

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	12
1 Einleitung.....	13
1.1 Ausgangslage	13
1.2 Problemstellung	14
1.3 Initiative E-Energy.....	14
2 Projekt Smart Watts	17
2.1 Zielstellung.....	17
2.2 Motivation.....	18
2.3 Projektidee.....	19
2.4 Stand der Wissenschaft und Technik	20
2.4.1 Stand der Wissenschaft und Technik bei Projektstart	20
2.4.2 Stand der Schutzrechte bei Projektstart	24
2.5 Schwerpunkteinordnung von Smart Watts in E-Energy.....	25
2.5.1 Unbundling-Konformität und Direktvermarktung.....	25
2.5.2 Intelligente kWh	26
2.5.3 Dynamische Preise aus einem Portfoliomanagement	27
2.5.4 Kostengünstiger Einstieg in die Hausautomation	28
2.5.5 Sicherheitskonzept	29
2.6 Projektorganisation	29
2.6.1 Konsortium.....	29
2.6.2 Beteiligte Unterauftragnehmer.....	32
2.6.3 Projektstruktur.....	32
2.6.4 Projektphasen.....	35
3 Anforderungen und Lösungskonzept	38
3.1 Ausgangslage	38
3.1.1 Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen	38
3.1.1.1 Energiewirtschaftsgesetz.....	38
3.1.1.2 Gesetze zur Kraft-Wärme-Kopplung	41
3.1.1.3 Gesetze zur Förderung erneuerbarer Energien	41
3.1.1.4 Gesetzliche Bestimmungen zum Datenaustausch	42
3.1.1.5 Rahmenbedingungen für Handelsprodukte	42
3.1.2 Prozesslandschaft	43
3.1.2.1 Allgemeine Ziele der Prozesslandkarte	43
3.1.2.2 Die Prozesslandkarte der Stromwirtschaft	43
3.1.2.3 Beschreibung der Schlüsselprozesse	45
3.1.2.4 Referenzprozesse	46
3.1.2.5 Beispiel der Wandlung eines Istprozesses zu einem Zielprozess.....	48
3.1.2.6 Ableitung von Zielprozessen	49
3.1.3 Rollen im Projekt.....	50
3.1.3.1 Klassische Rollen der Energiewirtschaft	51
3.1.3.2 Projektrelevante Marktrollen.....	51
3.1.3.3 Akteure und Rollen am Smart Market	57

3.2	Fachliche Anforderungen und Lösungsansätze.....	59
3.2.1	Anwendungsfälle des Smart Meterings	59
3.2.1.1	Lastmanagement im Smart-Home-Kontext	59
3.2.1.2	Intelligentes Messsystem	63
3.2.2	Anforderungen an das Internet der Energie	65
3.2.3	Smart Architecture	67
3.2.4	Home-Automation	72
3.2.5	Direktvermarktung von erneuerbaren Energien.....	72
3.2.6	Smart Market	73
3.2.6.1	Anwendungsszenarien für den Smart Market	74
3.2.6.2	Szenario Beschaffung und Verkauf.....	74
3.2.6.3	Szenario Prosumer.....	75
3.2.6.4	Szenario Beschaffung und Verkauf von „Intelligenten Kilowattstunden“ ..	76
3.2.6.5	Szenario Verbrauchsbeeinflussung.....	76
3.2.7	Smart Portfoliomanagement	77
3.2.8	Kundenakquise und Rahmenbedingungen Feldversuch	78
3.2.8.1	Kunde	78
3.2.8.2	Ausgangslage Stadt Aachen	79
3.2.8.3	Strategie Kundenakquise	79
3.2.8.4	Akquisemedium	79
3.2.8.5	Akquisephasen	79
3.2.8.6	Teilnehmermanagement – Clustering – der „Online-Check“	80
3.3	Systemkonzept und Umsetzung	83
3.3.1	Gesamtarchitektur Smart Watts.....	83
3.3.2	Technische Anforderungen.....	84
3.3.2.1	Smart-Metering-Struktur	84
3.3.2.2	Administration (inhaltlich) Datenzentrale (MDM)	101
3.3.2.3	Home Automation.....	103
3.3.2.4	Flexibles Portfoliomanagement	105
3.3.2.5	Marktschnittstelle	106
3.3.2.6	Agentensysteme.....	106
3.3.2.7	Anforderungen Sicherheitskonzept	107
3.3.3	Sicherheitskonzept Smart Watts.....	107
3.3.3.1	Sicherheitskonzept für Smart Metering und Smart Demand	108
3.3.3.2	Sicherheitskonzept Smart Market.....	116
3.3.3.3	Sicherheitskonzept Smart Portfoliomanagement	118
3.3.3.4	Sicherheitskonzept Smart Architecture	118
3.3.4	Aufbau der Modellregion und Durchführung des Feldversuchs.....	120
3.3.4.1	Rahmenbedingungen	120
3.3.4.2	Test-/Laboraufbau, Entwicklung Installationsprozess	121
3.3.4.3	Feldversuchsaufbau	126
3.3.4.4	Kalibrierungsphase	129
3.3.4.5	Wirkungsphase	132
3.3.4.6	Kundenbetreuung	132
4	Ergebnisse	136
4.1	Fachkonzepte	136
4.1.1	Informationslogistikkonzept	136

4.1.1.1	Informationslandkarte	137
4.1.1.2	Zentralisierung des Informationsaustauschs im Informationsnetzwerk der Energiewirtschaft	139
4.1.1.3	Standardisierter Datenaustausch im Informationsnetzwerk der Energiewirtschaft	140
4.1.1.4	Realisierung des Informationslogistikkonzepts.....	140
4.1.2	Modell VKW-Strom	140
4.1.2.1	Rahmenvertrag „VKW-Strom“	142
4.1.2.2	Vertragsbeschäftigung (Beispiel).....	143
4.1.2.3	Sollwert und Tagesband.....	143
4.1.2.4	Zugesagter Lastgang.....	144
4.1.2.5	VKW-Betrieb.....	145
4.1.3	Tarifmodell und Ersatzpreisbildung	146
4.1.3.1	Grundpreis.....	146
4.1.3.2	Arbeitspreis.....	146
4.1.3.3	Modell zur Preisbildung	147
4.1.3.4	Abrechnung anhand tatsächlich vorliegender Preise im Haushalt und Ersatzwertbildung für Preise.....	147
4.1.4	Smart-Market-Konzept.....	148
4.1.4.1	Geschäfte	150
4.1.4.2	Varianten von Geschäftsanbahnungen	152
4.1.4.3	Handelsprodukte	154
4.1.4.4	Weitere Dienstleistungen: Marktplatzservices.....	158
4.1.5	EEBus-Konzept	160
4.2	Standards und Normen.....	163
4.2.1	EEBus.....	163
4.2.2	DIN Spec ENS.....	164
4.2.3	DIN Spec ESS	164
4.2.4	Bezugskonditionen	165
4.2.4.1	Anforderungen an das Datenmodell.....	165
4.2.4.2	Die Modellierung der BzK.....	166
4.2.4.3	Rahmenbedingungen zur effektiven Nutzung der BzK.....	167
4.2.4.4	Zukunftsfähiges Modell der BzK.....	167
4.2.5	Powerline-Lösung.....	168
4.3	Systemkomponenten und Feldversuchsergebnisse	168
4.3.1	Smart Forecasting: Absatzprognose	169
4.3.1.1	Prognose des preissensitiven Verbrauchs	173
4.3.2	Smart Forecasting: Erzeugungsprognose	174
4.3.3	Smart-Market-Plattform und Optimierung im Smart Portfoliomanagement	180
4.3.4	Datenzentrale	182
4.3.4.1	Funktionsumfang und Aufbau.....	182
4.3.4.2	Grafische Benutzeroberfläche	183
4.3.4.3	Stammdatenpflege	183
4.3.4.4	Übersicht der Schnittstellen.....	184
4.3.5	Gateway.....	185
4.3.5.1	Gateway – Basissoftware	185
4.3.5.2	Applikationssoftware.....	186

4.3.5.3	Hardware	187
4.3.6	Powerline-Adaption PL110+	188
4.3.6.1	Konzept und Grundlagen.....	188
4.3.6.2	Erfahrung in der Praxis.....	190
4.3.7	EEBUS.....	191
4.3.8	Intelligente Endgeräte	192
4.3.8.1	Liebherr Gefrierschränke.....	192
4.3.8.2	LG-Geräte Integration.....	192
4.3.8.3	Miele-Waschmaschinen	194
4.3.9	Visualisierungskomponenten.....	194
4.3.9.1	Lowend-Display (Energieampel)	195
4.3.9.2	Midrange-Display (Wohnungsdisplay).....	195
4.3.9.3	High-End-Display (PC-Visualisierungssoftware)	196
4.3.9.4	Zuordnung der Funktionen auf die Systemkomponenten.....	196
4.3.9.5	iPad-App.....	197
4.3.9.6	Webportal	202
4.3.10	CRM-Lösung.....	203
4.3.10.1	Teilnehmerherkunft.....	203
4.3.10.2	Export pseudonymisierter Datensätze.....	203
4.3.10.3	Wirkungsforschung.....	203
4.3.10.4	Intelligente Hausgeräte.....	204
4.3.10.5	Erweiterung um ein Ticket-System	204
4.4	Feldversuch	205
4.4.1	Gesamtbeschreibung des Systems und seiner Funktionen aus Sicht eines potenziellen Teilnehmers	207
4.4.1.1	Fallbeispiel: Nutzung der Smart-Watts-App	208
4.4.1.2	Fallbeispiel: Leistungsaufnahme	208
4.4.1.3	Fallbeispiel: Historische Daten	209
4.4.2	Akquise der Feldtestteilnehmer	210
4.4.2.1	Akquiseergebnis	210
4.4.2.2	Ausgewählte Testhaushalte	210
4.4.3	Installation bei den Teilnehmern.....	211
4.4.3.1	Durchgeführter Prozess vor Ort und zukünftig notwendige Optimierung.....	212
4.4.3.2	Nicht planbare Situation vor Ort	213
4.4.3.3	Sonderprozesse	213
4.4.3.4	Technische Restriktionen	213
4.4.4	Betrieb	214
4.4.4.1	Betreuungsaufwand und Ticket-System	214
4.4.4.2	Einsatz von Powerline-Adapttern	214
4.4.4.3	Nachrichtenservice der App	215
4.4.4.4	Kundennetzwerk.....	215
4.4.4.5	Release-Management – Gateway-Administration	215
4.4.4.6	MDM-Administration – Betrieb Datenzentrale	219
4.4.4.7	Zuverlässigkeit der Messwertübertragung an die Datenzentrale	224
4.5	Integration in Haushalte	225
4.5.1	Haushaltsgeräte.....	226
4.5.2	Testergebnisse Vaillant-Wärmepumpen mit Smart-Grid-Regelung.....	226

4.5.3	LG-Geräte-Set	228
4.5.4	Liebherr-Gefrierschrank	228
4.5.5	Miele-Waschmaschine	229
4.6	Erkenntnisse für die Absatzprognose und Abrechnung	229
4.7	Wirkungsforschungsanalyse der Teilnehmerbefragung	232
4.7.1	Zusammensetzung der Feldversuchsstichprobe	232
4.7.2	Erwartungen und Erfahrungen der Teilnehmer	233
4.7.3	Bewertung des Smart-Watts-Systems	233
4.7.4	Bereitschaft zur Verbrauchsanpassung	234
4.7.5	Bewertung möglicher Komforteinbußen	235
4.7.6	Aussagen zum Smart-Watts-Tarif	236
4.7.7	Bewertung der Smart-Watts-iPad-App	239
4.8	Lastverschiebung gemäß Loggingdaten der intelligenten Steckdosen	240
4.8.1	Datenbasis	240
4.8.2	Ereignisdefinitionen	240
4.8.3	Auswertungsergebnisse	241
4.9	Wirkungsphase: Erkenntnisse zum Thema Lastverschiebungspotenzial	242
4.10	Auswertung der Aktivität des Smart Portfoliomanagements am Smart Market	247
4.11	Methodenkritik	250
4.11.1	Anzahl und Zusammensetzung der Feldtestteilnehmer	250
4.11.2	Intelligente Geräte und Funktionalität der Steckdosen	251
4.11.3	Weitere Erkenntnisse des Feldversuchs	253
5	Zusammenfassung und Ausblick	254
5.1	Erkenntnisse für den Markt 2020	254
5.1.1	Potenziale	254
5.1.1.1	Value-added Services	254
5.1.1.2	Geschäftsmodelle Smart Architecture	256
5.1.1.3	Ausblick Smart-Grid-Installationen in Haushalten	257
5.1.2	Herausforderungen	258
5.2	Transfer	260
5.2.1	Ergebniszuordnung wichtigster Resultate	260
5.2.2	Demonstrator	261
5.2.2.1	Demonstratormodul Smart Demand/Smart City	261
5.2.2.2	Demonstratormodul Smart Architecture	262
5.2.2.3	Demonstratormodul Smart Market/Smart Portfolio	264
5.2.2.4	Demonstratormodul Smart Metering	265
5.2.3	EEBus-Initiative e. V.	265
5.3	Weiterer Forschungsbedarf	267
5.3.1	Verteilnetze	267
5.3.2	Lastmanagement in der Industrie	268
5.3.3	Integration weiterer Energieformen	269
	Veröffentlichungen im Gesamtvorhaben	270
	Literaturverzeichnis	274
	Glossar/Abkürzungsverzeichnis	277