entwickeln und vorfinanzieren; Applikationen anbieten und verkaufen, Kunden binden und begeistern; Systempflege und Kundenservice
Strategische Ressourcen	Smart Web Grid Rechtebroker, Kundenzugang, Datenverfügbarkeit, Applikationen

Im Rahmen des Smart Web Grid Projekts wurde der Entwicklungs- und Bewertungsfokus (AP2 bis AP4) auf dieses Geschäftsmodell gelegt. Das langfristige Erlösmodell dieses Ansatzes liegt in der Vermarktung von Applikationen, die für Kunden der Salzburg AG und Salzburg Wohnbau angeboten werden. Zudem könnten Dienstleistungsentgelte für die Nutzung der Infrastruktur und Rechtebrokersoftware durch Drittanbieter von Applikationen zusätzliche Erlöse hervorrufen. Kostenkomponenten sind vor allem durch den Aufbau der notwendigen Infrastruktur für den Smart Web Grid Rechtebroker, die Datenbereitstellung und die Applikations- bzw. Softwareentwicklung gegeben. Die ökonomische Bewertung des Geschäftsmodells „Software und Komponenten“ wurde dabei in den Use Cases „Energiefeedback“, „Smart Car Charging“ sowie „Energy Balance“ abgebildet.

#### 2.9.4.2 Smart Web Grid Geschäftsmodell im Bereich „Wohnen“

Das Smart Web Grid Geschäftsmodell im Bereich Wohnen ist dahingehend konzipiert, dass durch neue Kommunikations- und Informationstechnologien, das Leben der Bewohner von Wohnhausanlagen, die sozusagen „Smart Grid ready“ sind, erleichtert und komfortabler wird. Neue Dienstleistungen (z. B. Einkaufsservice, Altenbetreuung, elektronische Mitteilungsblätter der Hausverwaltung, Interaktives „Schwarzes Brett“, Gesundheits- und Pflegeservices etc.) werden dabei durch entsprechende Sensoren, Aktuatoren und Interfaces (dem Wunsch der Kunden entsprechend) realisiert. Zielgruppenspezifische Servicedienstleistungen, die über das Geschäftsmodell der „Software und Komponentenbereitstellung“ hinausgehen, können so für jung und alt entgelt- oder unentgeltlich angeboten werden. Entsprechende Sicherheitsmodelle (v.a. Smart Web Grid Rechtebroker) sind wiederum zu gestalten, um garantieren zu können, dass vertrauliche Daten nicht an falsche oder unberechtigte Zielgruppen weitergeleitet werden. Für dieses Geschäftsmodell wurde daher der Anwendungsfall „Home Automation“ im Projekt bewertet. Tabelle 17 zeigt die damit verbundenen Markt- und Konfigurationskomponenten.

Tabelle 17: Überblick zu Markt und Konfigurationskomponenten des Smart Web Grid Geschäftsmodells „Wohnen“

Marktkomponenten	
Value Proposition: Mehrwert für die Kunden	Sicheres und komfortables Wohnen mit Zusatzdienstleistungen, die durch neue Medien und Kommunikationslösungen ermöglicht werden
Kunden (Zielgruppe)	Alle Altersgruppen
Strategie (Wer an Wen)	Ein Bauträger (z. B. Salzburg Wohnbau) bietet Wohnungsinteressenten neue Wohnungs- und Dienstleistungskonzepte an

Erlösmodell	Erlöse aus Miet-/Verkaufseinnahmen und Entgelten für Zusatzdienstleistungen; Provisionen durch Kundenvermittlung an Dienstleister vorstellbar, ev. Kostenreduktion durch Vorteile in der eigenen Verwaltung
<b>Konfigurationskomponenten</b>	
Partner	Baugesellschaften, Smart Grid Komponentenentwickler, IT-Dienstleister, Dienstleistungspartner z. B. Diakonie, Pizza Hut,...
Aufbau der Wertschöpfung	Smart Grid Ready Häuser vorfinanzieren, Kunden binden und begeistern; Marketing und Hausvermietung od. -verkauf, Verwaltung der Gebäude, Kundenservice
Strategische Ressourcen	Smart Web Grid Rechtsbroker, Kundenzugang, Verankerung im Bauwesen, Applikationsdesign

## 2.9.5 Use Cases des Geschäftsmodells „Software und Komponenten“

Eine Betrachtung der Smart Web Grid Komponenten unter diesem Geschäftsmodell wurde wie folgt vorgenommen.

### 2.9.5.1 Smart Web Grid Core

Der SmartWebGrid Core (vgl. AP4 des Projekts) 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. verändern (Policies). Dies geschieht im Rahmen einer serviceorientierten Architektur, deren Fokus auf Security und Privacy liegt. Dazu müssen im SmartWebGrid agierende Dienste Policy Enforcement Points zwingend inkludieren, die mit einem Policy Decision Point (PDP) interagieren (vgl. auch die Kapitel zur technischen Realisierung). Erst die Freigabe einer Anfrage durch den PDP ermöglicht die Beantwortung derselben. Sehr wichtig ist auch die Möglichkeit für den Besitzer der Daten, die von ihm gewährten Zugriffsmöglichkeiten zu verwalten, d.h., diese jederzeit ab- und widerrufen zu können. Um die Sicherheit des Systems zu garantieren, ist der Betreiber des SmartWebGrid Cores dafür verantwortlich, die Dritten, die Services zur Verfügung stellen, auf deren Zuverlässigkeit zu prüfen. Dies ist entsprechend mit Kosten verbunden, die sich aus den folgend beschriebenen Komponenten zusammensetzen. Tabelle 18 fasst dazu die einzelnen Kostenfaktoren zusammen.

Tabelle 18: Kostenelemente zum Aufbau des Smart Web Grid Cores (ausgelegt für max. 20.000 Kunden)

Kostenelement	Fixkosten in €	Laufende Kosten	Erläuterungen
Amazon EC2 Instanz „Large“; LINUX/UNIX	-	2.426 €/a	Betriebsstunden / Jahr = 8.760 Wechselkurs €/€ = 1,3
Webanwendung	4.970 €		Kosten laut Angebot

Kosten Single-Sign-On Instanz	Open Source	8.000 €/a	Kosten laut SSO für Salzburg AG Portal abgeleitet
Systemadministration und Support	-	7.200 €/a	-

Die günstigste Variante, die Server für den SWG Core bereitzustellen, wurde durch eine Amazon Instanz (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 und für die weiteren Berechnungen verwendet.

### 2.9.5.2 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 Energiespartips angezeigt und Budgetgrenzen festgelegt werden. Tabelle 19 fasst dazu die Kostenfaktoren jener Komponenten zusammen, die für das SWG Projekt relevant sind.

*Tabelle 19: Kostenelemente zum Smart Web Grid Use Case „Energiefeedback“*

Kostenelement	Fixkosten in €	Laufende Kosten €/a	Erläuterungen
Conova Datenbasis	21.600	3.200	Angabe Salzburg AG
Gateway Datenübertragung	100	-	Angabe Salzburg AG; je Kunde
MBUS-Modul	120	-	Angabe Salzburg AG; je Kunde
Wireless Modul Smart Meter	90	-	Angabe Salzburg AG; je Kunde
Applikationsentwicklung	1.318	-	Kosten laut Angebot; 10 % für Smart Web Grid anrechenbar
Alternative: Energiefeedback mit Vortageswerten (Entwicklungskosten)	175.000	-	Angabe Salzburg AG
EF mit Vortageswerten (Systemintegration)	185.000	103.900	Angabe Salzburg AG

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. Die Auswirkung solch zusätzlicher Applikationen wird jedoch in den ökonomischen Bewertungen näher erörtert.

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 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 2 Zeilen von Tabelle 19 zu finden.

### 2.9.5.3 Smart Car Charging

Wie in Abbildung 101 ersichtlich ist, wurde aufbauend auf der Systemarchitektur des Projekts V2G-Interfaces (vgl. [1]) 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 3 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.

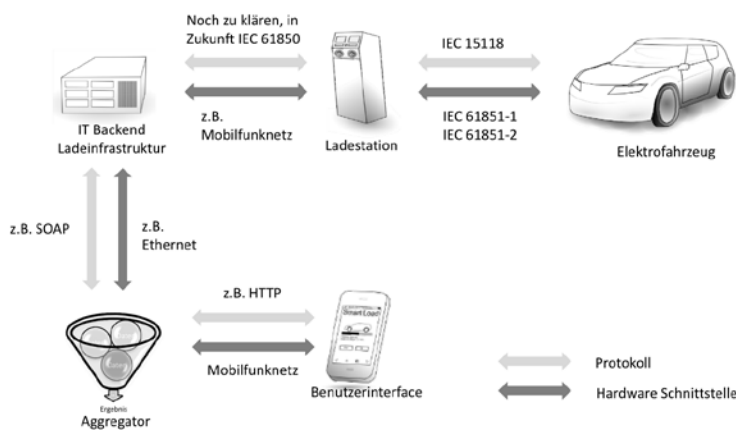


Abbildung 101: Schnittstellen, Protokolle und Mockup für die Kommunikation zwischen den einzelnen Einheiten zum Smart Car Charging aus dem Projekt „V2G-Interfaces“ (Mockup Entwicklung: Firma TAO)

Die einzelnen Kostenparameter, die für die Umsetzung dieses Konzepts nötig sind, wurden wiederum ermittelt und in Tabelle 20 zusammengefasst. Die notwendigen Investitionen umfassen dazu die



Softwareentwicklung, Mehrkosten der Ladestation oder als Alternative die Zusatzkosten höherer Anschlussleistung der Haushalte.

Tabelle 20: Kostenelemente zum Smart Web Grid Use Case „Smart Car Charging“

Kostenelement	Fixkosten in €	Laufende Kosten €/a	Erläuterungen
Applikations- entwicklung	13.980	-	Kosten laut Angebot
Mehrkosten je Ladestation	1.080	-	Angabe ElectroDrive (für geringe Stückzahlen (40 Kunden))
Alternative: Mehrkosten je kW Anschlussleistung für Haushalt	352		Laut SNT-VO für Salzburg (2012)

#### 2.9.5.4 Energy Balance

Die Applikation Energy Balance dient zur Visualisierung der Energiebilanz (Erzeugung, Verbrauch) sowie der Eigenverbrauchsquote in einem einzelnen Gebäude, einem Campus oder einer Region. Konkrete Anwendung findet die Applikation im Projekt Modellgemeinde Köstendorf der Smart Grids Modellregion Salzburg. Dort werden die Daten von zirka 40 Einzelobjekten aggregiert und entsprechend visualisiert (vgl. Mockup). Beispielsweise kann somit der/die historische Verbrauch/Einspeisung für einen gewählten Zeitraum (z. B. Wochen oder Monate) überprüft werden.

Für Energy Balance wurden in der Ermittlung der Kostenelemente keine Aufwendungen für Gebäudeautomatisierung berücksichtigt. Das heißt, dass der Use Case vor allem für Gebäudeneubauten betrachtet wird, bei denen eine entsprechende Gebäudeautomatisierung in den Errichtungskosten enthalten ist. Tabelle 21 liefert schließlich einen Überblick zu jenen Kostenelementen, die für die Bewertung relevant sind. Vor allem die laufenden Kosten für die Datenaggregation sind zu erwähnen. Diese Aggregation ist notwendig, um die benötigten Daten an die jeweils Berechtigten anonymisiert weitergeben zu können.

Eine entsprechende Entwicklung der Software für die Applikation ist auch in diesem Use Case notwendig und erfasst worden.

Abbildung 102: Mockup zur Energy Balance Applikation in Köstendorf (Entwicklung: Firma TAO)

Tabelle 21: Kostenelemente zum Smart Web Grid Use Case „Energy Balance“

Kostenelement	Fixkosten in €	Laufende Kosten €/a	Erläuterungen
Gebäude Parametrierung	150	-	einmalig je Gebäude; Abschätzung Siemens
Applikationsentwicklung (inkl. Optimierter Darstellung)	8580	-	Kosten laut Angebot
Kosten Datenaggregation	4000	1.800	Laut Smart Web Grid Lösungsarchitektur Stand 14.09.2012
Installation von TAO Webkiosk System	760		Kosten laut Angebot
Anzeigen der Netzsituation	2720		Kosten laut Angebot
Touch Infopointsystem	1900		Kosten laut Angebot
Widget pro Visualisierung	380		Kosten laut Angebot

## 2.9.6 Use Case des Geschäftsmodells „Wohnen“

### 2.9.6.1 Home Automation

Die Home Automation Anwendung ermöglicht einem privaten Kunden die Anzeige verschiedener Messwerte (Raumtemperatur, relative Luftfeuchte, CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Raumluft) in der Wohneinheit sowie einen Fernzugriff auf die wesentlichen Anlagenfunktionen (z. B. ECO-Funktion ein/aus, Raumtemperatur-Sollwert). Der aktuelle Status der Wohnung kann dazu angezeigt, d.h. die aktuellen Werte für Temperatur, CO<sub>2</sub>-Gehalt und Luftfeuchte kann abgefragt sowie Setpoints für Temperatur und für den Ventilator eingestellt werden. Auch der Status des Eco Button kann vom Benutzer von „ein“ auf „aus“ oder umgekehrt geändert werden, wie in der folgenden Abbildung 103 ersichtlich ist.

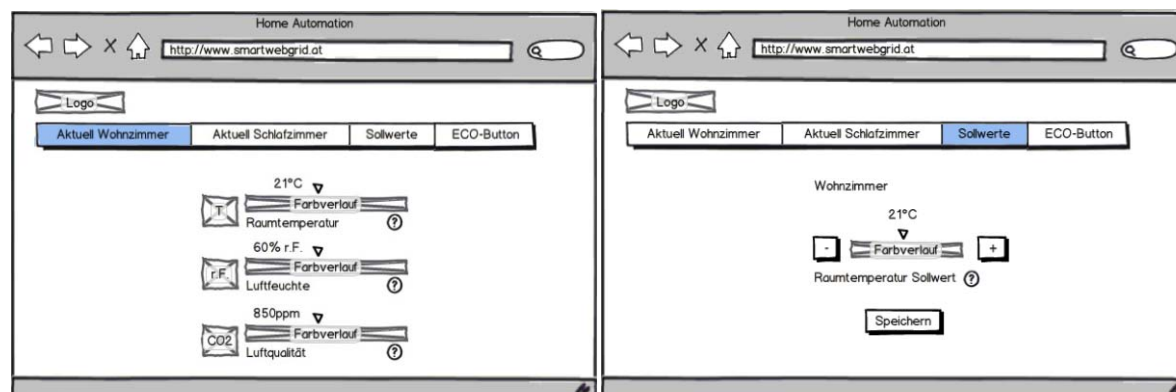


Abbildung 103: Mockup zur Home Automation Application (Entwicklung: Firma TAO)

Für den Anwendungsfall „Home Automation“ werden dazu vor allem die Kosten für die inkrementell notwendige Gebäudeautomatisierung (KNX – Zusatzkosten), sowie zusätzliche Kosten für Setup- und Entwicklung der Business Logic berücksichtigt.

Tabelle 22 fasst diese Kostenpositionen wiederum zusammen wobei der Hauptanteil bei der Applikationsentwicklung sowie Datenaggregation zu finden ist.

*Tabelle 22: Kostenelemente zum Smart Web Grid Use Case „Home Automation“*

Kostenelement	Fixkosten in €	Laufende Kosten €/a	Erläuterungen
KNX Zusatzkosten für Home Automation	1.750		Preis pro Wohneinheit <sup>82</sup>
Business Logic Entwicklung	5.000		Einmalige Entwicklung
Setup Kosten Desigo Insight	50		Preis pro Wohneinheit
SOAP Lizenz	1250		Kosten einmalig pro Managementstation, je nach Nutzung pro Gebäude, Wohnanlage oder Gesamtsystem; Annahme von 10 Wohneinheiten je Gebäude (125 €/Wohnung)
APP-Entwicklung	8000	-	Angabe Siemens
Kosten Datenaggregation	4000	1.800	Laut Smart Web Grid Lösungsarchitektur Stand 14.09.2012

### 2.9.7 Bewertungsmethodik

Die ökonomische Bewertung wird für die Komponenten des Smart Web Grid Rechtebrokers und zur Umsetzung der Applikationen notwendigen Komponenten und Software durchgeführt. Dies bedeutet, dass Kosten für externe Datenquellen und Senken (z. B. Smart Meters oder In-Home Displays) sowie der Datenübertragung (z. B. Ausbau des Glasfasernetzes) nicht berücksichtigt werden. Dazu wurde im Projekt zwischen zwei relevanten Kostenkomponenten unterschieden (vgl. Abbildung 104).

<sup>82</sup> Ausstattung: 1 Stück Raumtemperaturregler für Wohnbereich inkl. Rahmen und Zubehör, Schaltaktor zur Ansteuerung der Fußbodenheizungs-Ventilgruppen, Kombisensor CO<sub>2</sub> / relative Raumluftfeuchte je für Wohnbereich und Schlafzimmer (insgesamt 2 Stück), ECO-Button in Eingangsbereich inkl. Schaltaktor und Zubehör, Zentralgeräte anteilmäßig eingerechnet

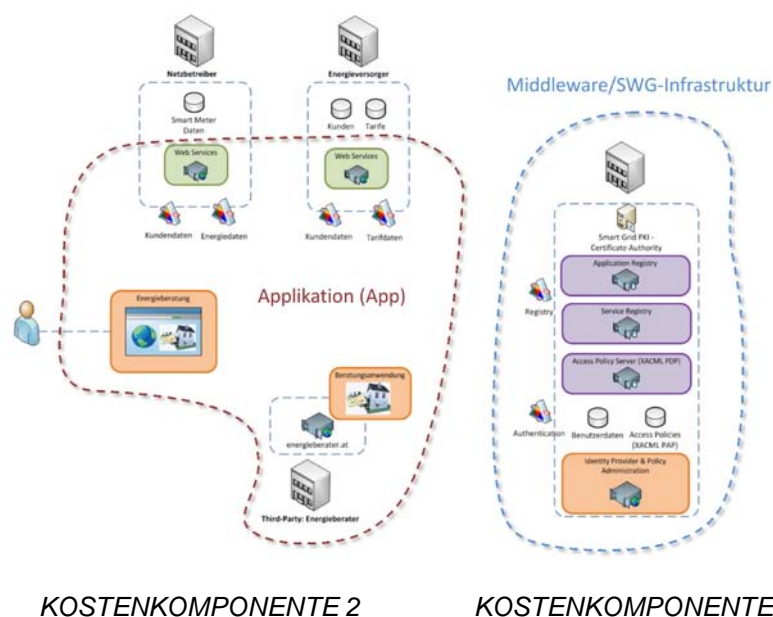


Abbildung 104: Skizze zu den im Projekt definierten Kostenkomponenten

Kostenkomponente 1 umfasst die notwendige Hardware (Infrastruktur) sowie deren laufende Betriebskosten, die anfallen, um den Smart Web Grid Core, die Datenschnittstellen und die Datenbanklösungen zu betreiben. Kostenkomponente 2 umfasst 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, könnte es notwendig werden, auf andere Zertifizierungen (z. B. E-Trust) zurückzugreifen. Entsprechende Zertifizierungskosten müssten dann in die Wirtschaftlichkeitsbewertung aufgenommen werden. Da deren Auswirkung vom Projektteam jedoch als gering eingeschätzt werden, wurden diese in Kostenkomponente 1 nicht berücksichtigt. Tabelle 23 ordnet in diesem Zusammenhang die im Projekt ermittelten Kostenelemente der Use Cases beispielhaft den Kostenkomponenten 1 und 2 zu.

Tabelle 23: Beispielhafte Zuordnung der Kostenelemente zu den definierten Kostenkomponenten 1&2

Kostenkomponente 1 (Infrastruktur)	Kostenkomponente 2 (Software und Lizenzen)
Amazon EC2	Webanwendung Core
Conova Datenbasis	Applikationsentwicklung je Use Case
Gateway Datenübertragung	SOAP Lizenz
MBUS-Modul	Zertifizierungslizenzen (im Projekt Eigenlösungen)

Gebäude Parametrierung	
---------------------------	--

Mit dieser Einteilung der Kostenkomponenten entsteht die Möglichkeit der aliquoten Kostenallokation einzelner Kostenelemente zu den jeweiligen Use Cases. Die folgende Abbildung illustriert diesen Zusammenhang grafisch. Dies bedeutet, dass nicht alle Anwendungen (je nach Funktionalität) auf die gleiche Infrastruktur zugreifen müssen und daher eine entsprechend verursachergerechte Kostenzuteilung ermöglicht wird. Beispielsweise nutzt der Energy Balance Anwendungsfall keine Conova Datenbasis. Die Kostenallokation erfolgt daher nach den verursachten Kosten der Applikationsentwicklung, der Gebäudeparametrierung und Datenaggregation. Entsprechende Parametervariationen leiten zudem die signifikantesten Kostenfaktoren ab. Diese werden durch die Variation der Anzahl an Applikationen, die die aufgebaute Infrastruktur gemeinsam nutzen können, sowie die erreichbare Kundendurchdringung ermittelt.

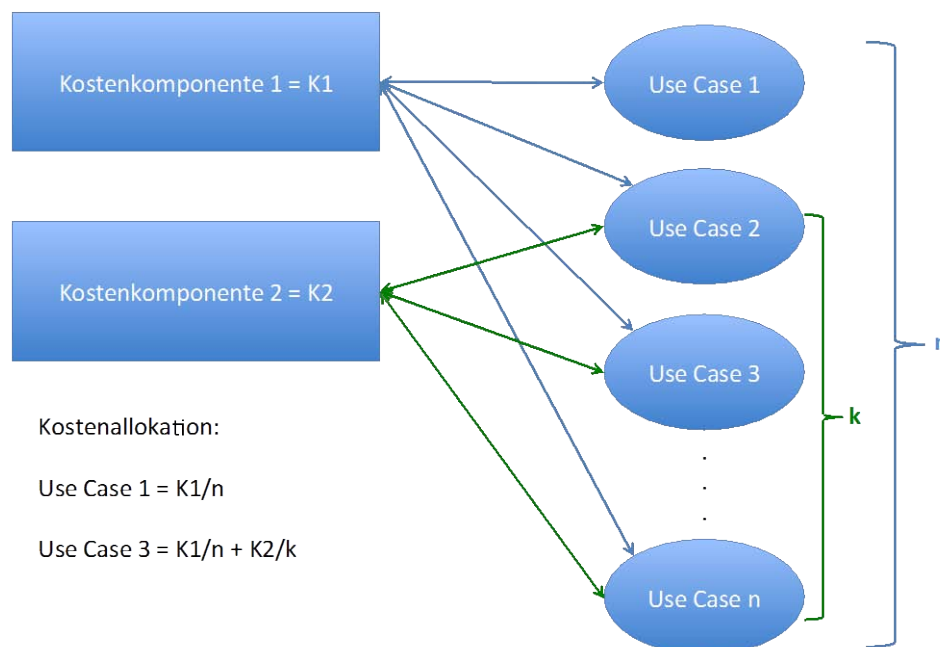


Abbildung 105: Illustration zur möglichen Zuteilung der Kosten je Use Case durch die im Projekt definierten Kostenkomponenten 1 (Infrastruktur) und Komponente 2 (Software und Lizenzen)

Zudem wurde im Projekt erfasst, welche Erlöse durch den Einsatz von Werbung in den einzelnen Applikationen erreichbar wären und diese die jährlichen Applikationsentgelte mindern könnten. Dazu wurde eine Abschätzung nach [47] 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 permanent 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 Werbeinhalten erreicht werden könnten. Dazu ist die

gesamte Nutzungsdauer der Applikation abzuschätzen und mit dem Wert einer Impression (Schaltung der Werbung von 30 Sekunden) zu multiplizieren. Somit kann ein kumulierter Werbungswert je Nutzer errechnet werden, welcher durch die Anzahl der Nutzungsjahre der Applikation zu teilen ist. Dieser Zusammenhang soll anhand eines Beispiels erläutert werden:

Ausgangspunkt ist ein Nutzer der Applikation „Energiefeedback“

- Es wird davon ausgegangen das der Werbeerlös je 1.000 Impressionen bei 2,5 € liegt
- Die 7-jährige Nutzungszeit der Applikation wird mit 500 Minuten angenommen (dies entspricht durchschnittlich 1,4 Minuten je Woche)
- Je Minute können 2 Impressionen geschalten werden
- Somit ergeben sich 1.000 Impressionen je Kunde, welche einen Wert von 2,5 € aufweisen
- Dies bedeutet einen jährlichen Werbeerlös von 0,36 € je Kunde

Somit werden die Werbeerlöse in Relation zu den Kosten gestellt und für einzelne Use Case Varianten in den folgenden Abschnitten diskutiert.

***Entsprechend der Kosten- und Erlösbestandteilen werden schließlich Annuitäten der Fixkosten gebildet und mit den jährlichen Betriebskosten summiert. Somit können die jährlichen Gesamtkosten durch unterschiedliche Nutzeranzahlen geteilt werden. Eine Nutzungsdauer der Komponenten von 7 Jahren sowie ein Zinssatz von 6 % werden dabei zu Grunde gelegt.***

## **3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Das Kapitel stellt zusammenfassend Ergebnisse und gezogene Schlussfolgerungen – Empfehlungen beispielsweise – gruppiert in Themengebieten dar.

### **3.1 Abschließende Use Cases**

Die abschließenden Use Cases, Stakeholderanalysen und Applikationsliste für Smart-Grid-Datenaustausch wurden definiert. Für diese spartenübergreifenden Interaktionsbeispiele konnte auf Untersuchungen von Forschungsprojekten, eine Fülle innovativer Anwendungen von Projektpartnern, aber vor allem auf Projekte die im Rahmen der Modellregion gestartet wurden zurückgegriffen werden. Auch Anwendungsfälle außerhalb des Energiekontextes wurden hier betrachtet, die jedoch Synergien zu Smart-Grids-Szenarien haben, bzw. Mehrwert generieren könnten. Von der Auflistung potentieller Use Cases konnten Stakeholder abgeleitet und mögliche Applikationen der Smart-Web-Grid-Informationenplattform identifiziert werden. Nach Konsolidierung der gesammelten Anwendungsfälle und Applikationen wurden diese kategorisiert und beteiligte Stakeholder sowie benötigte Datenquellen identifiziert. In den gefundenen Use Cases wurden vier Kategorien mit insgesamt sechs Subkategorien identifiziert. Die Daraus resultierenden potentiellen Anwendungen wurden bewertet und dienten als Input für die weiteren Arbeitsschritte (z. B.: technische und nutzerseitige Anforderungsanalyse). Durch diese Unterteilung in Kategorie und Subkategorien konnte sich das Projektteam auf fünf Anwendungen in drei Use Cases einigen, die durch einen Querschnitt alle Kategorien streifen.

### **3.2 Technische Anforderungsanalyseergebnisse**

Aus den Ergebnissen lassen sich Anforderungen an eine Web-service basierte Informationsinfrastruktur und Applikationsplattform für das Smart Grid ableiten. Die wesentlichen Ergebnisse des Arbeitspakets sind:

- Detaillierte Anforderungsanalyse basierend auf UML Use Case Beschreibungen für Beispielanwendungen die auf Smart Grid Daten basieren und für Informationsplattform die zentrale Dienste zur Verwaltung von Applikationen, Service-Schnittstellen und Datenzugriffsrichtlinien beherbergt.
- Nicht-funktionale Anforderungen an eine Web-Service-basierte Informationsinfrastruktur hinsichtlich Security, Privacy und Datenschutz und Skalierbarkeit.
- Überblick über relevante State-of-the-Art Technologien und Standards, die teilweise bereits Anwendung im Smart Grid finden.

### **3.3 Ergebnisse der NutzerInnenanforderungen und Privatsphärenaspekte**

Bezüglich der Akzeptanz einer Energiemanagement Plattform (Use Case übergreifend) kann aus den Ergebnissen des Online-Fragebogens mit Gewerbe- und Privatkunden geschlussfolgert werden, dass diese einen wesentlichen Vorteil im verbesserten Überblick und Energie Monitoring, verbunden mit entstandenen und entstehenden Kosten, sehen. Energiefeedback scheint also für die befragten Personen zunächst am vorteilhaftesten. Werden aber alle Energiedaten zusammengeführt und über eine zentrale Plattform gespeichert und verwaltet, befürchten die Befragten Gefahren im Bereich Datenschutz und Privatsphäre.

Bezüglich der Akzeptanz einer Energiemanagement Plattform (Use Case übergreifend) kann aus den Ergebnissen des Online-Fragebogens mit Gewerbe- und Privatkunden geschlussfolgert werden, dass diese einen wesentlichen Vorteil im verbesserten Überblick und Energie Monitoring, verbunden mit entstandenen und entstehenden Kosten, sehen. Energiefeedback scheint also für die befragten Personen zunächst am vorteilhaftesten. Werden aber alle Energiedaten zusammengeführt und über eine zentrale Plattform gespeichert und verwaltet befürchten die Befragten Gefahren im Bereich Datenschutz und Privatsphäre.

Zusammenfassen lassen sich die Ergebnisse wie folgt:

- Wesentlicher Vorteil von Smart Grids liegt im verbesserten Überblick und Energie Monitoring und den damit verbundenen Kosten
- Bei zentraler Speicherung der Energiedaten Gefahren im Bereich Datenschutz und Privatsphäre
- Vertrauen in Energieanbieter
- Energiedaten sollten bei Netzbetreiber gespeichert sein

### **3.4 Design Ergebnisse**

Eine umfangreiche Recherche zu existierenden Technologien, Standards und Systemen resultierte in einer Vielzahl ebendieser, die bereits im Umfeld von Smart Grids existieren. Als beste Technologie für die im SmartWebGrid Projekt gestellten Anforderungen haben sich Web Technologien (Web Services, oBIX) herausgestellt, welche eine erleichterte Systemintegration von SOAP, XML, WSDL, SAML, XACML, WS-Security ermöglichen, und damit einen sicheren Systemintegrations- + Autorisierungs-Konnex zu HGA Trends herstellen. [24]

#### **3.4.1 Smart Web Grid Core**

Der SmartWebGrid 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. verändern (Policies). Dies geschieht im Rahmen einer Serviceorientierten Architektur,



deren Fokus auf Security und Privacy liegt. Dazu müssen im SmartWebGrid agierende Dienste Policy Enforcement Points zwingend inkludieren, die mit einem Policy Decision Point (PDP) interagieren. Erst die Freigabe einer Anfrage durch den PDP ermöglicht die Beantwortung derselben. Sehr wichtig ist auch die Möglichkeit für den Besitzer der Daten, die von ihm gewährten Zugriffsmöglichkeiten zu verwalten, d.h., diese jederzeit ab- und widerrufen zu können. Um die Sicherheit des Systems zu garantieren, ist der Betreiber des SmartWebGrid Cores dafür verantwortlich, die Dritten, die Services zur Verfügung stellen, auf deren Zuverlässigkeit zu prüfen.

### **3.4.2 Smart Web Grid Applications**

Web Services sind ein Grundbaustein der modernen Informationstechnologie. Sie bieten eine standardisierte Möglichkeit, Software-Anwendungen untereinander kommunizieren zu lassen, die auf gänzlich unterschiedlichen Plattformen beruhen. Die Proof of Concept Implementierungen, die im Rahmen des SmartWebGrid Projektes durchgeführt wurden, haben die vorgeschlagene Architektur validiert. Ebenfalls erfolgte eine Analyse der Skalierbarkeit der Komponenten bzw. eine Integration in bestehende Systeme die für das Smart Grid relevant sind. Es konnte gezeigt werden, wie sich die SmartWebGrid Core Infrastruktur nahtlos in bestehende Systeme und Schnittstellen integrieren lässt bzw. auch eine dezentrale Integration von Datenquellen möglich ist und durch den SmartWebGrid Ansatz sicher durchgeführt werden kann.

## **3.5 Nutzerfeedback Ergebnisse**

Im Rahmen der Abschlussevaluierung wurden NutzerInnen-Workshops durchgeführt, um die in Smart Web Grid entwickelten Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen für den Einsatz von Smart Metern im Haushalt sowie Unternehmen zu evaluieren. An den Workshops nahmen 20 Personen (15 Privatpersonen, 5 GeschäftskundInnen) teil. Im Unterschied zu dem Vertrauen, das Netzbetreibern im Rahmen Online-Umfrage während der Anforderungsanalyse ausgesprochen wurde, stellte sich in den Diskussionen in den beiden Workshops mit PrivatnutzerInnen heraus, dass bei den TeilnehmerInnen mangelndes Vertrauen gegenüber dem Energieversorger und gegenüber Smart Metern vorherrscht. Die TeilnehmerInnen gaben an, eher staatlichen oder unabhängigen Organisationen zu vertrauen.

Außerdem wurde eine Angst vor Manipulation deutlich. Die mögliche Einmischung, beziehungsweise Teilhabe am eigenen Leben stört die NutzerInnen, sie haben Angst vor einem Weiterverkauf oder der Weitergabe ihrer persönlichen Daten. Diese könnten in ihrer Vorstellung genutzt werden, um Profile zu erstellen um dann Werbung gezielt platzieren zu können. Zusätzlich bestehen Bedenken, dass „Hacker“ die Smart Meter angreifen könnten. Dazu merkte ein Teilnehmer an: „Wenn es jemand verschlüsseln kann, kann es auch jemand entschlüsseln.“

Grund zur Sorge gibt auch die Möglichkeit, den individuellen Verbrauch genau abzubilden und im Falle eines zu hohen Verbrauchs Strafen einzuführen. Die Gefahr einer Zwei-Klassen-Gesellschaft wird von den TeilnehmerInnen gesehen. Jedoch wurde auch auf die Möglichkeit, variable Kosten einzuführen hingewiesen und ein Entstehen von mehr Energiebewusstsein und Gemeinschaftsdenken für möglich gehalten.

Zum Thema Datenschutz wurde angemerkt, dass ein grundsätzliches Vertrauen fehle, da es in der Vergangenheit nicht aufgebaut worden sei. Die Sicherheit der eigenen, bereits übertragenen Daten im Falle eines späteren Widerrufs der Freigabe von Daten wurde angezweifelt. Generell wurde Datenschutz als nicht gegeben angesehen und sollte durch eine öffentliche Stelle, wie beispielsweise den Rechnungshof oder das Bundeskanzleramt realisiert werden. Eine Teilnehmerin betonte: „ohne Kontrolle ist alles Null und nichtig.“ Einige TeilnehmerInnen merkten jedoch auch an, dass für sie die Vorteile überwiegen würden und man sich bewusst sein müsse, dass nichts hundertprozentig sicher sein könne. Beim Workshop mit GeschäftskundInnen wurde ebenfalls auf das Problem des transparenten Lebensstils und Missbrauchs, beziehungsweise der Angriffe auf Smart Meter durch Hacker hingewiesen. Allerdings merkte hier ein Teilnehmer an: „mir scheint das Konzept zum momentanen Zeitpunkt sicher genug für meinen persönlichen Bedarf.“

Verbote veralteter Geräte und Preiserhöhungen wurden als unnötig, aber wahrscheinlich unvermeidlich bezeichnet.

Zum Thema Zugriffsrechte war den GeschäftskundInnen eine dezentrale Speicherung wichtig, die möglichst staatsnah organisiert sein sollte. Besonders die Gefahr des Auslesens einzelner im Betrieb eingesetzter Geräte und damit der Aufdeckung etwaiger Betriebsgeheimnisse wurde von den TeilnehmerInnen gesehen. Insgesamt wurde festgestellt, dass die EndanwenderInnen die Risikopotentiale verstehen müssten, die sich durch den Einsatz von Smart Metern ergäben, da sonst kein adäquates Reagieren möglich sei.

Aus der Diskussion der Datenfreigabe für die einzelnen Applikationen des Smart Web Grid Cores ergab sich, dass für die PrivatanutzerInnen die Echtzeitinformationen über den Energieverbrauch zwar einerseits interessant wären, andererseits aber auch eine „komplette Überwachung“ bedeuten würden. Das Missbrauchsrisiko wurde als sehr hoch eingeschätzt und erst bei Daten, die älter als ein halbes Jahr sein müssten, geringer eingestuft. Für die GeschäftskundInnen wurde das Risiko bei Daten ab einer Woche als annehmbar angesehen, tagesgenaue Verbrauchsinformationen zwar als nützlich aber „grenzwertig.“ Stündliche Daten böten einen zu geringen Mehrwert für das geschätzte Risiko. Allerdings seien aus Sicht der GeschäftskundInnen im Privatbereich kürzere Intervalle denkbar als im Firmenbereich.

Die Freigabe bestimmter Daten wie etwa den Verbrauch des Elektroautos, Name, Adresse und Geschlecht wurde als zu riskant im Sinne des Datenschutzes eingestuft. Generell lässt sich sagen, dass Ablehnung herrschte, wenn der Nutzen nicht direkt nachvollziehbar war (zum Beispiel zur Vergleichs- oder Kontrollmöglichkeit).

Zur Frage der Kostenübernahme waren die Meinungen geteilt. Teilweise waren die TeilnehmerInnen der Ansicht, Kunden die eine solche Sicherheitsarchitektur wünschten, sollten die Kosten tragen. Andere waren der Meinung, dass die Core-Applikation mit den Grundfunktionen gratis und zusätzliche Funktionen gegen Gebühr zukaufbar sein sollte, beziehungsweise dass der Netzbetreiber die Kosten für die Core-Infrastruktur zahlen sollte (Zitat einer Teilnehmerin hierzu: „Wenn sie uns das schon aufs Auge drücken“), da auch er die Ersparnis habe. Andere wiederum waren der Ansicht, dass jede Person, die einen Nutzen sehe könnte, auch etwa investieren würde. Vorschläge über die Höhe eines möglichen Entgelts waren 5-10 % der Stromrechnung oder maximal 20 € für die Erstinstallation.

Zusammenfassen lassen sich die Ergebnisse wie folgt:

- Hohes Maß an Vertrauen gegenüber Energieanbieter und Netzbetreiber
- Nachteil einer zentralen Energiemanagement-Plattform: Datenschutz- und Privatsphärenverletzungen
- Mangelndes Vertrauen gegenüber Energieversorger und gegenüber Smart Metern
- Angst von Manipulation/Hackern/Missbrauch
- Abbildung des individuellen Verbrauchs gibt Anlass zur Sorge
- Zweifel an Sicherheit der Daten
- Dezentrale Speicherung wichtig, möglichst staatsnah organisiert
- Ausreichende Information über Vorteile und Risiken wichtig
- Empfehlungen:
  - bessere Kommunikation der Vorteile von Smart Grids (Kosten, Umwelt)
  - Sicherstellung des Datenschutzes
  - Einräumung von Wahlfreiheit und Mitgestaltungsmöglichkeiten seitens der Bürger
  - Schaffung von unabhängigen Kontrollinstanzen

### **3.6 Ökonomische Bewertungsergebnisse**

In diesem Kapitel werden die ökonomischen Bewertungsergebnisse der einzelnen Use Cases diskutiert und die Auswirkung einzelner Parametervariationen erörtert. Entsprechende Erkenntnisse werden daraus abgeleitet und in den Empfehlungen im nachfolgenden Kapitel interpretiert. Da alle Applikationen den Smart Web Grid Core zur Datenzugriffssteuerung verwenden, werden die Bewertungsergebnisse des Rechtebrokers gesondert dargestellt, die Kosten in den einzelnen Use Case Bewertungen jedoch inkludiert.

#### **3.6.1 Smart Web Grid Core**

Werden die Kostenparameter des Smart Web Grid Cores aus Tabelle 18: Kostenelemente zum Aufbau des Smart Web Grid Cores (ausgelegt für max. 20.000 Kunden) herangezogen und die jährlichen Kosten durch die Summation der resultierenden Annuitäten (Nutzungsdauer 7 Jahre, 6 % Zinssatz) und Betriebskosten errechnet, so zeigt Abbildung 106 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 4 Applikationen) entstehen somit jährliche Gesamtkosten von ca. 4,6 k€ je Applikation. Eine annähernd gleichmäßige Kostenteilung zwischen Software und Infrastruktur kann dabei beobachtet werden. Diese Core Kosten werden entsprechend in den Kosten der einzelnen Use Cases der folgenden Abschnitte berücksichtigt.

## Smart Web Grid Core - Entgelte

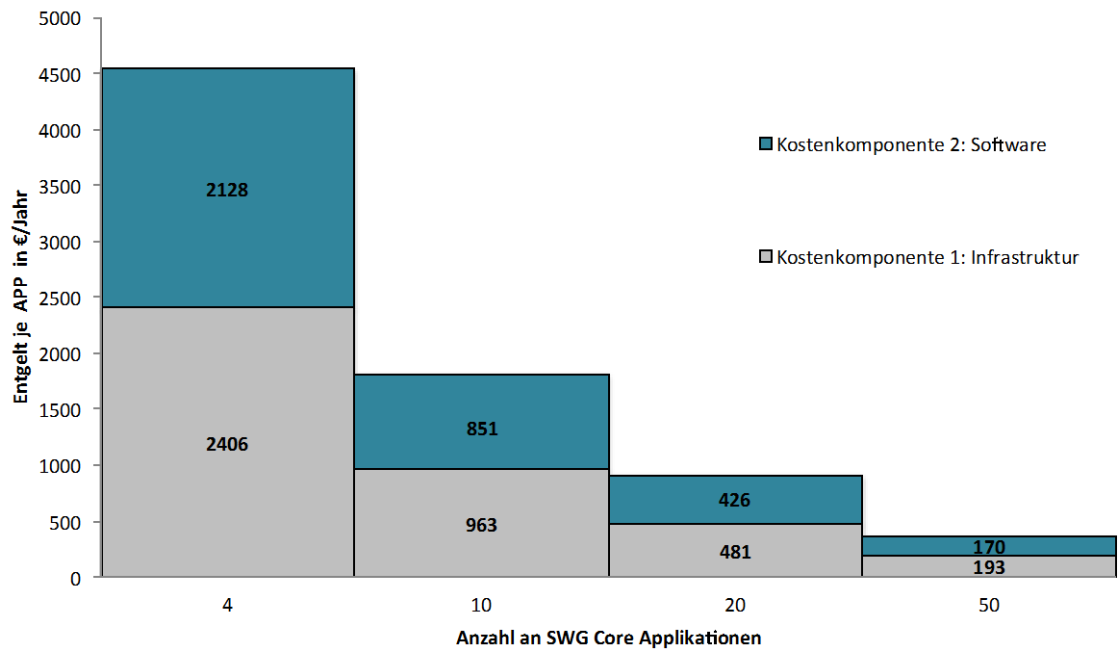


Abbildung 106: Berechnungsergebnisse der Smart Web Grid Core Gesamtkosten je Applikation, die den Core nutzt

### 3.6.2 Energiefeedback

Wird im Fall der Energiefeedback Applikation die Kostenstruktur betrachtet, so zeigt Abbildung 107 Kosten 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 vor allem 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 107 bei hohen Kundenanzahlen (z. B. 20.000) zu erkennen.

## Kostenkomponenten Operator & Kunden

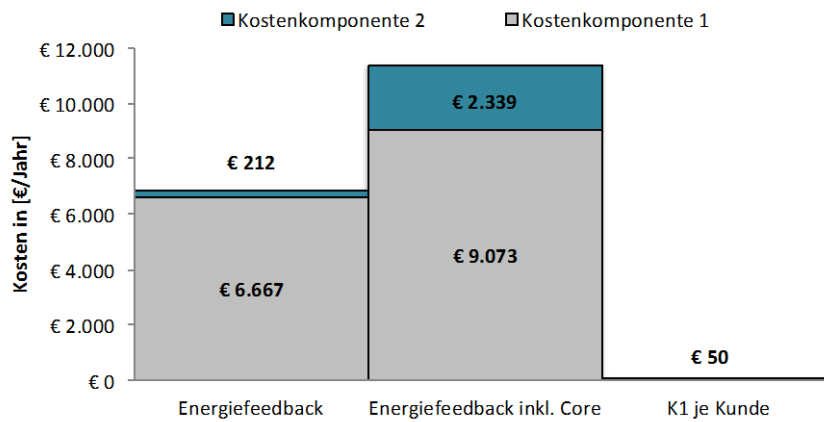


Abbildung 107: Berechnungsergebnisse zu den Kostenkomponenten des Use Cases Energiefeedback

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

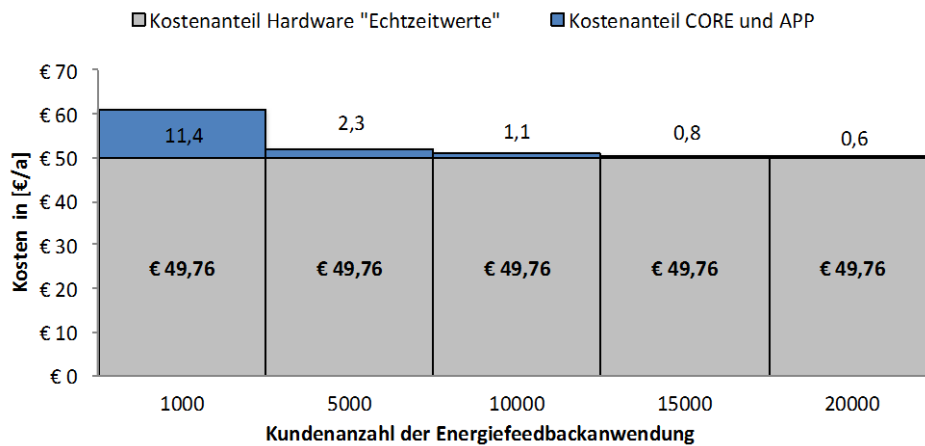


Abbildung 108: Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Energiefeedbacklösung mit Echtzeit-Verbrauchswerten (inkl. Core)

## Notwendige zusätzliche Energieeinsparung beim Kunden

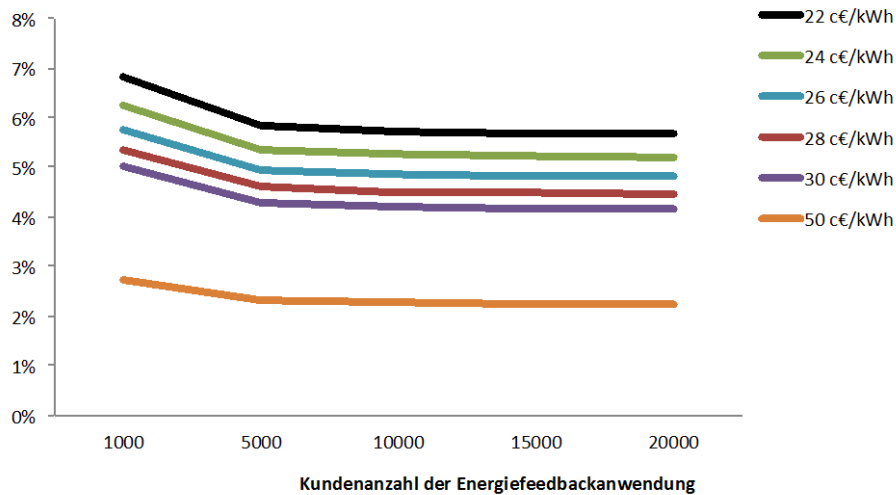


Abbildung 109: Berechnung nötiger zusätzlicher Energieeinsparungen beim Haushaltskunden unter Variation der Haushaltsstrompreise und Kundenanzahl

Werden diese Kosten unter Variation der App-Kundenanzahl betrachtet und Haushaltsstrompreise variiert, so resultieren die in *Abbildung 109* dargestellten notwendigen Stromeinsparungen von Haushaltskunden, um die Smart Web Grid Systemkosten eines zeitnahen Energiefeedbacks ausgleichen zu können (ohne Kosten für Smart Metering). Diese Einsparungen liegen bei derzeitigen Strompreisen auch für hohe Kundendurchdringungen bei mindestens 6 %.

Werden die errechneten Werbeerlöse von etwa 0,4 €/a je Kunde betrachtet (vgl. Kapitel 2.9.7), so würden diese im Fall des zeitnahen Energiefeedbacks lediglich Kostenreduktionen von etwa 0,8 % (bei Kundenanzahl von 20.000) bewirken können. Anders sieht diese Relation im Falle von Energiefeedback mit Vortageswerten aus. *Abbildung 110* illustriert dazu deutlich geringere Kosten je Kunde, da die Fixkosten der zeitnahen Feedbackkomponenten entfallen. 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. Der Werbeerlös könnte somit die jährlichen Kosten immerhin um 4,6 % senken.

*Abbildung 111* zeigt schließlich die Auswirkung der Variation des Zinssatzes, welche durch geringe Fixkostenanteile des Energiefeedbacks mit Vortageswerten als relativ gering einzustufen ist.

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

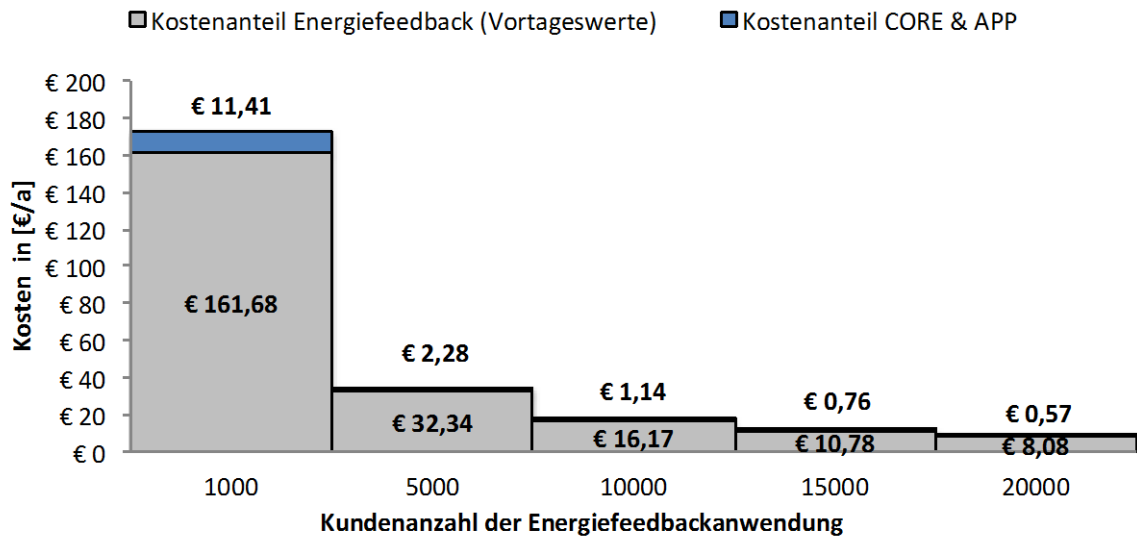


Abbildung 110: Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Energiefeedbacklösung mit Vortageswerten des Verbrauchs (inkl. Core)

## Sensitivität Zinssatz (Vortageswerte, CORE, APP)

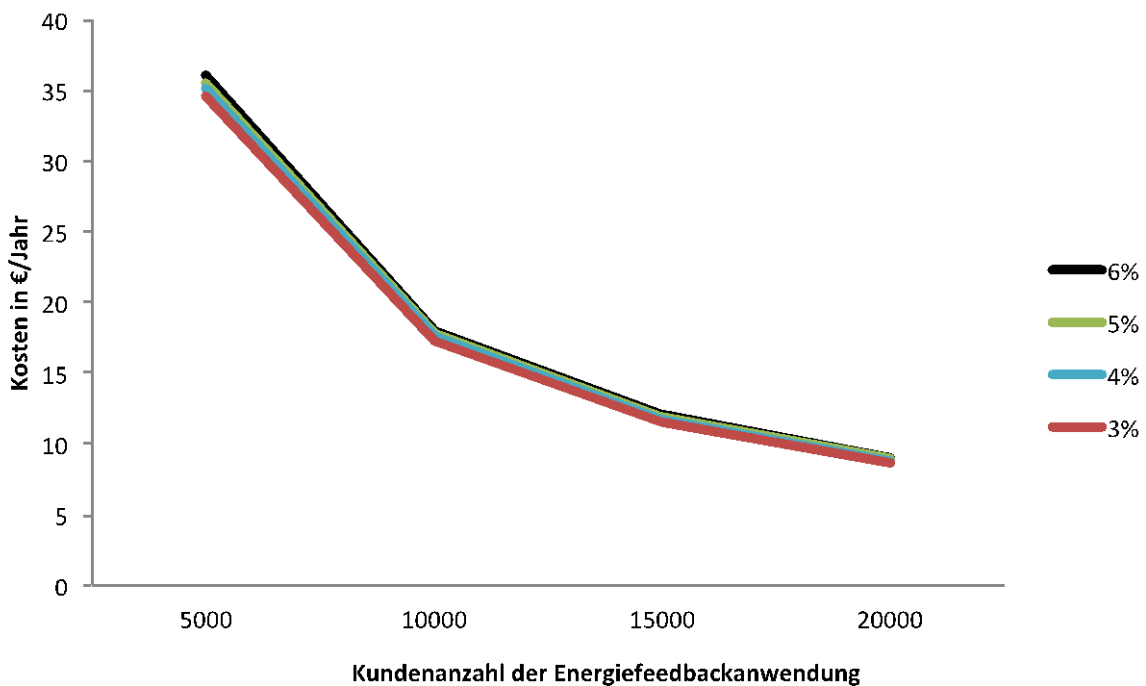
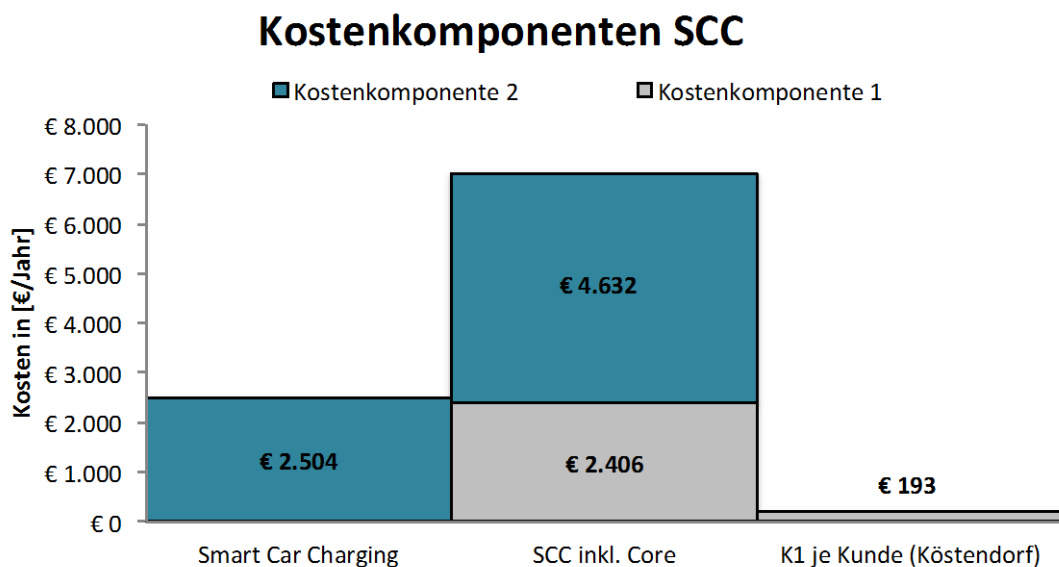


Abbildung 111: Auswirkung der Variation des Zinssatzes auf die jährlichen Kosten je Kunde für ein Energiefeedback mit Vortageswerten

### 3.6.3 Smart Car Charging

Werden die Bewertungsergebnisse des Anwendungsfalls „Smart Car Charging“ betrachtet, so zeigt *Abbildung 112* 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 entsprechende System für die Modellgemeinde Köstendorf entwickelt wurde und bei höheren Durchdringungsraten geringere Kosten je Kunde anfallen könnten. Da dies jedoch im gegenständlichen Projekt nicht Bewertungsziel war, wurden die angegebenen Werte aus *Tabelle 20* verwendet.



*Abbildung 112: Berechnungsergebnisse zu den Kostenkomponenten des Use Cases Smart Car Charging*

Zentral in der Bewertung ist dabei, wie lange die Vorteile eines vermiedenen Netzleistungszukaufs je Haushalt (vgl. *Tabelle 20*) gegeben sind. Werden beispielsweise wie in *Abbildung 113* dargestellt Ladestation, Elektroauto, Smart Web Grid Core und die Smart Car Charging Applikation für 7 Jahre betrieben, so können Kostenvorteile von bis zu ca. 40 Euro je Jahr und Kunde resultieren (bei 20.000 Kunden). Werden die Komponenten jedoch z. B. 14 Jahre eingesetzt (vgl. *Abbildung 114*) so reduzieren sich diese Kostenvorteile auf etwa die Hälfte. Dies liegt daran, dass durch den längeren Betrachtungszeitraum die Vorteile entsprechend auf die Bewertungsjahre verteilt werden.



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

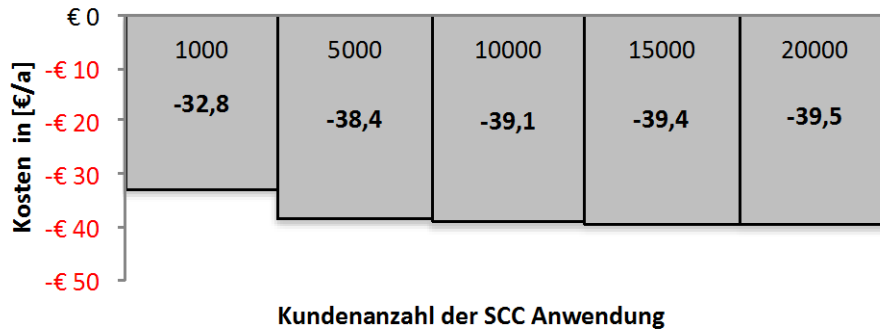


Abbildung 113: Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Smart Car Charging Lösung mit 7 Jahren Nutzungsdauer (inkl. Core)

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

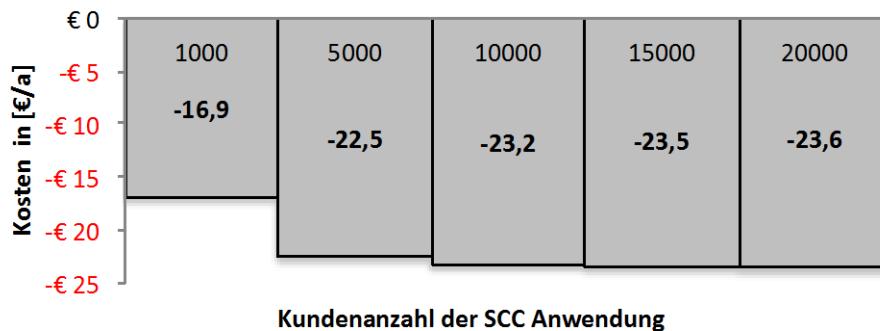


Abbildung 114: Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für eine Smart Car Charging Lösung mit 14 Jahren Nutzungsdauer (inkl. Core)

#### 3.6.4 Energy Balance

Für den Anwendungsfall Energy Balance illustriert Abbildung 115 die errechneten Kostenkomponenten exkl. und inkl. Smart Web Grid Core. Die jährlichen Kosten liegen dabei zwischen ca. 5 k€ und 10 k€. Werden die Kosten je Haushalt betrachtet, so zeigt *Abbildung 116*, dass diese für geringe Haushaltszahlen hoch ausfallen. In der Berechnung wurde dazu angenommen, dass in der Modellregion Köstendorf nicht mehr als 50 Haushalte die Energy Balance Applikation nutzen werden.

### Kostenkomponenten Energy Balance

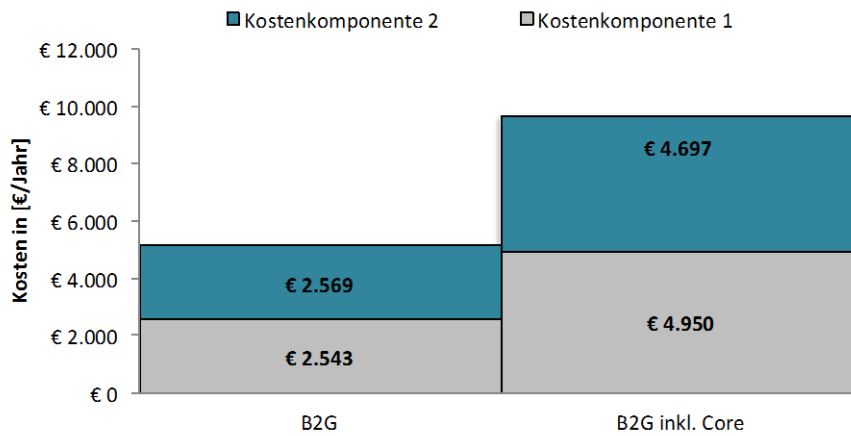


Abbildung 115: Berechnungsergebnisse zu den Kostenkomponenten des Use Cases Energy Balance

### Kosten je Haushalt - Energy Balance (inkl. Core)

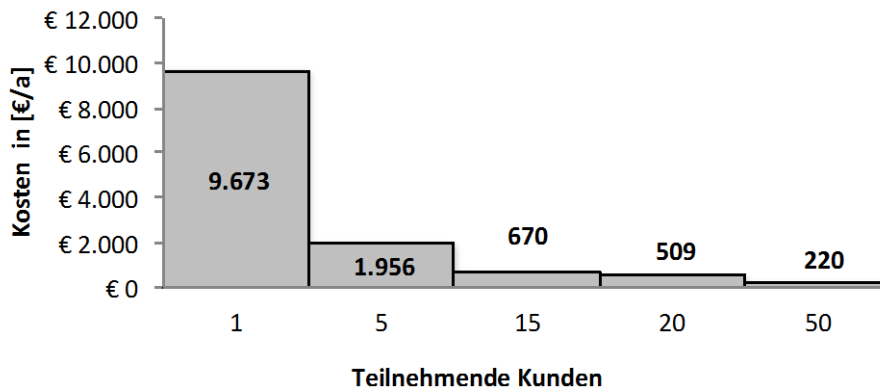


Abbildung 116: Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für Energy Balance (inkl. Core)

### 3.6.5 Home Automation

Im Use Case Home Automation wird zwischen Gebäuden unterschieden, welche bereits mit einer Automatisierungslösung (inkl. KNX) ausgestattet sind und Gebäuden (ohne KNX) welche dies nicht sind. Abbildung 117 fasst dazu allgemein die einzelnen Kostenkomponenten zusammen und vergleicht zudem die jährlichen Fixkosten der nötigen Installation je Kunde für Gebäude mit und ohne Automatisierungslösung (KNX).

## Kostenkomponenten Operator & Kunden

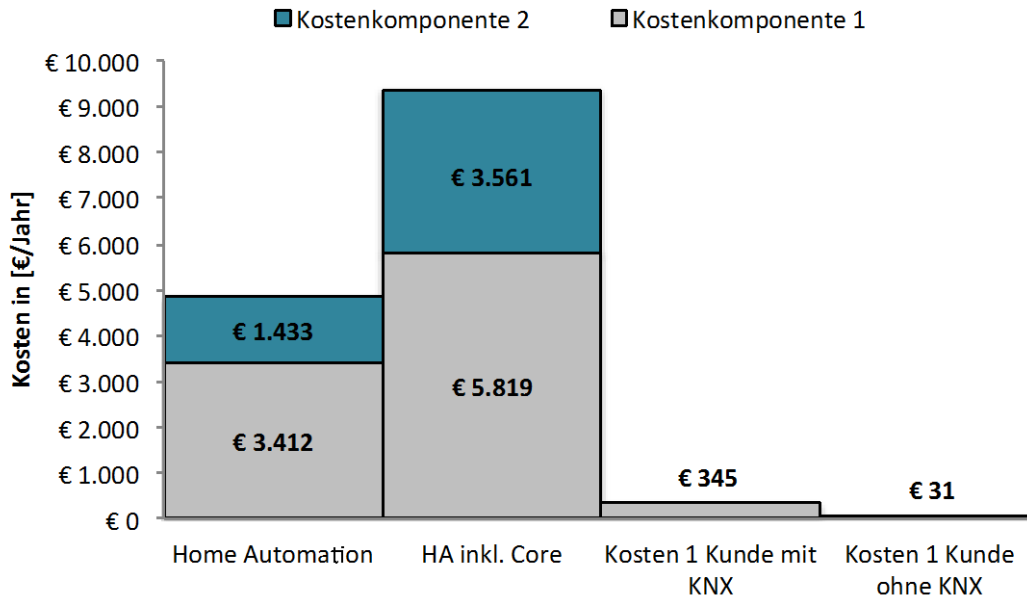


Abbildung 117: Berechnungsergebnisse zu den Kostenkomponenten des Use Cases Home Automation

## Kosten je Kunde - Home Automation (inkl. Core & KNX)

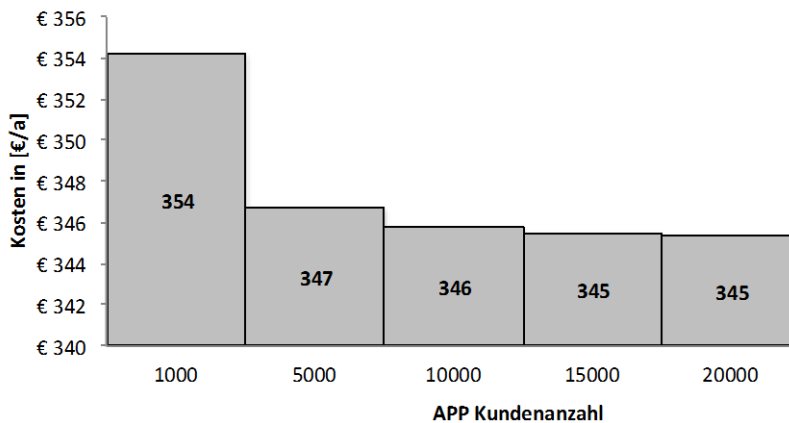


Abbildung 118: Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für Home Automation (inkl. Core und KNX)

Werden Abbildung 118 und Abbildung 119 verglichen so ist zu erkennen, dass aus Kundensicht eine Nachrüstung der Gebäudeautomation etwa um den Faktor 10 teurer ist, als eine Lösung für bereits vorhandene Automationssysteme (vgl. „ohne KNX“). Auch eine Variation der Abschreibdauer zeigt hohe Sensitivität gegenüber den Systemkosten wie Abbildung 120 zeigt.

### Kosten je Kunde - Home Automation (inkl. Core; ohne KNX)

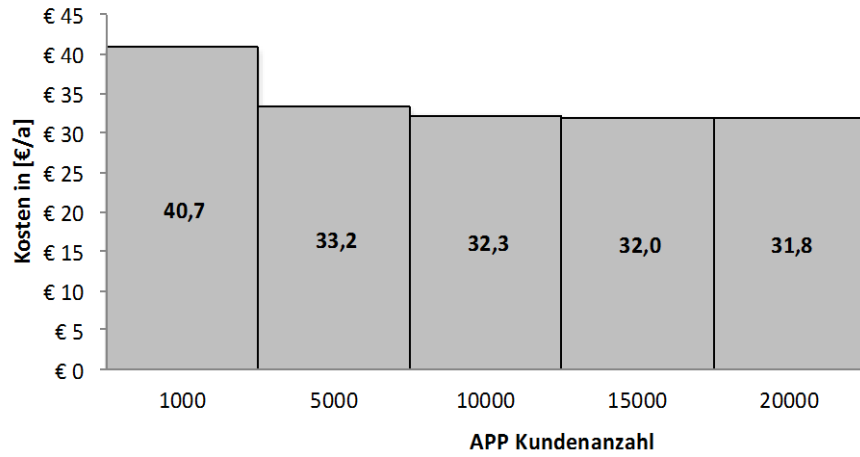


Abbildung 119: Berechnungsergebnisse zu jährlichen Applikationskosten je Kunde für Home Automation (inkl. Core ohne KNX)

### Einfluss der Abschreibdauer der Fixkosten auf die Systemkosten

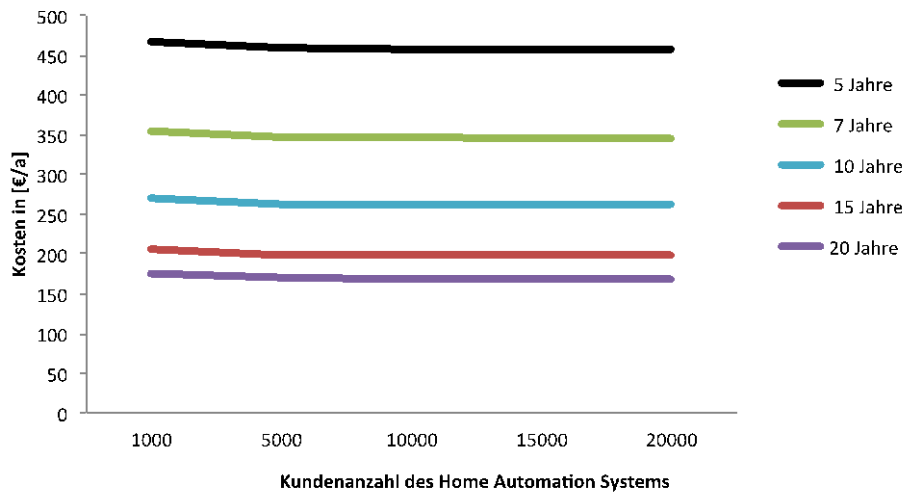


Abbildung 120: Auswirkung der Variation der Abschreibungsdauer auf die jährlichen Kosten je Kunde für den Home Automation Use Case

## 4 Ausblick und Empfehlungen

Dieses Kapitel gibt zu Beginn einen Überblick über zukünftige Entwicklungen im Umfeld von Smart Web Grid und baut dabei auf den Ergebnissen von Smart Web Grid sowie anderen relevanten wissenschaftlichen Arbeiten auf. Folgend dem Überblick werden Handlungsempfehlungen und es wird einerseits die Frage beantwortet, welche Maßnahmen im SmartWebGrid notwendig sind, um eine nachhaltige Anwenderakzeptanz zu erreichen und andererseits werden aus dem Forschungsprojekt resultierende Handlungsempfehlungen für EntscheiderInnen gegeben, welche Schlüsseltechnologien für eine industrielle Umsetzung eines SmartWebGrid notwendig sind.

### 4.1 Entwicklungen im Umfeld von Wohnen

Dieser Abschnitt soll die aktuellen Entwicklungen und deren Trends für den Themenbereich Gebäudeautomation zusammenfassend darstellen.

#### 4.1.1 Aktuelle Trends bei Heim und Gebäudeautomationstechnologien

Für Heim- und Gebäudeautomationstechnologien können zurzeit zwei wesentliche Trends beobachtet werden. Der erste Trend zielt auf wesentliche Verbesserung der Energieeffizienz der vor allem im Asien-Pazifik-Raum wachsenden Gebäudebestände ab. Dieser Trend wird vor allem durch die innerhalb der letzten Jahrzehnte stark gestiegenen Energiepreise getrieben. Nachdem kommerzielle Gebäude für ca. 23 % des weltweiten Elektrizitätsverbrauchs verantwortlich sind, spielen Automationstechnologien eine wichtige Rolle um den Energieverbrauch zu verbessern [11].

Ein zweiter wesentlicher Trend ist der verstärkte Einsatz von IP und Wireless Technologien in der Gebäudeautomation. Automationssysteme basierend auf IP Technologien bieten grundlegende (Netzwerk-) Interoperabilität und erleichtern die Integration und Zusammenführung mit IT Systemen. Der Einsatz von IP Technologien muss aber nicht zwangsweise mit einer Integration mit dem Internet verbunden sein. Aufgrund der Sicherheits- und Verfügbarkeitsproblematik, die sich aus solch einer Integration ergeben würden, zeichnet sich im ersten Schritt der Einsatz von IP Technologien in geschlossenen Netzen ab. Trotz dieser Einschränkung bieten sich die Vorteile auf ausgereifte Protokollstacks und vorhanden Tools und Implementierungen zurückzugreifen und somit eine Integration zu erleichtern. Es zeichnet sich ein Trend ab, das Gebäudemanagement weg von Vor-Ort Systemen hin zu zentralisiert verwalteten Prozessen zu organisieren, die von Drittanbieter als Service angeboten werden. Aktuelle Software-as-a-Service Paradigmen erlauben es, komplette Systeme bestehend aus Energiemanagement, Betrieb und Wartung aufzusetzen. Der Einsatz von IP Technologien führt aber auch zu Problemen hinsichtlich des Ressourcen Bedarfs bezüglich Speicher, CPU und Bandbreite, die mittels diversen Optimierungen adressiert werden müssen. Die erleichterte Integration mit IT Systemen ist ein wesentlicher Treiber für die erfolgreiche Einführung von Smart Grids.

Technologien, wie Automated Demand Response (ADR), werden durch diese Entwicklung mit begünstigt und erlauben die Kosteneffizienz des Energieverbrauchs zu steigern bzw. den

Energieverbrauch an die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien anzupassen. Manueller Demand Response ist mittlerweile für große kommerzielle Verbraucher eine etablierte Methode, um den Energieverbrauch zu steuern. Mithilfe von zunehmender Automatisierung und offenen Standards ist es möglich, Demand Response auch verstärkt bei kleinen und mittleren kommerziellen Verbrauchern einzusetzen. Auch ein Trend hin zu Wohngebäuden scheint sich abzuzeichnen [17], [18].

Im privaten Umfeld wird ebenfalls für die nächsten Jahre ein verstärkter Einsatz von Demand Response bzw. von Heimenergiemanagement Systemen prognostiziert.

#### 4.1.1.1 Demand Response für kommerzielle Gebäude

Markt-Analysen gehen von einem steigenden Einsatz von Demand Response für kommerzielle Gebäude aus. Diese konsumieren vor allem bei Hauptbelastungszeiten des Netzes –im Sommer und Winter – Energie für Kühlung, Klimaanlage, Belüftung und Heizung. In Spitzenzeiten können kommerzielle Gebäude für bis zu 50 % des elektrischen Energiebedarfs verantwortlich sein [18]. Das Interesse in Demand Response Programmen ist bei großen und institutionellen Verbrauchern bereits stark ausgeprägt. Es ist aber ein zunehmender Trend für den Einsatz bei kleinen und mittelgroßen kommerziellen Gebäuden zu beobachten. Abbildung 121 zeigt die Marktprognose für die Teilnahme von kommerziellen Gebäuden in Demand Response Programmen weltweit. Vor allem in der Asien/Pazifik Region ist mit einem starken Anstieg in den nächsten Jahren zu rechnen.

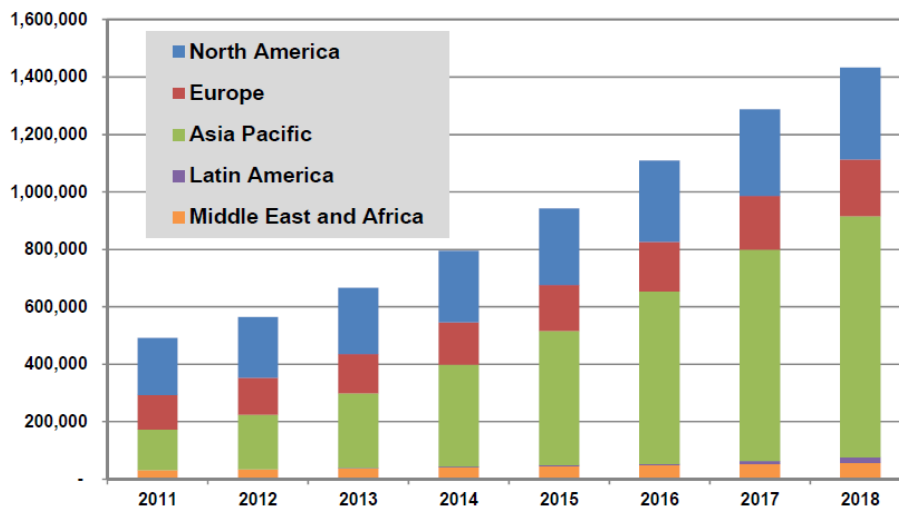


Abbildung 121: Anzahl kommerzieller Gebäude in DR Programmen pro Region (Quelle: Pike Research) [2]

Diese Entwicklung wird vor allem von offenen und standardisierten Technologien, wie zum Beispiel Open Automated Demand Response (OpenADR), begünstigt. Die Einführung von Smart Meter wirkt sich ebenfalls begünstigend auf diesen Trend aus. Eine wesentliche Problematik, die diesem Trend entgegenwirkt, sind die hohen Kosten für die Umrüstung von existierenden Gebäuden, um für automatisierten Demand Response tauglich gemacht werden zu können. Zusätzlich besteht die Problematik den finanziellen Nutzen für einen Gebäudebetreiber sichtbar zu machen.

Nationale und regionale Regulierungen können sich auch negativ auf diese Entwicklung auswirken und neue Geschäftsmodelle verhindern. Schlussendlich besteht auch die Problematik, dass gewisse

Branchen zwar einen hohen Energiebedarf haben, aber kaum Lastverschiebungspotential aufweisen (z. B. Lebensmittelhandel bzw. Transport) [2].

#### **4.1.1.2 Demand Response für den Wohnbereich und Heimenergiemanagementsysteme**

Eine wesentliche Entwicklung der nächsten Jahre wird der Einsatz von Demand Response für den Wohnbereich bzw. für private Verbraucher sein. Hierfür stehen unterschiedliche Modelle zur Verfügung, wie zum Beispiel direkte Lastkontrolle unter Gewährung von vertraglichen Vergünstigungen durch den Energieversorger, bzw. dynamische und zeitvariable Tarifmodelle. Die Einführung von Smart Metering Technologie begünstigt auch den Einsatz von Demand Response im privaten Umfeld, jedoch hat dies auch negative Auswirkungen aufgrund des Widerstands und Misstrauen von Konsumenten gegenüber Smart Meter Systemen, die sich in ihrer Privatsphäre angegriffen fühlen und auch Sicherheitsbedenken haben [17]. Wesentliche begünstigende Faktoren für eine stärkere Verbreitung von DR im privaten Wohnbereich sind steigende Energiepreise und die Möglichkeit Kosten durch DR zu sparen, steigender Energiebedarf und mögliche Engpässe zu Spitzenzeiten bei der Netzbelastung zu umgehen, regulatorische Vorgaben sowie neue Technologien und Standards, die eine Einführung erleichtern. Negativ auf diese Entwicklung wirkt sich, wie bereits erwähnt, der Widerstand gegen die Einführung von Smart Meter aus, schwer zu kalkulierbarer Kostenvorteil, geringes Kundeninteresse, veraltete Technologien beim Energieversorger, die DR für private Verbraucher nicht unterstützen, bzw. und auch fehlende regulatorische Vorgaben.

Heimenergiemanagementsysteme (HEM) sind ein wesentlicher Schlüssel für den Einsatz von Demand Response im privaten Umfeld und basieren auf Hardware und Software, welche es Verbrauchern ermöglicht, die lokale Energieerzeugung- und Verbrauch zu steuern. Heimenergiemanagement kann unterschiedliche Ausprägungen haben: angefangen von einem einfachen Energieverbrauchsfeedback in Form einer detaillierten Papierrechnung bis hin zu einem Standalone Gerät, welches Heimautomationssysteme, Elektro-Ladestationen und lokale Energieerzeuger (z. B. Photovoltaik) verwaltet und auch die Demand Response Kommunikation mit dem Smart Grid übernimmt. Problematisch wirken sich hier unter anderem noch die Vielzahl an Technologien für Heimautomation aus bzw. die Interoperabilitätsproblematik, die sich daraus ergibt. Ebenso fehlen zurzeit noch ausgereifte Komplettlösungen und Produkte, mit denen erst in den nächsten Jahren zu rechnen ist [55]. Die Marktprognosen gehen von einem starken Wachstum bei der Verbreitung von Heimenergiemanagementsystemen für die nächsten Jahre aus. wie in Abbildung 122 dargestellt wird. Hier ist vor allem mit einem Wachstum im Nordamerikanischen Raum bzw. in der Asien/Pazifik Region zu rechnen.

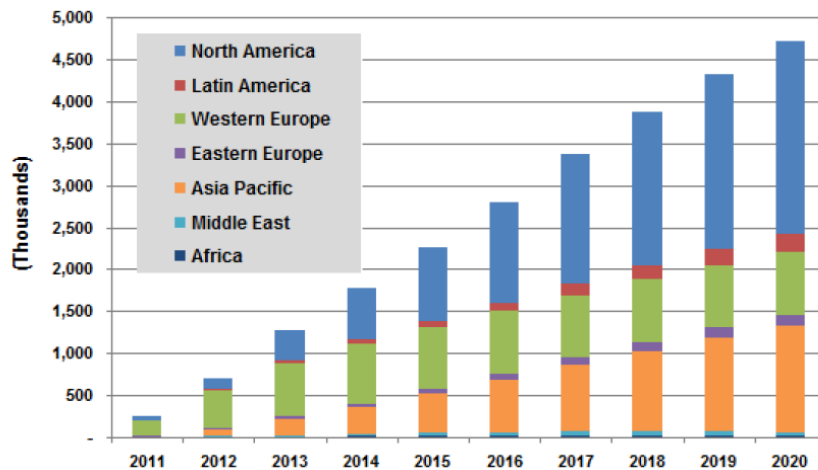


Abbildung 122: Standalone HEM Systeme weltweit pro Region (Quelle: Pike Research)

#### 4.1.1.3 Trend zur IP Kommunikation und Einsatz von Web-Technologien in Automationssystemen

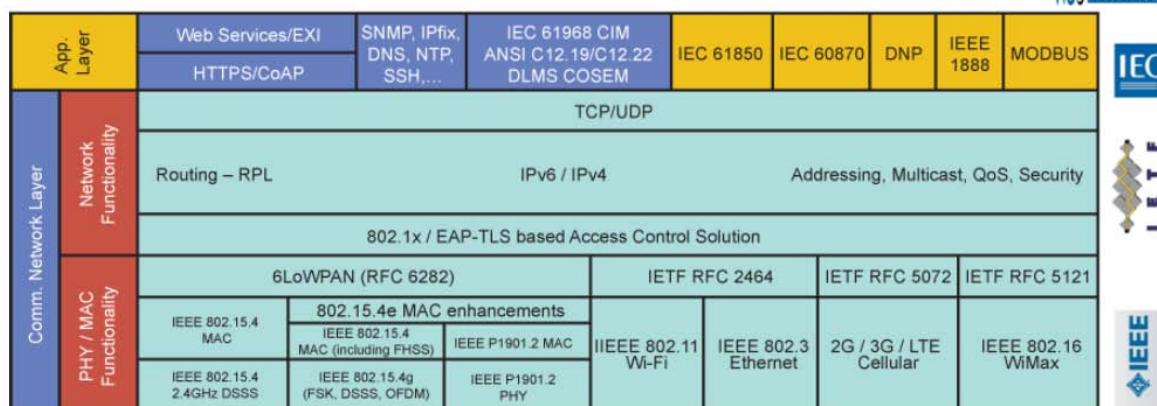
Die Vielzahl von Technologien und Standards im Umfeld von Heim- und Gebäudeautomationstechnologien wirken sich negativ und verzögernd auf eine erfolgreiche Einführung von Smart Grids aus und führen auch zu Interoperabilitätsproblemen, wenn unterschiedliche Systeme und Technologien zusammenarbeiten sollen bzw. Informationen über Gebäude ausgetauscht werden müssen. In einer Studie für den US. amerikanischen Raum wurde festgestellt, dass unzureichende Interoperabilität zu Kosten von ca. 15,8 Mrd. Dollar führen [14]. IT Technologien können hier eine Abhilfe schaffen und auch im Umfeld von Heim- und Gebäudeautomationssystemen verbesserte Interoperabilität gewährleisten.

Aufgrund der notwendigen Integration in Smart Grids und Smart Cities und der Notwendigkeit Kontrollnetze auch über Gebäudegrenzen hinweg zu verknüpfen, ist ein starker Trend zum Einsatz von IP Technologien zu verfolgen. IP Technologien ermöglichen eine direkte Integration mit IT Netzwerken und verringern somit den notwendigen Aufwand. Dies erleichtert auch Szenarien, wie zum Beispiel das Auslagern von Gebäudemanagement an Dritte bzw. die Anwendung von aktuellen IT Trends in Richtung Cloud Computing und Managed Services, bei denen auch die IT Infrastruktur und Geschäftsprozesse an Dritte ausgelagert werden [11].

Neben dem Einsatz von IP Technologien ist hier auch ein Trend zum Einsatz von Web Technologien und Web Services zu beobachten. Technologien, wie zum Beispiel 6LoWPAN, ermöglichen den Einsatz von IPv6 Kommunikation in Netzwerken mit eingeschränkter Zuverlässigkeit und eingeschränkter Bandbreite. Die Rolle von IPv6 und Web Services, um Interoperabilität zu gewährleisten, wird auch in [7] festgehalten und ein möglicher Kommunikationsstack für das Smart Grid präsentiert, wie in Abbildung 123 dargestellt. IPv6 stellt jedoch nur eine einheitliche Netzwerkschicht zur Verfügung. Um Interoperabilität zu gewährleisten, müssen auch die darüber liegenden Schichten betrachtet werden. Hier gibt es im Smart Grid Umfeld eine Vielzahl an Kommunikationsstandards, die wie im Rahmen von



Smart Web Grid durch Web Services integriert werden können. Weiters ist ein Trend verstärkt festzustellen, Web Services direkt am Feldgerät, Endgerät bzw. Smart Meter einzusetzen.



- Standardization at all levels to ensure interoperability and reduce technology risk for utilities
- Enables common application layer services over various wired and wireless communication technologies

Abbildung 123: IPv6 Kommunikationsstack für Smart Grid Feld Netzwerke (Quelle: Cisco) [6]

Das Constrained Application Protocol (CoAP) bietet hier eine optimierte Alternative zu HTTP und ermöglicht zusammen mit effizienter Nachrichtenkodierung, wie zum Beispiel durch Efficient XML Interchange (EXI), den Einsatz von Web Services direkt am Feldgerät, die dem REST Design Paradigma entsprechen. Um die gesamte Applikationsschicht zu standardisieren, können aufbauend auf diesen Protokollen Integrationstechnologien, wie zum Beispiel open Building Information Exchange (oBIX), eingesetzt werden, um optimale Interoperabilität zu gewährleisten. Neben diesen Ansatz gibt es natürlich noch eine Vielzahl an weiteren Möglichkeiten auf offene Systemschnittstellen zu setzen: unter anderem wurde vor kurzem ZigBee/IP standardisiert, welches nun auch auf IPv6 für Ende-zu-Ende Kommunikation mit Sensoren und Aktuatoren einsetzt. Für die Applikationsschicht wird dort auf das Smart Energy Profile 2 gesetzt, welches standardisierte Informationsmodelle und Schnittstellen für den Einsatz im Smart Grid bzw. Energiemanagementsystemen bereitstellt.

#### 4.1.2 Das Projekt „Rosa Zukunft“ als Beispiel

Derzeit entsteht mit etwas verzögertem Bauvorschritt ein Gebäude, das im Rahmen des Projektes Smart Grid Modellregion Salzburg – Häusers als interaktive Teilnehmer am Stromnetz (SGMS – HiT) geplant wurde, und in dem die Ergebnisse des Projektes SmartWebGrid ursprünglich hätten einfließen sollen. Als Wohnprojekt „Rosa Zukunft“ verwirklicht werden von den 129 Wohnungen 34 Wohnungen als „Monitoring Wohnungen“ ausgestattet, bei denen einige der SmartWebGrid entwickelten Ideen in Form von Applikationen einfließen. Zusätzlich werden auch die Ergebnisse anderer Forschungsprojekte umgesetzt.

Alle 130 Haushalte erhalten Zugriff auf die aktuellen Verbrauchswerte von Strom, Wasser und Wärme. Diese werden jeweils ca. um Mitternacht mit den Werten des Vortages aktualisiert und ermöglichen so.

den Bewohnern durch die relativ zeitnahe Anzeige, ihren Stromverbrauch ihrem Verhalten zuzuordnen. Zusätzlich bekommen die Bewohner monatliche Berichte per Post oder Mail, um so dem u.a. im Projekt SGMS – Consumer 2 Grid festgestellten Abflauen des Interesses der Endkunden am Feedbacksystem durch die Ergänzung von Pull Informationen durch einen Push-Mechanismus entgegen zu wirken. Die Berichte enthalten sowohl die Verbrauchsinformationen als auch Energiespartipps, um bei erhöhtem Verbrauch gleichzeitig Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Es handelt sich hierbei um eine für die die Salzburg AG „gebrandete“ Version der Software „Green Pocket“ der gleichnamigen Firma. Die 34 Monitoring - Wohnungen werden mit Tablet-PCs ausgestattet, die primär durch eine Wand- oder Tischhalterung ständig präsent sein sollen, um so zu gewährleisten, dass die Informationen auch von den Nutzern aufgenommen werden.



Abbildung 124 Zentrale App mit der FORE-Watch aus SGMS - Hit

Abbildung 124 zeigt die zentrale Applikation der Tablets. Die FORE –Watch, die anhand der Farben grün, gelb und rot nach dem Ampel Prinzip den Bewohner der Wohnungen anzeigt, zu welchen Zeiten ein Stromverbrauch günstig bzw. ungünstig für das Netz ist, sollte ständig präsent sein, und wurde daher auf den Startbildschirm platziert. Es handelt sich hierbei um eine Weiterentwicklung des im Rahmen des Projektes PEEM entwickelten Feedback Konzeptes, das vom Design her in das Gesamtkonzept für die „Rosa Zukunft“ eingebettet wurde. Neben der aktuellen Information bietet sie außerdem den Bewohnern die Möglichkeit zu überprüfen, wie sehr sie es geschafft haben, ihren Stromverbrauch tatsächlich in jene Zeiten zu legen, an denen das Netz am wenigsten ausgelastet ist. Zusätzlich kann über diese zentrale Applikation auch das Energiefeedbackportal, das allen Haushalten zur Verfügung steht, aufgerufen werden.



Abbildung 125 Home Automation App im SGMS -HiT Design

Die Home Automation App (Abbildung 125) dient zur Überwachung und Steuerung der Wohnung. Zum einen wird das aktuelle Raumklima in Wohn- und Schlafzimmer angezeigt. Dies wird durch Kombisensoren, die Temperatur, Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub> Gehalte der Luft messen und über die Haustechnikanlage rückmelden, erreicht. Zusätzlich kann der Sollwert der Raumtemperatur in gewissem Rahmen (ein Band von 3°C rund um einen definierten Punkt, der allerdings auch von den Bewohnern verändert werden kann) ebenfalls durch die App über die zentrale Haustechnik der „Rosa Zukunft“ eingestellt werden. Weiters kann damit auch der Eco-Button, ein weiteres zentrales Element der Monitoring Wohnungen, angesteuert werden. Dieser physische Schalter im Eingangsbereich der Wohnung ist in der Lage, bestimmte Steckdosen, die über alle Räume der Wohnung verteilt sind, stromlos zu schalten. Damit können die Bewohner mit einem einzigen Knopfdruck sicher stellen, dass alle an diesen Steckdosen angeschlossenen Verbraucher nicht mehr mit Energie versorgt werden, was zu einer deutlichen Senkung des Standby-Verbrauches dieser Geräte führen sollte. Durch diese App kann das Tablet auch zur Fernüberwachung der Wohnung verwendet werden, sowie der Eco-Button auch von außerhalb bedient werden.

4-6 ausgewählte Haushalte können des Weiteren jeweils eines von 2 Elektroautos verwenden. Dazu wird von der Haupt-App auf das Buchungssystem EMIL verlinkt, auf dem die Kunden die E-Autos reservieren können.

Während des Anmeldeverfahrens bzw. der Wohnungsvergabe der Wohneinheiten des Projektes „Rosa Zukunft“ war zu beobachten, dass der Andrang auf die Monitoring Wohnungen sehr groß war. Den

zukünftigen Bewohnern waren die möglicherweise auftretenden Probleme mit Datenschutz / Datensicherheit weniger wichtig als der mit der besseren Ausstattung einhergehende vermutete Komfortgewinn.

Zusammenfassend werden in der IKT der „Rosa Zukunft“ Daten aus folgenden Quellen zusammengeführt:

- Messdaten und Schaltsignale aus den Monitoring Wohnungen
- Personalisierte Verbrauchsinformationen der Energieversorger
- Statusinformationen der Netzbetreiber
- Daten eines Elektromobilitätsanbieters

Dieser Anwendungsfall kommt daher den Annahmen der Projektes SmartWebGrid schon sehr nahe. Nach einigem für und wider wurde allerdings doch auf Implementation einer Instanz des SWG Core für die Zusammenführung der Daten verzichtet. Der Grund dafür liegt primär bei den hohen Kosten, die für die Einbindung der fertigen Lösungen (Greenpocket, Emil) in die gesamte SmartWebGrid Architektur entstehen würden. Da es sich bei dem Projekt „RosaZukunft“ allerdings nicht nur um einreines Forschungsprojekt handelt, sondern die eingebundenen Lösungen extrem langfristig verwendet werden sollen, konnte eine prototypische und daher wartungsintensive Software nicht zum Einsatz kommen Da diese Wartungsarbeiten nach Projektende vom Bauträger bzw. Betreiber zu finanzieren gewesen wären, fiel die Entscheidung gegen den dauerhaften Einsatz des SWG Core.

## 4.2 Entwicklungen im Umfeld Smart Grids

Zukünftige Smart Grids Anwendungen werden deutlich mehr explizite Interaktion zwischen verschiedenen Anwendungen und NetzteilnehmerInnen erfordern. Ein aktives Verhältnis zwischen dem Stromnetz und seinen NutzerInnen muss daher hergestellt werden. Eine alleinstehende Umsetzung einzelner Anwendungen ohne ganzheitliche Betrachtung führt zu unflexiblen und ineffizienten Lösungen, da potentielle Synergieeffekte und informationeller Mehrwert ungenutzt bleiben.

Innovationen erfolgreicher österreichische Lastmanagementprojekte versuchen sich mit dem Blick auf die Kundenseite zu beschäftigen. Besonders ökologische, technische, soziale und wirtschaftliche Faktoren müssen als multidisziplinäres Phänomen analysiert werden, um Barrieren und Ansatzpunkte für zukünftige Implementierungen in jedem Entwicklungsschritt zu identifizieren. Automatisiertes Lastmanagement auf der Endkundenseite hat das Potenzial, ein wesentliches Werkzeug für die Zukunft – die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts von Angebot und Nachfrage – in elektrischen Energiesystemen, mit einer sehr hohen Dichte dezentraler erneuerbarer Erzeugungsquellen, zu sein. Um dies zu erreichen, muss die Entwicklung weiterer Lastmanagementszenarien ermöglicht werden. Der definierte Strategie Kit im Projekt Smart Response [37] hilft, bestehende und zukünftige Demand-Response-Szenarien zu vergleichen. Dies bietet eine Grundlage für eine Analyse sowie einen methodischen Rahmen für die politischen EntscheidungsträgerInnen, die Industrie und Innovationsträger.

Im Kapitel Smart Grids soll anhand von relevanten Forschungsprojekten ein Überblick über Smart Grid Entwicklungen gegeben werden, um die Frage zu beantworten, wie diese Entwicklungen den steigenden Energiebedarf bremsen bzw. mindern können. SmartWebGrid baut insbesondere auf im Rahmen der Smart Grids Modellregion Salzburg laufenden Aktivitäten auf. Dies sind insbesondere die angeführten Projekte.

#### **4.2.1 Consumer to Grid**

Diese Studie untersucht, wie Informationen über potentielle Energieeinsparungen am besten für VerbraucherInnen präsentiert werden, um Energieverbrauch in einem Smart Grid zu reduzieren. Das Projekt zielt auf Grundlagenforschung ab – *ob, wie, wann* und *welches* Feedback VerbraucherInnen benötigen, um Energie zu sparen. Das Feedback soll auch einen sozialen, demografischen und kulturellen Hintergrund berücksichtigen. Verschiedenste etablierte und moderne Informationsmethoden, kombiniert mit Smart Metering erlauben eine Studie über Auswirkung, Nachhaltigkeit und Handhabbarkeit von Kunden im Smart Grid. Die erwarteten Ergebnisse sollen die bislang völlig unbekanntem Mechanismen von „Human-in-the-loop“ im Smart Grid offenlegen. Das Projekt Consumer2Grid (C2G) hat somit zum Ergebnis, wie eine möglichst effektive Kundeninformation zum Thema Energieverbrauch aussehen soll. Diese Kundeninformation und die ggf. benötigte Interaktion ist eine der umgesetzten Anwendungen für eine marktreife SmartWebGrid Plattform.

Consumer2Grid beschrieben in [10], [49] und [16] zielt darauf ab, unterschiedliche Energiefeedbackmethoden während einer einjährigen VerbraucherInnen-zentrierten Feldstudie zu vergleichen und dabei alle Verhaltensweisen zu untersuchen um feststellen zu können, welche Arten von Feedback Menschen brauchen, um eine Energieverbrauchsreduktion durch optimale Benutzerinformation zum Energiebedarf zu erreichen. Die im Projekt C2G als sinnvollste Energiefeedbackmethode identifizierte Verbrauchsdarstellung soll über die SmartWebGrid-Plattform abgewickelt werden. Es soll ermöglicht werden, dass durch smarte Alarmierung des Kunden oder durch intelligente Steuerung/Regelung (z. B. Urlaubs- oder Wochenendabsenkung) der Energieverbrauch sinkt.

#### **4.2.2 Building to Grid**

In Smart Grids wird erwartet, dass sich Gebäude – unterstützt durch Gebäudeleittechnik und Informationstechnologie – kooperativ einfügen und ihre bislang ungenutzten Freiheitsgrade (verschiebbare Lasten, Lastabwurf, Teillastbetrieb, etc.) nutzen, um den Netzbetrieb zu optimieren. In existierenden Lösungen sind Netzoptimierung und Gebäudeoptimierung voneinander entkoppelt, dies soll durch intelligente, kommunizierende Gebäudeleittechnik geändert werden. Die Grenzen und Möglichkeiten intelligenter Gebäude in einem Smart Grid können durch die Einbindung von Gebäuden in ein SmartWebGrid getestet werden. Der für dieses Konzept benötigte Datenaustausch zwischen Stromnetz und Gebäudeleittechnik wird eine der umgesetzten Key-Anwendungen der marktreifen SmartWebGrid Plattform darstellen.

In erfolgreichen Building2Grid Projekten wurde die Möglichkeit untersucht, ob funktionale Gebäude (Gebäude mit Gebäudeautomationsanlagen, z. B. Bürogebäude) die erwähnte Flexibilität in Bezug auf

die Verlagerung des Energiebedarfs liefern können. Besonders in den Bereichen Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage konnte ein erhebliches Potenzial für Lastverschiebung oder Lastverlagerung gefunden werden [29][31].

„Building2Grid“ Ansätze, wie „MySmartGrid“ und der Demand Response Automation Server [9][45], zielen neben der Abschaltung vorhandener elektrischer Verbraucher, auf eine Nutzung der eben beschriebenen thermischen Trägheit in Gebäuden ab, um diese Kapazität für das elektrische Netz zu nutzen. Dies setzt eine enge Interaktion mit Gebäude- und Gebäudeautomationssystemen voraus. Die entsprechende Applikation sollte in der Lage sein, dass die BenutzerIn einzelne VerbraucherIn/ErzeugerIn in ihren Wohneinheiten für die NetzbetreiberIn zur Steuerung/Regelung unter Einhaltung von zu definierenden Schwellwerten frei geben kann (z. B. Raumtemperaturen). Dabei müssen Grenzen (z. B. +/- 1 °C) vorgegeben sowie die Wirkung der Sollwertveränderung auf den elektrischen Energiebedarf des Gebäudes beschrieben werden (z. B. durch Auswahl und Parametrierung eines vorgegebenen Kopplungsmodells aus dem Projekt „Building2Grid“). Darüber hinaus ist die bidirektionale Kommunikation des Verbrauchers mit dem Netzbetreiber in Abhängigkeit zum elektrischen Netzverhalten möglich. Beispielsweise wurde in einem Projekt, dass sich mehr auf die experimentelle Umsetzung in der Praxis konzentriert, ein Modell entwickelt, dass die verbundenen Heizanlagen in verschiedenen Gebäuden mit speziellen Gebäudeagenten verbindet, welche über das OpenADR Protokoll mit einem zentralen Server kommunizieren. Auf diesem Server wurden mögliche Perioden zur Lastverschiebung ermittelt und an die Clients kommuniziert [15]. In SmartWebGrid wurde ein dezentraler Ansatz gewählt, dies zu erreichen.

### **4.2.3 Vehicle to Grid**

Die Einführung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen (e-Roller, Plug-in-Hybrid Fahrzeuge, reine Elektrofahrzeuge) haben einen großen Einfluss auf die Gestaltung zukünftiger Stromnetze. Die Kombination der hohen Nachfrage elektrischer Energie (bis 50 kW für schnelles Laden [25]) und dem unkoordinierten Ladeverhalten ist eine wachsende Belastung für Verteilnetze. Trotz dieser möglichen enormen zusätzlichen Lasten bieten genau diese Elektrofahrzeugbatterien erst die Möglichkeit, erneuerbare Energie zwischenzuspeichern und netzschonend wieder zu nutzen.[56]

Das Projekt Vehicle to Grid Interfaces erarbeitete Konzepte zu Interaktionsportalen (Visualisierung und Bedienoberfläche) für Elektromobilitätskunden in der Smart Grids Modellregion Salzburg, und bewertete Anforderungen und Cost/Benefits einer zukünftigen Vehicle to Grid Implementierung in Form einer Machbarkeitsstudie. Daraus wurde ein Umsetzungsplan für konkrete Softwarelösungen (experimentelle Entwicklung) sowie Demonstrationsvorhaben erstellt. Interaktion zwischen Elektrofahrzeugen, Benutzer und Stromnetz ist eine weitere Anwendung für die SmartWebGrid-Plattform.

„Vehicle2Grid Interfaces“ [31][30] zielt auf die Analyse des Benutzerinterfaces von Elektrofahrzeugbenutzern: Soll schnell und teuer oder langsam und günstig aufgeladen werden? Wann ist die nächste Fahrt geplant? V2G hatte zum Ziel zu ermitteln, ob das entsprechende Interface auf der Ladestation, im Auto und/oder in Form einer Webseite zu finden ist.

Das Fahrverhalten und der Einfluss der elektrischen Fahrzeuge am Stromnetz wurden in einem weiteren Projekt, „Vehicle to Grid Strategies“ analysiert [48]. Einige der wichtigsten Ergebnisse waren, dass eine

Million Elektrofahrzeuge auf den Straßen Österreichs zu einem Anstieg des Stromverbrauchs von nur 3 % führen, dass aber die Leistungsspitze ohne Gegensteuern um bis zu 170 % wachsen kann. Als Ergebnis sind damit koordinierte Ladevorgänge für eine breite Einführung von Elektrofahrzeugen unvermeidlich. [13]

Weitere laufende Projekte, in denen unterschiedliche elektrische Anlagen oder Ladestationen für Elektrofahrzeuge Teil eines Netzplanungs- und Kontrollkonzeptes sein werden, sind die GAVE (Großschönau als virtueller Energiespeicher), DG DemoNet – Smart LV Grid Projekte. Hier werden auf Gemeindeebene neben Photovoltaik Wechselrichtern und Stufenschaltern auch die Ladestationen von Elektrofahrzeugen aus der Ferne durch einen Gebäudeagenten gesteuert, so dass lokal erzeugte Photovoltaikenergie möglichst lokal verbraucht wird – ohne die Übertragungsleitungen doppelt zu belasten. [3][34]

#### **4.2.4 Smart Synergies**

Für alle Smart Grid-Anwendungen müssen verschiedenste Daten und Informationen flächendeckend erfasst und verteilt werden. Jede Anwendung hat unterschiedliche technische Anforderungen (z. B. Datenmenge, Echtzeit-Fähigkeit, Datensicherheit, Verfügbarkeit und Redundanz), was sich ganz wesentlich auch auf die technische Ausprägung und somit auf Kosten der zu errichtenden IKT-Infrastruktur auswirkt. Die kosteneffiziente Errichtung der IKT-Infrastruktur durch deren synergetische Nutzung für mehrere Anwendungen gleichzeitig, inkl. Validierung der tatsächlich realisierbaren Synergiepotenziale, waren Hauptziele in diesem Projekt. Im Gegensatz zu SmartWebGrid betrachtet Smart Synergies aber vor allem die für Smart Grids benötigte Kommunikationstechnik, nicht die Informationsmodelle und Datenschutz- und Sicherheitsaspekte.

„Smart Synergies“[27] liefert die Kommunikationsgrundlagen für den Webservice-basierenden Zugriff auf unterschiedliche Smart Grids-Datenquellen, auf dem das offene, flexible SmartWebGrid Architekturkonzept des SmartWebGrid Core beruht. Der Core ist die implementierte Abbildung der Interaktionsszenarien zwischen Datenquellen, Informationsplattform und den intelligenten Applikationen, die auf das SmartWebGrid-Framework zugreifen und darauf aufbauen können.

## 4.3 Anwenderakzeptanz



Im Rahmen der Evaluierung der SmartWebGrid Konzepte und Architektur wurden in NutzerInnen-Workshops, die in SmartWebGrid entwickelten Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen für den Einsatz von Smart Metern im Haushalt sowie Unternehmen von insgesamt 21 TeilnehmerInnen (16 Privatpersonen, 5 GeschäftskundInnen) beurteilt und diskutiert. Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Gruppen zusammengefasst. Eine ausführliche Präsentation der Ergebnisse der Evaluierung findet sich in Kapitel Ergebnisse.

### 4.3.1 Privatkunden

In den beiden Workshops mit PrivatnutzerInnen stellte sich heraus, dass die TeilnehmerInnen mangelndes Vertrauen in den Energieversorger und in Smart Meter Technologien hätten und eher staatlichen oder unabhängigen Organisationen vertrauten.

Deutlich wurde eine Angst vor Manipulation und möglicher Einmischung ins eigene Leben angesprochen. Die TeilnehmerInnen fürchteten sich vor der Weitergabe ihrer persönlichen Daten, vor der Möglichkeit, den individuellen Verbrauch genau abzubilden und vor der Gefahr einer Zwei-Klassen-Gesellschaft. Zusätzlich bestehen Bedenken, dass „Hacker“ die Smart Meter angreifen könnten. Die Möglichkeit, variable Kosten einzuführen und das Entstehen von mehr Energiebewusstsein und Gemeinschaftsdenken wurden von den TeilnehmerInnen jedoch ebenfalls gesehen.

Zum Thema Datenschutz fehlt anscheinend ein grundsätzliches Vertrauen in die Sicherheit der eigenen Daten, besonders im Falle bereits übertragener Daten auch bei einem möglichen späteren Widerruf der Freigabe. Diese Sicherheit sollte nach Ansicht der TeilnehmerInnen durch eine öffentliche Stelle, wie beispielsweise den Rechnungshof oder das Bundeskanzleramt, realisiert werden. Die Freigabe bestimmter Daten, wie etwa den Verbrauch des Elektroautos, Name, Adresse und Geschlecht, wurde als zu riskant im Sinne des Datenschutzes eingestuft. Einige TeilnehmerInnen betonten jedoch auch die Vorteile von Smart Grids, die die Probleme der Datensicherheit aufwiegen könnten.

Zum Thema Zugriffsrechte wurde festgestellt, dass die EndanwenderInnen die Risikopotentiale verstehen müssten, die sich durch den Einsatz von Smart Metern ergäben, da sonst kein adäquates Reagieren möglich sei. Aus der Diskussion der Datenfreigabe für die einzelnen Applikationen des SmartWebGrid



Cores ergab sich, dass für die PrivatnutzerInnen die Echtzeitinformationen über den Energieverbrauch zwar interessant, andererseits das Missbrauchsrisiko aber sehr hoch wäre. Dieses wurde erst bei Daten, die älter als ein halbes Jahr sind, geringer eingestuft.

#### **4.3.2 Geschäftskunden**

Beim Workshop mit GeschäftskundInnen wurden ebenfalls Problem des transparenten Lebensstils, Missbrauch, und Hacker- Angriffe auf Smart Meter diskutiert.

Zum Thema Zugriffsrechte war den GeschäftskundInnen eine dezentrale Speicherung wichtig, die möglichst ebenfalls staatsnah organisiert sein sollte. Besonders hingewiesen wurde auf die Gefahr des Auslesens einzelner im Betrieb eingesetzter Geräte und damit der Aufdeckung etwaiger Betriebsgeheimnisse. Daher wurden tagesgenaue Verbrauchsinformationen zwar als nützlich, aber als „grenzwertig“ im Sinne der Datensicherheit angesehen. Das Risiko bei älteren Daten (ab einer Woche) wiederum wurde als annehmbar angesehen. Im Privatbereich seien kürzere Intervalle möglich als im Firmenbereich.

Bei der Freigabe bestimmter personenbezogener Daten stimmten die GeschäftskundInnen mit den Privatkunden in ihrer Ablehnung der Freigabe überein, wenn der Zweck dieser Freigabe nicht nachvollziehbar war.

#### **4.3.3 Kostenübernahme**

In der Frage der Kostenübernahme herrschten unterschiedliche Meinungen. Dabei wurden die Zuständigkeiten einerseits auf der Seite von Kunden gesehen, die eine solche Sicherheitsarchitektur wünschten und andererseits auf Seiten der Netzbetreiber, da diese ja auch die Ersparnis hätten. Andere wiederum waren der Ansicht, dass jede Person, die einen Nutzen sehe könnte, auch etwa investieren würde.

#### **4.3.4 Konkrete Handlungsempfehlungen**

Auf Basis dieser Ergebnisse lassen sich nun folgende Empfehlungen ableiten, die helfen können, strukturiert Vertrauen aufzubauen. Explizite Maßnahmen, die in diese Richtung gesetzt werden, können zu einer erhöhten Anwenderakzeptanz führen:

##### **4.3.4.1 Vorteile kommunizieren**

Vorteile von Smart Grids, wie zum Beispiel Möglichkeiten zur Reduktion des Energieverbrauchs und dadurch des Umweltschutzes, Kostenersparnis oder Erziehungseffekte, wurden zum Teil von den TeilnehmerInnen der Workshops selbst genannt. Allerdings zeigte sich eine deutliche Unkenntnis der genauen Sachlage bei gleichzeitig hohem Interesse. Daher sollten die Vorteile von Smart Grids und Smart Metering eindeutiger kommuniziert und aufgezeigt werden.

##### **4.3.4.2 Datenschutz sicherstellen**

Bei den NutzerInnen herrscht nach eigenem Bekunden kein Vertrauen in die Netzbetreiber und die bis dato zur Verfügung gestellten Schutzmöglichkeiten. Das Missbrauchsrisiko bei Smart Metern wird als hoch eingeschätzt und die Notwendigkeit zu erhöhtem Datenschutz gesehen. Daher sollte nicht nur

Vertrauen in die Instanzen aufgebaut werden, die Smart Grids und Smart Meter betreiben oder zur Verfügung stellen, sondern es solle auch Transparenz über die Art und den Zweck der gesammelten Daten hergestellt werden. Nur so lassen sich die Forderungen nach Datensicherheit und Privacy in Privathaushalten und Firmen erfüllen.

#### **4.3.4.3 Wahlfreiheit geben**

Die Workshop-TeilnehmerInnen fanden besonders die Vorstellung, dass ihnen aufgrund des verpflichtenden Einsatzes von Smart Metern selbst oder durch Verbote und höhere Kosten von außen Regelungen auferlegt werden, sehr unangenehm. Es zeigte sich eine Bereitschaft, innerhalb der Gemeinde oder des Wohnhauses die Zukunft selbst mitzugestalten. Diese Community-Aspekte sollten gestärkt werden und gleichzeitig sollten den BürgerInnen Möglichkeiten gegeben werden, im Privaten oder auf kommunaler Ebene Entscheidungen selbst zu treffen.

#### **4.3.4.4 Unabhängige Kontrollinstanzen schaffen**

Das Vertrauen der NutzerInnen in die Energieversorger ist aktuell eher gering. Daraus ergibt sich die Empfehlung, Kontrollinstanzen zu installieren und Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger in diese durch transparente Entscheidungen im Sinne der Privatsphäre und Datensicherheit zu schaffen. Diese Kontrollinstanzen sollten möglichst unabhängig organisiert sein und die Macht haben, Vergehen gegen Datenschutz und Privatsphäre auch zu ahnden oder zumindest zur Anzeige zu bringen. Auf Seiten der Gesetzgebung sollte dem natürlich entsprochen werden.

Die angeführten Maßnahmen sind direkt aus den NutzerInnen-Workshops abgeleitet und haben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie zeigen jedoch erste wichtige Schritte auf, die gesetzt werden sollten, um eine nachhaltige Anwenderakzeptanz zu erreichen.

- **Vorteile kommunizieren**
- **Datenschutz sicherstellen**
- **Wahlfreiheit geben**
- **unabhängige Kontrollinstanzen schaffen**

## **4.4 Technologien**

Nach einer vollständigen technischen Anforderungsanalyse in Unified Modelling Language (UML) Anwendungsfalldiagrammen mit textueller Beschreibung, wurde eine strukturierte Spezifikation des Gesamtsystems ausgearbeitet. Notwendige Dienste (Services) und Operationen wurden als funktionale Anforderungen beschrieben. Die Ein- und Ausgabedaten wurden in Form von generischen Informationsmodellen dargelegt. Die UML Interaktions- und Klassendiagramme wurden ebenfalls für diese Beschreibung verwendet. Die Spezifikation wurde an das OASIS SOA Referenzmodell [35] angelehnt. Die unterschiedlichen Domänenanforderungen an die präsentierten Informationsmodelle sind

in die dargestellte Beschreibung eingeflossen. Nicht-funktionale Anforderungen wie Security, Performance, Skalierbarkeit, Verfügbarkeit, Wartbarkeit, Privacy und Datenschutz wurden von Anfang an bei der Definition der Services beachtet.

#### **4.4.1 Konkrete Handlungsempfehlungen**

Auf Basis dieser Ergebnisse lassen sich nun folgende Empfehlungen ableiten, die in Smart Grids helfen können, im Technologie-Layer bereits notwendige Aspekte, wie Sicherheit, Privatsphäre etc., voranzusetzen.

##### **4.4.1.1 Secure by Design und Privacy by Design Prinzipien**

Um im Rahmen der technischen Entwicklung von Smart Grids einerseits Security und Privacy zu gewährleisten, andererseits die in diesem Kontext entstehenden Informationen bzw. Daten so nutzen zu können, dass wirtschaftlicher Mehrwert und/oder Imagegewinn für Stakeholder in der Energiewirtschaft möglich sind, muss eine Architektur eingesetzt werden, die einerseits die Nutzung von Daten über die Grenzen der einzelnen Smart Grid-Anwendungen hinweg auf flexible, erweiterbare und ganzheitliche Weise ermöglicht, während gleichzeitig Security als auch Privacy von vornherein berücksichtigt werden. Es muss also nach den Prinzipien von „Secure by Design“ und „Privacy by Design“ vorgegangen werden, anstatt diese nichtfunktionalen Aspekte lediglich als Add-On zu betrachten.

##### **4.4.1.2 umfassende, feingranulare und flexible Rechteverwaltung**

Das Dreieck *Datenquelle – Eigentümer der Daten – Zugriffsrechte* (des Eigentümers und evtl. berechtigter Dritter) verlangt nach einer umfassenden, flexiblen und sicheren Verwaltung der Zugriffsrechte. Der Eigentümer der Daten muss sicher sein können, dass nur von ihm autorisierte Personen (natürlich oder juristisch) Zugriff auf seine Daten erlangen können. Des Weiteren empfiehlt sich eine möglichst feingranulare und umfassende Zugriffsregelung, um dem Eigentümer der Daten (Kunde oder Unternehmen) echte Kontrolle zu geben. Dazu zählt auch das Einsehen und Widerrufen bereits erteilter Zugriffsgenehmigungen. Schließlich muss die Rechteverwaltung flexibel implementiert sein, um auch ohne großen Aufwand für zukünftige, neue Anforderungen gerüstet zu sein.

##### **4.4.1.3 plattformunabhängige Technologien, offene Standards für nahtlose Integration**

Im Laufe des Projekts wurde schnell klar, dass eine Informationsplattform wie SmartWebGrid fähig sein muss, eine Fülle heterogener Systeme zu einem *System of Systems* zu verbinden. Es wird daher empfohlen, generell im Smart Grid und bei SmartWebGrid bzw. ähnlichen Vorhaben im Speziellen plattformunabhängige Technologien und offene Standards einzusetzen. Im Projekt kamen deswegen unter Anderem Web Services, oBIX, SAML, XACML, uvm. zum Einsatz.

##### **4.4.1.4 dezentrale Datenhaltung**

Eine weitgehend dezentrale Datenhaltung wird empfohlen und von der SmartWebGrid-Architektur unterstützt. Die Tatsache, dass Daten dort gespeichert werden, wo sie entstehen, hat zum einen den Vorteil, dass diese damit meist in der Datenhoheit ihres Eigentümers sind, zum anderen wird die Skalierbarkeit und Flexibilität gefördert, da wirklich nur jene Daten übermittelt werden, welche auch benötigt werden und die Möglichkeit einer Vorverarbeitung und Aufbereitung vorab besteht.

#### 4.4.1.5 Offenlegen der Architektur

Dadurch, dass sowohl Security als auch Privacy inhärent im System vorhanden sind, ist es möglich, jeden Aspekt der Architektur offen zu legen, ohne dadurch Angriffsflächen preiszugeben oder die Interessen der Personen, deren Daten innerhalb der SmartWebGrid-Architektur verarbeitet werden, zu verletzen bzw. deren Privatsphäre zu kompromittieren. Die gängige, in jederlei Hinsicht inadäquate Praxis der „Security through Obscurity“ und ähnliche Ansätze werden dadurch effektiv vermieden.

#### 4.4.1.6 Transparenz der Nutzung

Diese Offenlegung der Architektur sollte des Weiteren dazu führen, dass das Vertrauen (Trust) der Stakeholder steigt, ihre Daten im Rahmen der SmartWebGrid-Architektur verarbeiten zu lassen, da die unabhängige Überprüfung der Architektur auf Security und Privacy so ermöglicht wird. Dies sollte am Ende dazu führen, dass die eingangs erwähnten materiellen bzw. immateriellen Vorteile von allen Beteiligten lukriert werden können.

- **Verwendung der Prinzipien Security by Design und Privacy by Design**
- **Durch die SmartWebGrid-Architektur ist eine nahtlose Integration in bestehende Systeme bzw. von existierenden Schnittstellen möglich.**
- **Offenlegen der Architektur**
- **Transparenz**
- **serviceorientierte Architektur basierend auf Web Services**
- **dezentrale Datenhaltung**
- **Skalierbarkeit und Flexibilität**
- **Zugriffskontrolle mit State-of-the-Art Sicherheitsstandards**

## 4.5 Forschung

Im Projekt SmartWebGrid ist es gelungen, verschiedene Datenquellen im Smart Grid Kontext zusammenzufassen. Die Konzeption eines übergreifenden Informationsmodells für Web-basierenden Zugriff auf Smart Grids-Datenquellen verschiedener Anwendungen war ein Kernstück der SmartWebGrid Architektur. Da die Systemarchitektur nach den Prinzipien „Security by Design“ und „Privacy by Design“ durchgeführt wurde, soll dies eine universelle, interoperable und effiziente Interaktion für verschiedene Zielgruppen ermöglichen und in Kombination mit High-Interest-Services den Stellenwert des Energiethemas erhöhen. [28][50]

Da die Ergebnisse entsprechend veröffentlicht wurden, können neben Wissenschaft auch die Energiewirtschaft und Industrie die gesammelten Erfahrungen nutzen und in der Entwicklung ähnlicher Smart-Grid-Produkte berücksichtigen bzw. weiterentwickeln.

## **4.5.1 Konkrete Handlungsempfehlungen**

Auf Basis dieser Ergebnisse lassen sich nun folgende Empfehlungen ableiten, die in der Smart Grids Forschung helfen können, notwendige Grundlagen und Ergebnisse zu liefern, welche die Etablierung eines effizienten, sicheren Gesamtsystems erlauben.

### **4.5.1.1 Entwicklung einer ganzheitlichen, standardisierten Referenzarchitektur**

Aufbauend auf den Erkenntnissen des bestehenden Projektes sollte eine Fortführung zu einer vollständigen, standardisierten Smart Grid-Referenzarchitektur für das Gesamtsystem vorangetrieben werden, welche abgesehen von Informations- und Kommunikationstechnologien auch die energietechnische Seite in ein ganzheitliches Referenzkonzept einbindet. Eine derartige Referenzarchitektur sollte natürlich alle Sicherheitsaspekte als auch Privatsphärenaspekte, wie in SmartWebGrid, bereits bestmöglich im Design berücksichtigen.

### **4.5.1.2 Privacy-Enhancing Technologies**

Der Beitrag dieses Projektes bezüglich Privacy besteht in der Kontrolle und Transparenz sowie im dadurch entstehenden (gerechtfertigten) Vertrauen des Benutzers. Dies wird durch das feingranulare, sichere und strikte Rechtemanagement erreicht. Auch die dezentrale Datenhaltung, welche durch SmartWebGrid ermöglicht wird, unterstützt das Prinzip der Datenminimierung. Speziellere Privacy-Enhancing Technologies (PET), welche z. B. durch Aggregation, Anonymisierung, etc. ein höheres Level an Privatsphäre bei gleichzeitig ungestörter Funktionalität gewährleisten, sollten Gegenstand weiterer Forschung sein. PET würden sich ohne weiteres in das SmartWebGrid-System auf Applikationslevel einbinden lassen.

### **4.5.1.3 Public-Key-Infrastruktur (PKI)**

Die in Smart Web Grid verwendete PKI ist ein klassischer, zentralistischer Ansatz und entspricht damit definitiv dem Stand der Technik. Dennoch wird empfohlen, einerseits vor dem Hintergrund, dass Certificate Authorities immer öfter Angriffen ausgesetzt sind, andererseits aus Gründen der Verfügbarkeit und Skalierbarkeit neue Ansätze im Bereich von digitalen Zertifikaten zu erforschen und in die SmartWebGrid-Architektur oder zukünftigen, ähnlichen Vorhaben zu integrieren.

- **Entwicklung einer ganzheitlichen, standardisierbaren Referenzarchitektur**
- **Weitere Privacy-Enhancing Technologies (PET) einbinden**
- **Innovative Public-Key-Infrastrukturen bzw. Lösungen für digitale Zertifikate**
- **Architekturkonzept für sichere Authentifizierung, Autorisierung und Datenübertragung im Smart Grid standardisieren**

## **4.6 EntscheiderInnen**

Neben den technischen Ergebnissen wurden auch die Anwenderakzeptanz sowie neue Geschäftsmodelle für neue Services und Mehrwert für KundInnen im Projekt bewertet. Nun liegt es bei EntscheiderInnen und InnovatorInnen aus Energiewirtschaft, Industrie und Forschung, die nächsten Schritte für eine Umsetzung bzw. weiterführende Forschung zu gehen.

### **4.6.1 Konkrete Handlungsempfehlungen**

Auf Basis der Ergebnisse lassen sich nun folgende Empfehlungen ableiten, die Smart Grids-EntscheiderInnen betreffen.

#### **4.6.1.1 Datenschutz und Privacy**

Wie bereits in Abschnitt 4.3 im Detail ausgeführt, muss mehr Vertrauen in die Instanzen aufgebaut werden, die Smart Grids und Smart Meter betreiben oder zur Verfügung stellen, sowie Transparenz über die Art und den Zweck der gesammelten Daten hergestellt werden, um die Anwenderakzeptanz sicherzustellen. Ein wichtiger Punkt hierbei ist auch die Wahlfreiheit bezüglich der Daten, die eine Person bzw. ein Unternehmen preiszugeben bereit ist. Im SmartWebGrid-Projekt wurde ein technischer Weg aufgezeigt, Wahlfreiheit auf sehr feingranularer Ebene zu ermöglichen und gleichzeitig Transparenz zu schaffen. Bei zukünftigen Produktentwicklungen im Smart Grids-Umfeld sollte dies berücksichtigt werden (Privacy by Design) und der institutionelle Rahmen ist am Zug, verbindliche Datenschutzstandards für das Smart Grid festzulegen sowie Kontrollinstanzen zu installieren.

#### **4.6.1.2 Security by Design und Security-Standards**

Wie bereits in Abschnitt 4.4 von einem technischen Blickwinkel ausgeführt, muss bei sämtlichen Smart Grid-Entwicklungen nach dem Prinzip Secure by Design vorgegangen werden, anstatt diese nicht-funktionalen Aspekte lediglich als „Add-On“ zu betrachten, weshalb empfohlen wird, dieses fest in Entwicklungsprozessen zu verankern. Unabhängig davon müssen von institutionellen Rahmen und Standardisierungsorganisationen auch verbindliche Sicherheitsstandards für das besonders heikle Smart Grids-Umfeld entwickelt und schließlich vorgeschrieben werden.

#### **4.6.1.3 Standardisierung einer ganzheitlichen Smart Grids-Referenzarchitektur**

Aufbauend auf den Erkenntnissen des bestehenden Projektes sollte eine Fortführung zu einer vollständigen, standardisierten Smart Grid-Referenzarchitektur für das Gesamtsystem vorangetrieben werden, welche abgesehen von Informations- und Kommunikationstechnologien auch die energietechnische Seite in ein ganzheitliches Referenzkonzept einbindet. Hierfür wird ein gemeinsames Vorgehen aller relevanter Stakeholder und eine übergeordnete Koordination empfohlen (siehe auch nächster Punkt).

#### **4.6.1.4 Plattform für offenen Austausch der (inter-)nationalen Stakeholder**

Um unterschiedlichste Stakeholder in den Entwicklungsprozess von neuen Smart-Grid-Anwendungen einbinden zu können und Ziele in der Standardisierung bzw. der Entwicklung verbindlicher Richtlinien zu erreichen, wird empfohlen eine Plattform als Basis für die Stakeholderkommunikation zu schaffen.

## **4.6.2 Ökonomisch orientierte Handlungsempfehlungen betrachteter Beispielapplikationen**

### **4.6.2.1 Energiefeedback und Home Automation**

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. Allgemein sind durch Werbeerlöse keine hohen Kostenreduktionen zu erwarten.

### **4.6.2.2 Home Automation**

Für den Fall der Home Automation ist aus Kundensicht die Kostensituation für die Nachrüstung der Gebäudeautomation etwa um den Faktor 10 höher als eine Lösung für bereits vorhandene Automationssysteme. Dies stellt einen entscheidenden Faktor bei etwaiger Kaufentscheidung dar. Auch eine Variation der Abschreibedauer zeigt hohe Sensitivität gegenüber den Systemkosten, wodurch die Auslegung der Systemkomponenten für möglichst lange Lebensdauern anzustreben ist.

### **4.6.2.3 Smart Car Charging**

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 vor allem empfohlen werden, wenn durch das gesteuerte Laden keine zusätzliche Leistung im Netz zugekauft werden muss und die Ladestationsmehrkosten durch hohe Stückzahlen gering ausfallen.

### **4.6.2.4 Automatische Lastverschiebung**

Im Use Case Energy Balance konnten als zentrale Kostentreiber die Applikationsentwicklung und Datenaggregation identifiziert werden. Die Anzahl der teilnehmenden Kunden ist zudem als besonders wichtiger Parameter zu betrachten. Die Umsetzung des Konzepts erscheint daher vor allem für hohe Kundenzahlen ökonomisch sinnvoll. Zusätzliche Erlösoptionen eines „Building Energy Agents“ z. B. als virtuelles Kraftwerk könnten diese Anforderung reduzieren. Dies wird im Projekt „IntegrA“ bewertet.

Überordnet kann festgehalten werden, dass je mehr Applikationen und Kunden eine gemeinsame Smart Grid Infrastruktur nutzen, desto geringere Kosten fallen für den Einzelnen an. Im Einzelfall ist jedenfalls zu erheben, ob die Zahlungsbereitschaft der Kunden ausreicht, um die Kosten der vorgesehenen Use Cases tragen zu können. Für eine erfolgreiche Marktentwicklung der Applikationen ist jedoch genau diese Zahlungsbereitschaft wichtig, um hohe Nutzerzahlen erreichen zu können.

- **Rahmenbedingungen zur Sicherstellung von Datenschutz und Privacy**

- verbindliche Sicherheitsstandards und Security by Design
- unabhängige Kontrollinstanzen
- Standardisierung einer ganzheitlichen Smart-Grids-Referenzarchitektur
- Plattform für offenen Austausch der (inter-)nationalen Stakeholder



## 5 Literaturverzeichnis

- [1] 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
- [2] Boehnke, J.; Wüstenhagen, R.: Business Models for Distributed Energy Technologies – Evidence from German Cleantech Firms. 2007. - Academy of Management Annual Meeting. - Philadelphia (PA), USA.
- [3] Brunner, Helfried. (2012) "DG DemoNet Smart LV Grid Increasing the DER Hosting Capacity of Distribution Networks - Voltage Control from Simulation to Field Test". [Online]. Available: <http://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Veranstaltungen/Die-Evolution-der-Elektrizitätsnetze/05120417-Die-Evolution-der-Elektrizitätsnetze-Ein-Status-QuoBrunner.pdf> (18.07.2013)
- [4] Buyya, R. and Yeo, C.S. and Venugopal, S. and Broberg, J. and Brandic, I.; Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. s.l.: Journal on Future Generation Computer Systems, Elsevier, 2009.
- [5] Cantor, Scott; Kemp, John; Philpott, Rob; Maler, Eve. Assertions and Protocol for the OASIS Security Assertion Markup Language (SAML) V2.0. s.l. : OASIS Standard, 2005.
- [6] Cattell, Rick. Scalable SQL and NoSQL data stores. s.l. : ACM Sigmod, 2010.
- [7] Cisco, "A Standardized and Flexible IPv6 Architecture for Field Area Networks - Smart Grid Last Mile Infrastructure" 2011.
- [8] Cox, William; Cazalet, Edward. *OASIS Energy Market Information Exchange (eMIX) Version 1.0*. s.l. : OASIS Specification Draft, 2011.
- [9] Dalheimer, M. (2011) „Power to the People“ Bericht 200, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern, Deutschland
- [10] Döbelt, S.; Judex, F.; Leber, T. and Tscheligi, M. "Consumer2Grid: A Long-term Field Trial Comparing Energy Consumption Feedback Approaches," in Tagungsband ComForEn 2012, 2012, pp. 81–89.
- [11] Emmerich, David, und Bloom, Eric. Commercial Building Automation Systems - Security and Access, HVAC Controls, Fire and Life Safety, Building Management Systems, and Lighting Controls: Global Market Analysis and Forecasts. Pike Research, 2012.
- [12] Faschang, Mario (2011). System für die koordinierte Ladung von Elektrofahrzeugen. Diplomarbeit. O. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Dietrich, Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn. Friederich Kupzog, Dipl.-Ing. Hans Jürgen Bacher am Institut für Computertechnik (E384) der Technischen Universität Wien
- [13] Faschang, Mario and Kupzog, Friederich, "Interfacing vehicle charging systems with user and grid requirements," Informatik-Spektrum, vol. 36, no. 1, pp. 27–34, 2013.

- [14] Gallaher, Michael P., Alan C. O'Conner, John L. Dettbarn, und Linda T. Gilday. Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. U.S. Department of Commerce Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, 2004.
- [15] Gamauf, Thomas; Leber, Thomas; Pollhammer, Klaus and Kupzog, Friederich "A Generalized Load Management Gateway Coupling Smart Buildings to the Grid," in AFRICON, 2011. IEEE, Sep. 2011, pp. 1–5, doi: 10.1109/AFRCON.2011.6072158
- [16] Gerdenitsch, C.; Schrammel, J.; Döbelt, S. and Tscheligi, M.; "Creating Persuasive Technologies for Sustainability Identifying Barriers Limiting Target Behavior," 6.th Annual Conference on Persuasive Technology, 02.-05.06.2011, Ohio, 2011.
- [17] Hedin, M. und Woods, E. „Demand Response for Residential Markets - Direct Load Control, Time-of-Use, Critical Peak Pricing, and Peak-Time Rebate Programs for Residential Customers: Global Market Analysis and Forecasts,“ Pike Research, 2012.
- [18] Hedin, Marianne, und Woods, Eric. Demand Response for Commercial Buildings - Load Curtailment, Dynamic Pricing, and Ancillary Services for Commercial Buildings: Global Market Analysis and Forecasts. Pike Research, 2012.
- [19] Hedman, J., and Kalling, T. (2003) 'The Business Model Concept: Theoretical Underpinnings and Empirical Illustrations', European Journal of Information Systems 12: 49-59.
- [20] Henseling, C., Hahn, T. & Nolting, K. (2006). Die Fokusgruppen-Methode als Instrument in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. WerkstattBericht Nr.82
- [21] Holmberg, David; Cox, William. Energy Interoperation Version 1.0. OASIS Committee Specification, 2010.
- [22] IEC 61970-301.Common Information Model. 2005.
- [23] IEEE Standard for Information Technology--Systems Design--Software Design Descriptions, IEEE STD 1016-2009 , vol., no., pp.1,35, July 20 2009 doi: 10.1109/IEEESTD.2009.5167255 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5167255&isnumber=5167254>
- [24] Jung, Markus; Hofer, Thomas; Döbelt, Susanne; Kienesberger, Georg; Judex, Florian and Kastner, Wolfgang; "Access control for a Smart Grid SOA," in Proceedings of the 7th IEEE Conference for Internet Technology and Secured Transactions, London, UK, Dec. 2012.
- [25] Kamachi, M.; Miyamoto, H. and Sano, Y.; "Development of Power Management System for Electric Vehicle i-MiEV," in Power Electronics Conference (IPEC), 2010 International, 2010, pp. 2949–2955.
- [26] Kaminski, P.; Müller, H. and Litoiu, M.A design for adaptive web service evolution. s.l. : Proceedings of the 2006 international workshop on Self-adaptation and self-managing systems, 2006.
- [27] Kienesberger, Georg; Berger, Markus; Pollhammer, Klaus; Kupzog, Friederich; Wendlinger, Johannes; Meisel, Marcus (2012) „Synergiepotentiale in der IKT-Infrastruktur bei verschiedenen Smart-Grid-Anwendungen“, Endbericht für FFG, Neue Energien 2020, Wien, Österreich

- [28] Kienesberger, Georg; Meisel, Marcus and Adegbite, Adedayo "A Comprehensive Information Platform for the Smart Grid," in Proceedings of IEEE AFRICON 2011, Livingstone, Zambia, September 2011.
- [29] Kupzog, Friederich and Pollhammer, Klaus; "Automated Buildings as Active Energy Consumers," in Fieldbuses and Networks in Industrial and Embedded Systems, vol. 8, no. 1, 2009, pp. 212–217.
- [30] Kupzog, Friederich; Bacher, Hans Jürgen; Glatz, M.; Prügler, Wolfgang; Adegbite, Adedayo and Kienesberger, Georg; "Architectural options for vehicle to grid communication," Elektrotechnik und Informationstechnik, vol. 128, no. 1-2, pp. 47–52, 2011.
- [31] Kupzog, Friederich; Sauter, Thilo and Pollhammer, Klaus; "IT-Enabled Integration of Renewables: A Concept for the Smart Power Grid," EURASIP Journal on Embedded Systems, vol. 2011, 2010.
- [32] Lakshminarayanan, S. Authentication and authorization for Smart Grid application interfaces. s.l. : Power Systems Conference and Exposition, IEEE, 2011.
- [33] Lamnek, S.: Qualitative Sozialforschung. Bd. 1: Methodologie. 3., korr. Aufl. Beltz, Psychologie Verlags Union, Weinheim, 1995.
- [34] Leber, Thomas; Meisel, Marcus; Gamauf, Thomas; Pongratz, Martin and Kupzog, Friederich "Preparations for Demand Response on a Municipal Level," in AFRICON, 2011, 2011, pp. 1–5.
- [35] MacKenzie, Matthew C.; Laskey, Ken; McCabe, Francis; Brown, Peter F. and Metz, Rebekah; SOA Reference Model. s.l. : OASIS Standard, 2006.
- [36] Mayer, H.O. (2009). Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung und Auswertung (Auflage: 5. Vollständ. überarb.). Oldenburg Wissenschaftsverlag.
- [37] Meisel, Marcus; Leber, Thomas; Pollhammer, Klaus; Kupzog, Friederich; Haslinger, Julia, Wächter, Petra; Sterbik-Lamina, Jaro; Ornetzeder, Michael; Schiffleitner, Andreas and Stachura, Marek, "Erfolgsversprechende Demand-Response-Empfehlungen im Energieversorgungssystem 2020" – Informatik- Spektrum, vol. 36, no. 1, pp. 17–26, 2013.
- [38] Miller, Robert B.; Response time in man-computer conversational transactions. s.l. : AFIPS Fall Joint Comp. Conference, 1968.
- [39] Moosbrugger, H. and Kelava, A.(2008) Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- [40] Moses, Tim.eXtensible Access Control Markup Language (XACML) Version 2.0. s.l. : OASIS Standard, 2005.
- [41] Nielson, Jakob. *Usability Engineering*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann, 1994.
- [42] NIST. „Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards.“ 2010. URL: [http://www.nist.gov/public\\_affairs/releases/upload/smartgrid\\_interoperability\\_final.pdf](http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf) abgerufen: 16.4.2014
- [43] OpenHAN Task Force. *UCAIug Home Area Network System Requirements Specification*. <http://osgug.ucaiug.org/sqsystems/openhan/default.aspx> : s.n., 2010.

- [44] Osterwalder, A., P. Pigneur and Tucci, C.L. (2005) 'Clarifying Business Models: Origins, Present and Future of the Concept', CAIS (Communications of the Association for Information Systems) 15 (May 2005)
- [45] Piette, Mary Ann.; Kiliccote, Sila, Ghatikar, Girish. (2008) „Design and Implementation of an Open, Interoperable Automated Demand Response Infrastructure“ Report, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, LBNL-63665
- [46] Piette, Mary Ann; Ghatikar, Girish; Kiliccote, Sila; Koch, Ed; Hennage, Dan; Palensky, Peter; McParland, Charles. *Open Automated Demand Response Communications Specifications (Version 1.0)*. s.l. : NIST Standard, 2009.
- [47] Quora.com: “How much ad revenue can be expected per 100,000 downloaded iPhone/iPad apps?”;URL: <http://www.quora.com/How-much-ad-revenue-can-be-expected-per-100-000-downloaded-iPhone-iPad-apps>; letzter Aufruf: 13.03.2013; 10:24
- [48] Rezanian, R., Prügler, W.: Business models for the integration of electric vehicles into the Austrian energy system, Peer reviewed paper, 9th international conference on European Energy Market (EEM12), Florence, Italy, May 2012
- [49] Schrammel, J.; Gerdenitsch, C.; Reitberger, W. and Tscheligi M., “Supporting Domestic Energy Reduction via Persuasive Technology,” CIRED 2011 The 21st International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, Frankfurt, 2011.
- [50] Skopik, F.; Bleier, T.; Kammerstetter, M. and Kienesberger, G. “Smart Grid Security Guidance: Eine Sicherheitsinitiative für intelligente Stromnetze,” in Proceedings of the 42. annual conference of the German computer society, Braunschweig, Germany, 2012.
- [51] Smart Grids Modellregion Salzburg – Consumer2Grid. (2011). Zwischenbericht. Neue Energien 2020. Klima- und Energiefonds. Programmabwicklung: Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH.
- [52] Smart Grids Newsletter: “The Case for Use Cases – An SGN Case Study”, September 2006; <http://www.smartgridnews.com/pdf/SGNCaseStudySaltRiver.pdf> ; letzter Aufruf 03.03.2011 11:05;
- [53] Stähler, P. (2001) Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie: Merkmale, Strategien und Auswirkungen (Business Model Innovation in the Digital Economy: Characteristics, Strategies and Repercussions) (PhD thesis; Köln-Lohmar, Germany: Josef Eul Verlag/University of St Gallen).
- [54] Steel, Christopher; Nagappan, Ramesh; Lai, Ray; Core Security Patterns - Best Practices and Strategies for J2EE, Web Services, and Identity Management. Massachusetts: Pearson, 2009.
- [55] Strother, Neil, und Bob Gohn. *Home Energy Management - In-Home Displays, Networked HEM Systems, Standalone HEM Systems, Web Portals, and PaperBill HEM Reports: Market Analysis and Forecasts*. Pike Research, 2012.
- [56] Tomic, J. and Kempton, W. (2007) „Using fleets of electric-drive vehicles for grid support“ J Power Sources 168(2):459–468
- [57] Wüstenhager, R.; Boehnke, J. (2008): Business Models for Sustainable Energy, in: Tukker, A., Charter, M., Vezzoli, C., Sto, E., Andersen, M.M. (eds.): System Innovation for Sustainability 1.

Perspectives on Radical Changes to Sustainable Consumption and Production (SCP), Sheffield: Greenleaf Publishing Ltd., pp. 85-94.

## Kontaktdaten

**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Georg Kienesberger

**Institut/Unternehmen:** Institut für Computertechnik – Technische Universität Wien (ICT)

**Kontaktadresse:**

Gußhausstraße 27-29/384/CAO227

1040 Wien

Tel: +43 1 58801 38462

Fax: +43 1 58801 938462

<http://energyit.ict.tuwien.ac.at>

Auflistung der weiteren Projekt- bzw. KooperationspartnerInnen Name / Institut oder Unternehmen:

Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe – Technische Universität Wien (EEG)

Institut für Rechnergestützte Automation – Technische Universität Wien (ASG)

Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GesmbH - Austrian Institute of Technology -  
Energy Department (AIT)

Center for Usability Research & Engineering (CURE)

Salzburg Wohnbau GmbH (SWB)

Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation (Salzburg AG)

Siemens AG Österreich (SIE)