

Abschlussbericht zum Vorhaben

Netz- und Flottenmanagement als Schlüsseltechnologie für Elektromobilität und Smart Grids

im Rahmen des FuE-Programms
"Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität"

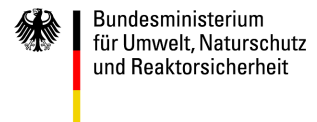
München, Oktober 2011

Kurztitel: 4S

Gefördert durch das:

Projektpartner: Siemens AG, München

Projektlaufzeit: 01.07.2010 – 30.09.2011



FuE-Programm "Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität" des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Abschlussbericht

Projektbezeichnung: Netz- und Flottenmanagement als Schlüssel-technologie für Elektromobilität und Smart Grid

Laufzeit des Projekts:

vom: 01.07.2010..... bis: 30.09.2011.....

Zuwendungsempfänger:

Siemens AG

Förderkennzeichen: 16EM0087

Inhalt

1	Executive Summary	8
1.1	Projektstruktur	8
1.2	Forschungsschwerpunkt.....	9
1.3	Hauptergebnisse	10
2	Zielstellung des Projektes.....	11
2.1	Technologiekonvergenz von Erneuerbaren und Elektromobilität	12
2.2	Elektromobilität und Erneuerbare als Systembruch	13
2.3	Softwarearchitektur als Spiegel der Marktstruktur.....	14
2.4	Vier Flottenversuche – und ein Roadster.....	15
2.5	Firmenflotten als 1. Einstiegssegment in die Elektromobilität	17
2.6	Ecarsharing als 2. Einstiegssegment in die Elektromobilität	18
2.7	Telematik: Effiziente Navigation als Querschnittstechnologie	19
2.8	Planung und Analyse von Elektromobilitätsszenarien durch Simulation	20
2.9	Batteriemanagement zur Verwaltung wertvoller Ressourcen.....	24
2.10	Ladepunkte mit Smart Grid-Funktionen für die Netzstabilität	26
2.11	800 V: Weniger Bauraum, Gewicht, Kosten in Elektroauto und Ladesäule	27
3	Ausführliche Darstellung der erzielten Ergebnisse des Projektes	29
3.1	Darstellung in Bezug zum Arbeitsplan	29
3.1.1	Arbeitsplan	30
3.1.2	Arbeitsteilung	31
3.2	Demonstrator Cloud Systemarchitektur	32
3.2.1	Einleitung	32
3.2.2	MeMoS 2.0 Demonstrator	33
3.2.2.1	Onboard Unit (OBU) Simulator.....	33
3.2.2.2	Map View	34
3.2.2.3	Smart Grid View	35
3.2.2.4	Service Documentation	36
3.2.2.5	Integration mit einem Salesforce-basierten Incident Management System.....	37
3.2.2.6	Windows Phone 7 Applikation	37
3.2.3	Messergebnisse	38
3.2.3.1	Cost Calculator	38
3.2.3.2	Evaluierungsergebnisse MeMoS2.0	39
3.3	Flottenmanagement / eCarsharing	40
3.3.1	Warum eCarSharing?.....	41
3.3.2	Spezifische Erweiterungen für Elektrofahrzeuge	42
3.3.3	Hintergrund	44
3.3.4	Ziele des Basissystems.....	44
3.3.5	Gesamtsystem	45
3.3.6	Auswahl der am Flottenversuch beteiligten Siemens Bereiche in Berlin.....	47
3.3.7	Auswahl der beteiligten Nutzer.....	47
3.3.8	Schulung der Nutzer.....	47
3.3.9	Betriebskonzept	48
3.3.10	Ladestationen	48
3.3.10.1	Use-Cases	48
3.3.10.2	Auswahl der technisch erforderlichen Ladestationen.....	48
3.3.10.3	Anzahl der Ladestationen und Standorte.....	49
3.3.10.4	Telematiksäule mit Detektor	49
3.3.10.5	Verschiedenes zu Ladesäulen	50

3.3.11	Parkraum- und Charging Station Management	51
3.3.11.1	Parkraummanagement.....	51
3.3.11.2	Charging Station Management System	51
3.3.11.3	Ladeinfrastruktur Back office	51
3.3.12	Fahrzeuggeräte	51
3.3.12.1	Onboard Unit (OBU).....	52
3.3.12.2	Navigation:.....	54
3.3.12.2.1	Basisfunktionen	55
3.3.12.2.2	Funktionalitäten	56
3.3.12.2.3	Auffinden von freien Ladestationen.....	56
3.3.12.2.4	Quicksearch-Menü.....	57
3.3.12.2.5	Reichweitenberechnung	57
3.3.12.2.6	Anwendungsfall geozonenabhängige Tarifierung und Betreibergebiet....	58
3.3.12.2.7	Anwendungsfall Servicetelefon	58
3.3.12.3	HMI:	59
3.3.12.4	ID-Reader:	59
3.3.12.5	Fahrzeugschnittstelle:	60
3.3.12.6	Servicephone:	60
3.3.12.7	Statusanzeige im Fahrzeug:.....	60
3.3.12.8	Installation und Inbetriebsetzung	60
3.3.12.9	Anzahl der Fahrzeuggeräte	60
3.3.13	ETBO.....	61
3.3.14	Webportal	61
3.3.14.1	Use Case „Neuen Benutzer registrieren / Login“	65
3.3.14.2	Use Case „Benutzerdaten ändern“	67
3.3.14.3	Use Case „Spontanes Buchen eines eCars“	68
3.3.14.4	Use Case „Langfristiges Reservieren eines eCars“	69
3.3.14.5	Use Case „Buchungsübersicht anzeigen / Buchungen stornieren“	70
3.3.14.6	Use Case „Beschwerdeticket aufgeben“.....	71
3.3.15	Operator GUI.....	72
3.3.15.1	Use Case „Fahrzeugstamm verwalten“	72
3.3.15.2	Use Case „Geschäftspartner verwalten“	73
3.3.15.3	Use Case „Stationen verwalten“	74
3.3.15.4	Use Case „Buchungen verwalten“	75
3.4	Szenarienmodell als Planungssoftware	76
3.4.1	Nutzen und Mehrwert des Werkzeugs EMSS.....	77
3.4.2	Deliverables gem. Gesamtvorhabensbeschreibung 4S vom 05.11.2010	78
3.5	Battery Asset Management	80
3.6	Netzmanagement / Ladetechnik	82
3.6.1	Ladetechnologie.....	84
3.6.1.1	Was passiert bei Spannungswiederkehr?.....	86
3.6.1.2	Wie sieht es mit der Sicherheit der Ladesäule aus?	86
3.6.1.3	Ist Fernwartung über Software möglich?	86
3.6.1.4	Sonneneinstrahlungstests durchgeführt	87
3.6.1.5	Die Ladesäuleninfrastruktur lässt sich komplett remote bedienen	90
3.6.1.6	Gleichstromschnellladen: Bestandsaufnahme.....	91
3.6.2	Operation Center Demonstrator	92
3.6.2.1	Entscheidung für Operation Center Demonstrator.....	92
3.6.2.2	Herausforderung auf dem Weg zum Demosystem:	93

3.6.2.3	Operation Center Kommunikation Ladesäule mit OC	94
3.6.2.4	Kommunikation Ladesäule – Operation Center	95
3.6.2.5	Funktionen des Clearing Centers	96
3.6.2.6	SCADA System auf Basis von PVSS 3.9 (WinCC OA).....	97
3.6.3	Loadmanagement	98
3.6.3.1	Loadmanagement Basics.....	98
3.6.3.2	Loadmanagement Beispiel.....	99
3.6.3.3	Algorithmen.....	99
3.6.3.4	Funktionen	99
3.6.3.5	Schnittstelle.....	99
3.6.3.6	Fazit	100
3.6.4	Servicekonzept: Mobiler Kundendienst für die 4S Standorte München, Erlangen und Berlin 101	
3.6.4.1	Dokumentierte Fehlerbetrachtung und –behebung.....	101
3.6.4.2	Zentraler Ansprechpartner für Servicefragen aller Art	101
3.6.4.3	Abgeleitete Produktverbesserungen.....	102
3.6.4.4	Welche unerwarteten Schwierigkeiten sind aufgetaucht?.....	103
3.6.5	Infrastrukturmanagementsoftware: CRM_Vehicle_Management.....	104
3.6.5.1	Funktionen	104
3.6.5.2	Schnittstellen.....	104
3.6.6	Infrastrukturmanagementsoftware: CRM_Contract_Management	105
3.6.6.1	Funktionen	105
3.6.6.2	Schnittstellen.....	105
3.6.7	Infrastrukturmanagementsoftware: CRM_User_Customer_Data.....	106
3.6.7.1	Funktionen	106
3.6.7.2	Schnittstellen.....	106
3.7	Virtuelles Kraftwerk	107
3.8	Funktionsarchitektur virtuelles Kraftwerk	108
3.9	HGÜ für höhere Übertragungsleistungen, weniger Übertragungsverluste und –leitungen 110	
3.9.1	Problemstellung	110
3.9.2	Lösungsansatz.....	113
3.9.3	Ziel.....	113
3.9.4	ILV “innenliegende Verbindung”	114
3.9.4.1	Problemstellung:	115
3.9.4.2	Lösung	115
3.9.5	1100kV HGÜ Transformatorvarianten	116
3.9.5.1	Problemstellung	116
3.9.5.2	Lösung	116
3.9.6	1100kV HGÜ Transportvarianten	117
3.9.6.1	Problemstellung	118
3.9.6.2	Lösung	118
3.10	Windparkanbindung.....	119
3.10.1	Funktionserweiterung HGÜ zum Anschluß von Windparks, Windparkintegration in Netzmanagement.....	119
3.10.2	Weiterentwicklung Leittechnik Windpark, Konzept Betriebsführung	120
3.10.3	Studien zur Zusammenführung HGÜ mit übrigem Übertragungs- und Verteilnetz, Netzmanagement	120

3.10.4	Weiterentwicklung des Powermoduls für größere Ströme zur Anbindung größerer Windparks	121
3.10.5	Bremssteller.....	122
3.10.6	Fehlerkorrektur, Iterationsschleifen, Prüfstandserprobung, Fehlerbereinigung, Schleifen und Feldtests.....	123
3.11	Fahrzeugintegration 800 V Antrieb.....	124
3.11.1	Der aktuelle Stand	126
3.11.2	Beispiele für Herausforderungen im Projektverlauf	127
3.11.3	Ergebnis aus Sicht des 800 V-Antriebsstranglieferanten Siemens.....	128
3.12	Der Flottenversuch in München	130
3.12.1	Die Münchner Testflotte.....	132
3.12.1.1	Was ist der Stromos?.....	132
3.12.1.1.1	Basisdaten:.....	132
3.12.1.1.2	Getriebe:.....	132
3.12.1.2	Erfahrungen aus Sicht der Flottenbetreuung	133
3.12.1.2.1	12-Volt Batterie entleert sich an der Ladesäule und der Ladevorgang startet nicht.	133
3.12.1.2.2	Die 12V- Batterie entleert sich aus anderen Gründen.	133
3.12.1.2.3	Kaltes Fahrzeug lädt nicht.	133
3.12.1.2.4	Das Auto bleibt kurz nach dem Anfahren wieder stehen.....	133
3.12.1.2.5	Auto beschleunigt ungewollt,	133
3.12.1.2.6	Schutzblech für Hochvoltbatterie beschädigt	134
3.12.1.2.7	Batteriemanagement sperrt das Fahrzeug	134
3.12.1.2.8	Dauerhaft ruckendes Fahren	134
3.12.1.2.9	Radioempfang gestört	134
3.12.1.2.10	Aktueller Stand (September 2011).....	134
3.12.1.3	Erfahrungen aus Sicht der Testfahrer - Fragebogen	135
3.12.1.3.1	Fahrleistung	135
3.12.1.3.2	Lässt sich das mit erneuerbaren Energiequellen darstellen ?	136
3.12.1.3.3	Zufriedenheit.....	136
3.12.1.3.4	Straßenlage	137
3.12.1.3.5	Zuverlässigkeit.....	137
3.12.1.3.6	Image	138
3.12.1.3.7	Sommerbetrieb	138
3.12.1.3.8	Beschleunigung	138
3.12.1.3.9	Fahrspaß	138
3.12.1.3.10	Ladedauer	139
3.12.1.3.11	Laden Handling.....	139
3.12.1.3.12	Sicherheit.....	139
3.12.1.3.13	Zentralverriegelung.....	139
3.12.1.3.14	Radio	140
3.12.1.3.15	Winterbetrieb	140
3.12.1.3.16	Klimaanlage.....	141
3.12.1.3.17	Heizung	141
3.12.1.3.18	Standardabweichungen	141
3.12.1.4	Erfahrungen aus Sicht der Testfahrer – Kommentare.....	144
3.12.1.5	Folgerungen für den Flottenbetrieb	145
3.12.1.6	Fazit nach 9 Monaten Flottenbetrieb	147
3.12.1.7	Anhang	147

3.12.1.7.1	eCar Praxis-Umfrage	147
3.12.1.7.2	Der häufigste mechanische Fehler	148
3.12.1.7.3	Werkstatt für Elektromobilität bei Siemens MchP	149
3.13	Der Radnabenantrieb für hohen Wirkungsgrad	151
3.13.1	Allgemeine Beschreibung	151
3.13.2	Erreichte Ziele des Projekts	154
3.13.3	Allgemeine Vorbetrachtung	155
3.13.4	Leistung und Wirkungsgrad	156
3.13.5	Mechanische Schnittstellen	156
3.13.6	Bauraum E-Maschine	157
3.13.7	Kühlungssystem	157
3.13.8	DCDC-Wandler	158
3.13.9	Elektrische Schnittstellen	159
3.13.9.1	Batterie	160
3.13.9.1.1	Spezifikationen:	161
3.13.9.1.2	Zelle:	161
3.13.9.2	Inverter	161
3.13.9.3	Sensoren und Leistungsanschluss	161
3.13.9.4	Schutzkonzept	161
3.13.9.5	Umgebungsbedingungen	162
3.13.10	Fertige und zugekaufte Komponenten	162
3.13.11	Bremsprofile	163
3.13.11.1	Betätigungseinheit	164
3.13.11.2	Elektro-Hydraulische Regeleinheit (EHCU)	164
3.13.11.3	Bremsprüfung Typ 0	165
3.13.11.3.1	Bedingungen	165
3.13.11.3.2	Einzuhaltende Grenzwerte:	165
3.13.11.4	Bremsprüfung Typ 1	165
3.13.11.4.1	Bedingungen	165
3.13.11.4.2	Einzuhaltende Grenzwerte:	165
3.13.11.5	Bremsprüfung der Hilfsbremsanlage	165
3.13.11.5.1	Bedingungen:	165
3.13.11.5.2	Einzuhaltende Grenzwerte:	166
3.13.12	Motorkennlinie und spezifische Arbeitspunkte	166
3.13.13	Isolationssystem	167
3.13.14	Test der E-Maschine	167
3.13.15	Kombiinstrument	167
3.13.15.1	Funktionale Anforderungen Funktionale Anforderungen	168
3.13.15.1.1	Kombiinstrument	168
3.13.15.1.2	Bordcomputer	168
4	Darstellung wesentlicher Abweichungen zum Arbeitsplan	169
4.1	Zeitplan	169
5	Vergleich der Projektergebnisse zum internationalen Stand der Technik	170
5.1	Radnabenmotor: Stand der Technik	170
5.2	Assistenzsysteme: Stand der Technik	175
5.3	Firmenflotten, Autovermietung und Carsharing: Stand der Technik	175
5.4	Elektrofahrzeuge: Stand der Technik	177
5.5	Batterien: Stand der Technik	177
6	Zukunftsaussichten und weiterer F&E-Bedarf	178

6.1	Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses und der Erfahrungen	178
6.2	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten mit Zeithorizont	179
6.2.1	Vermarktungskonzept mit Zeithorizont	179
6.2.2	Wirkung auf Arbeitsplätze und ökologische Aspekte	179
6.2.3	Kurzfristige wirtschaftliche Erfolgsaussichten	180
6.2.4	Mittelfristige wirtschaftliche Erfolgsaussichten	180
6.2.5	Erfolgsaussichten von Autovermietung, Leasing, Fuhrparkangeboten	181
6.3	Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten	182
6.3.1	800 V Antrieb	182
6.3.2	V2G.....	182
6.4	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	182
7	Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)	183
7.1	Bezug zu förderpolitischen Zielen.....	184
7.2	Vom Windrad zum Elektrofahrzeug: Einbindung Erneuerbarer Erzeuger in die Elektromobilität.....	186
7.3	Technologiekonvergenz zwischen Kommunikations- und Energienetzen	187
7.4	Rekommunalisierung, Dezentralisierung und Erneuerbare: Haupttreiber von Elektromobilität und virtuellen Kraftwerken	188
7.5	Stadtwerke vor neuen Planungsaufgaben angesichts von Energiewende und Elektromobilität.....	189
7.6	Exempel für den Netzausbau: Übertragungsnetze als integrierter Teil des Netzmanagements	190
7.7	Off Peak Charging: Weniger Ladeverluste, mehr Netzstabilität	193

1 EXECUTIVE SUMMARY

1.1 Projektstruktur

Netzmanagement:

- Ladesäulen, Parkplätze, Netzanschlüsse
- Laden ohne und mit Fernsteuerung
- Netzintegration, Lastmanagement

Flottenmanagement:

- Carsharing, z. B. Poolfahrzeuge
- Leasing, z. B. Privatfahrzeuge
- Firmenflotte, z. B. Abteilungsfahrzeuge

Antrieb:

- 800 V-DC-Zwischenkreis und -Batterie
- 800 V-DC-DC-Wandler, Stecker, Kabel
- 800 V-Umrichter mit integrierter Ladefunktion
- Doppelnutzung 800 V-Umrichter in DC-Säule
- 800 V-Radnabenmotor mit Vollrekuperation



Metaprojekt mit Matrixstruktur: verschiedene Sparten und Technologieebenen

Projektziel war die Abbildung der Konvergenz von Energie- und Informationstechnik, Fahrzeug- und Netztechnik, Hard- und Software, Infrastruktur- und Flottenmanagement in einem geschlossenen Mikrokosmos für die 3 unterschiedlichen Stadtkategorien Berlin, Erlangen und München.

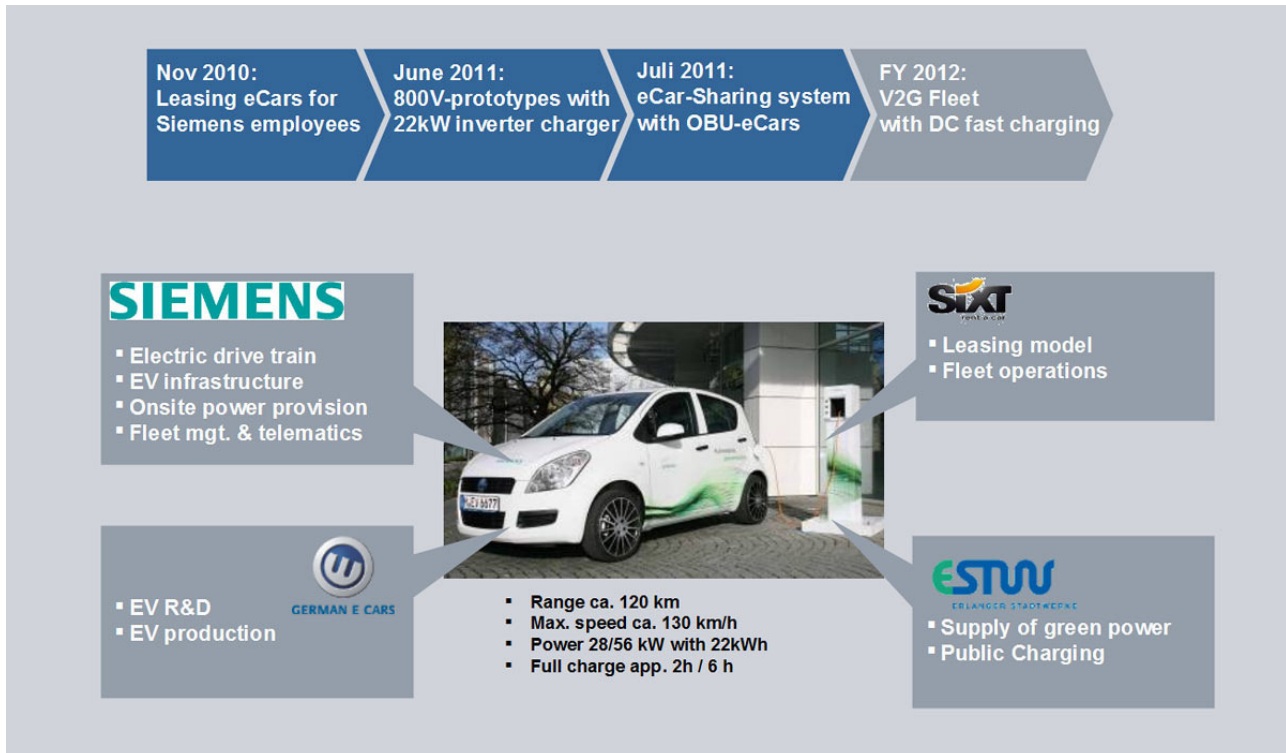
Das Forschungsprojekt bündelte verschiedene Teilprojekte, die wichtige Aspekte der Elektromobilität abbilden:

- Netzmanagement mit Ladetechnik und Netzleitwartenfunktionen unter Einbeziehung von virtuellem Kraftwerk, Off-Shore-Windkraftanbindung und HGÜ-Überlandleitung zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Elektromobilität
- Flottenmanagement mit Leitwarte und Telematikfunktionen für eCarsharing- und Privatleasingfahrzeuge
- Planungs- und Simulationssoftware für den Aufbau von Ladeinfrastruktur und Fahrzeugflotten
- Schlüsselkomponenten des Elektrofahrzeugbaus für eine schnellere Verbreitung der Elektromobilität, z. B. Radnabenmotor, 800 V Inverterladen und Kommunikationsschnittstelle zur Ladetechnik

Als Metaprojekt führte 4S diese Facetten der Elektromobilität in einem Mikrokosmos zusammen. Dazu gehörten 4 Flottenversuche:

- Mitarbeiterfahrzeuge im Privatleasing in München (10 Stromos) und Erlangen (11 Stromos)
- eCarsharing mit einem Fahrzeugpool (12 Stromos) für Mitarbeiter in Berlin
- Feldversuch 800 V Antrieb (2 Stromos, 1 Roadster)

1.2 Forschungsschwerpunkt



Mehrere Projektpartner, aber kein Verbundprojekt: Förderprojekt als Teil eines größeren und länger andauernden Konzernprojektes

Forschungsschwerpunkt Mobilität nach Bedarf: Leasing und Car-Pooling bzw. -Sharing:

- Ermittlung von Kostensenkungspotentialen durch Komplettangebote von eCarpools
- Erfassung der Optimierungsbedarfe Flottenmanagement- und -betreibersoftware
- Begleitung und Betrieb von Flottenerprobungen in Berlin, Erlangen und München

Das Projekt legte die Grundlage für eine Machbarkeitsanalyse zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Schon jetzt ist absehbar, dass das klassische Geschäft der Autovermieter im Zeitalter der Elektrofahrzeuge vor einem Paradigmenwechsel steht. Automobilhersteller, Energieversorger, Kommunen und Öffentliche Verkehrsmittel drängen mit eigenen Angeboten in das Dienstleistungsgeschäft zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse.

Das Projekt entwickelte Lösungen, die in Zukunft Unterstützung bieten z. B für Autovermieter kommunale Betreiber, Parkflächenbewirtschafter, Stadtwerke und Verkehrsleitzentralen:

- Energieeffizienz, z. B. durch Minimierung der Verluste beim Laden und Fahren
- Betriebskostenoptimierung, z. B. durch Flottendisposition, vollautomatische Abrechnung, Vermeidung von Parkplatzsuchverkehr und Erhöhung der Fahrzeugauslastung
- Marktakzeptanz, z. B. durch Emissionslosigkeit, Bedienerfreundlichkeit und Sicherheit
- Erhöhte Planungs- und Versorgungssicherheit, z. B. durch entsprechende Simulationssoftware

Insgesamt wurde für den Beitrag der Stadtwerke Erlangen sowie für sämtliche Infrastrukturinvestitionen und die Fahrzeugleasingraten (35 Fahrzeuge) keine Förderung beantragt. Das Projektvolumen umfasste nur reine F&E-Arbeiten. So kamen z. B. auch keine Reise- und Materialkosten oder Abschreibungen zum Ansatz.

1.3 Hauptergebnisse

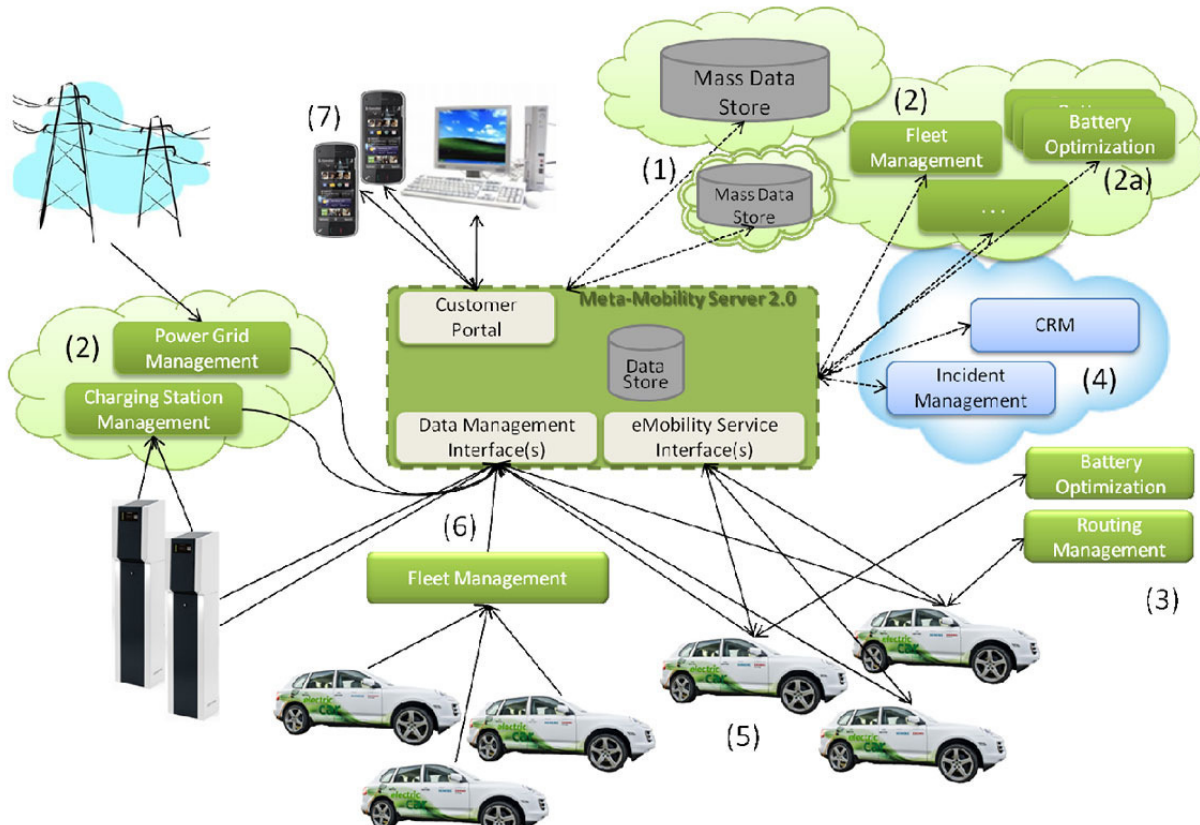
Mit den Ergebnissen von 4S kann die Gangbarkeit von Technologiepfaden besser abgeschätzt werden. Ebenso das Nutzerverhalten. Darauf sind Produkt- und Unternehmensplanung dringend angewiesen. Aufgrund konkreter Projekterfahrungen verbessert sich die Entscheidungsqualität erheblich. Konzeptionell und theoretisch kaum greifbare Zusammenhänge wurden durch das Projektdesign von 4S nachvollziehbar und praktisch überprüft.

Elektromobilität bedeutet nicht nur einen disruptiven Technologiesprung, sondern auch einen komplexen Strukturwandel. Technologiebausteine sind erst dann machbar, wenn es auch ein Geschäftsmodell dafür gibt. Dies wiederum erfordert ein entsprechendes Nutzerverhalten und somit Marktakzeptanz. Erst dann handelt es sich um eine Innovation.

Diese Wechselwirkungen vorherzusehen, ist zwar mit Simulationen und Szenarienmodellen nicht unmöglich, für belastbare Annahmen bedarf es aber der Feldversuche. Davon wurden einige innerhalb des geförderten Projektvolumens gestartet, andere außerhalb, aber immer noch in der Struktur des Metaprojektes. All diese Erprobungen dauern als typische Langzeitversuche noch weit über das Projektende hinaus an. Insofern ist weiterhin mit Ergebnissen und Erkenntnissen zu rechnen. Bis zum Projektende hat sich schon eine Reihe von ersten Teilergebnissen abgezeichnet:

- Elektrofahrzeuge genügen schon heute weitgehend den Mobilitätsansprüchen. Die Reichweite wird weniger einschränkend empfunden als die Fahrzeugklimatisierung. Das während der Projektdauer nachgerüstete Schnellladen wurde nicht als Komfortgewinn gewertet. Die Nutzungsintensität der Fahrzeuge nahm dadurch auch nicht zu. Sehr wohl aber die Kosten. Der Zusammenhang verdeutlicht: Die Ladetechnik bestimmt ganz wesentlich die Massenmarktauglichkeit der Elektromobilität.
- Das wichtigste Asset einer Fahrzeugflotte sind die Batterien. Ein entsprechendes Battery Asset Management macht dies deutlich. Die Erhaltung der Batterielebensdauer ist entscheidend für die Rentabilität des Geschäftsmodells und die Akzeptanz der Elektromobilität. Die Batterietechnik entscheidet somit letztendlich auch über die Ladetechnik.
- Elektromobilität wird nicht vom Mobilitätsbedürfnis getrieben, sondern von den Notwendigkeiten der Energiewende und des Klimaschutzes. Elektrofahrzeuge sind noch zu teuer, wenn man sie allein für Mobilitätszwecke einsetzt. Erst durch Systemdienstleistungen im Netz werden sie für den Flottenbetreiber profitabel und für den Fahrer bezahlbar. Das Netzmanagement definiert also entscheidend das Flottenmanagement.
- Obwohl die Hardware bei einem Feldversuch im Vordergrund steht, ist auch die Software dahinter ausschlaggebend. Einzelne Hardwareeinheiten wie Elektrofahrzeuge oder Ladesäule treten schon aufgrund der Benutzerschnittstellen schnell in den Hintergrund. Im Vordergrund steht das Human Machine Interface. Es erzeugt die Kunden- und Markenbindung. Dagegen erscheint die Hardware schnell eher austauschbar. Für Produktplanung, Funktionalitätsbeschreibung, Markterschließung gilt entsprechend: Die Software bestimmt die Hardware.

2 ZIELSTELLUNG DES PROJEKTES



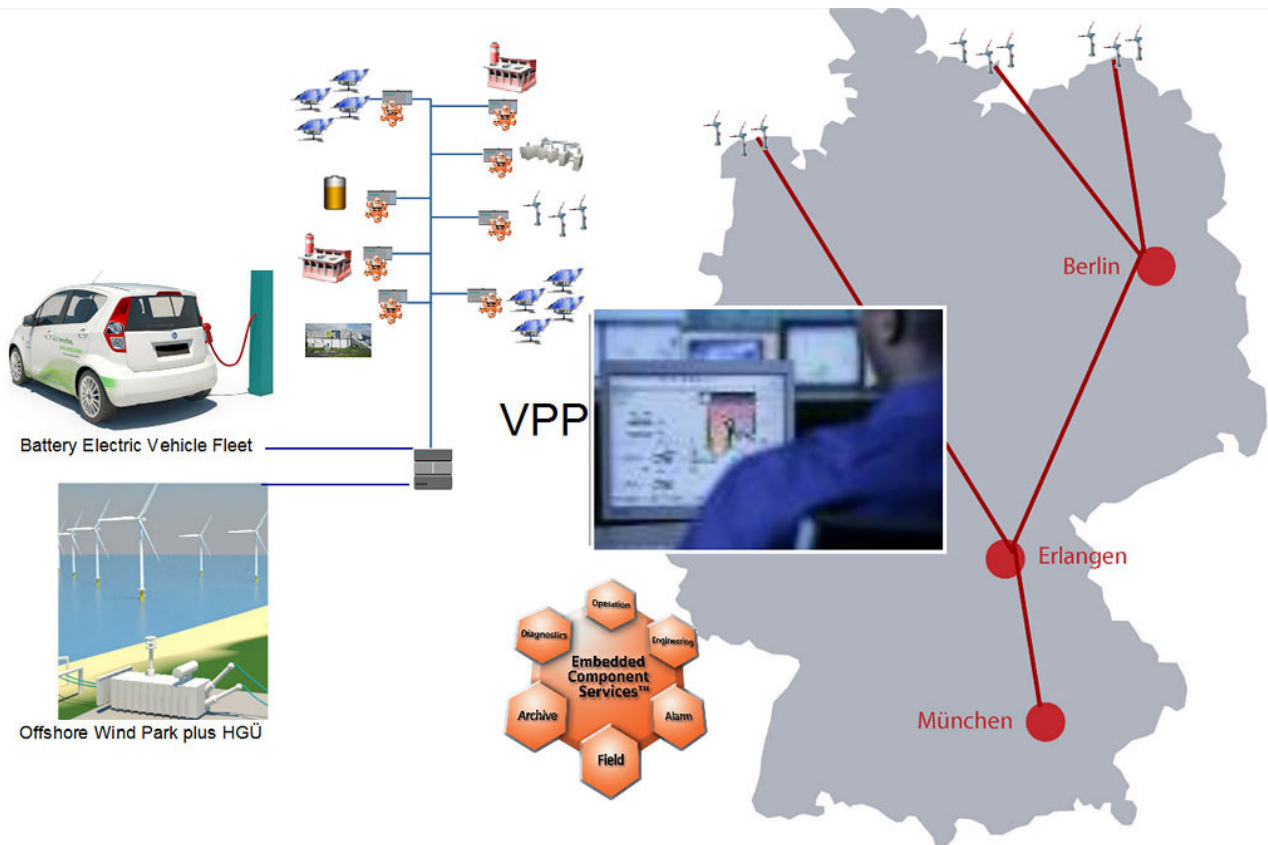
Hoher Systemintegrationsgrad von Hard- und Software, Fahrzeug- und Infrastrukturseite

Das beschriebene Projekt verfolgte den Ansatz eines holistischen, integrierten „Gesamtsystems Elektromobilität“ aus Infrastruktur und Fahrzeugen. Entsprechend wurde dieses Universalprojekt aus Perspektive des Netz- und Flottenmanagers von der Leitwarte aus betrachtet. Dazu wurden Testflotten an 3 Standorten aufgebaut und betrieben.

Betrachtet wurden u. a. das Nutzungsverhalten, die Netzzückkopplung, das Lastmanagement, die Planung und das Management der Infrastruktur (z. B. Wartung), unterschiedliche Ladelösungen und -leistungen, verschiedene Telematikfunktionen (z. B. Reservieren von Säulen), besondere Anforderungen an das Management verschiedener Elektrofahrzeugflotten (z. B. Sharing- und Leasingflotten).

Ein weiterer Fokus lag auf neuen Vorschlägen für Übertragungsnetze, virtuellen Kraftwerke, der Einbindung erneuerbarer Energie und dem Elektroantrieb, sei es die doppelt so hohe Zwischenkreisspannung von 800 V (statt bisher allgemein 400 V zwischen Batterie, Motor und Motorumrichter), die Integration der Ladefunktion in den Motorumrichter (statt eines zusätzlichen Ladegerätes) oder der Radnabenmotor mit elektrischer Bremse. Alles Ansätze, die Gewicht, Bauraum, Energieverluste und Kosten reduzieren.

2.1 Technologiekonvergenz von Erneuerbaren und Elektromobilität



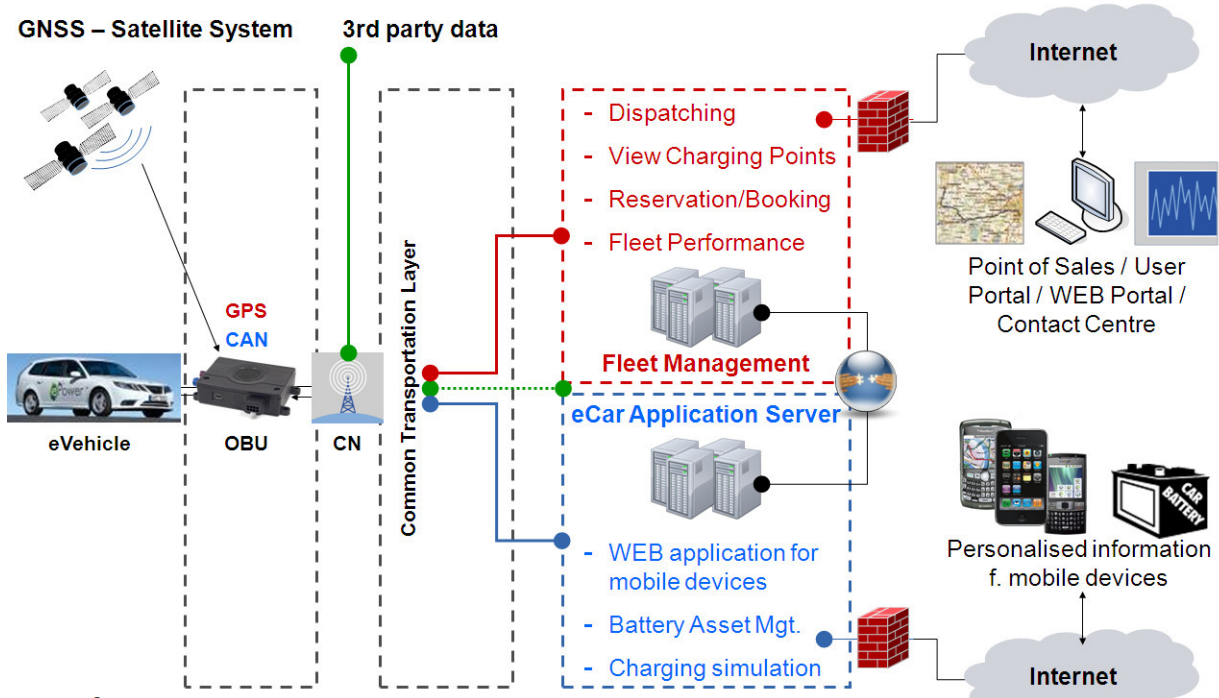
Smart Grid, erneuerbare Energieversorgung, virtuelles Kraftwerk als Bedingung für Elektromobilität: Und umgekehrt.

4S war von Anfang an als Technologiekonvergenzprojekt angelegt: Die verschiedensten Technologiepfade aus den unterschiedlichsten Bereichen wurden hier zusammengeführt, z. B. Energie- und Datenübertragung, Soft- und Hardwareentwicklung, Planung und Betrieb, Netz- und Flottenmanagement. Naturgemäß war dies nicht einfach. Zu Projektbeginn waren die einzelnen Disziplinen noch in getrennten Unternehmenssparten angesiedelt. Die Notwendigkeit einer intensiven Zusammenarbeit wurde oft erstmalig anhand des Projekts offensichtlich und umgesetzt.

Dabei war es hilfreich, dass die Projektstruktur die Marktstruktur recht genau abbildete. Somit war der zwingende Handlungsbedarf nicht allein aus dem Projekt heraus, sondern vor allem auch aufgrund der Markterfordernisse erklärbar. Die Grundlage für deren Einschätzung legte eine intensive Markt-, Technologie- und Wettbewerbsbeobachtung, die sich über die gesamte Projektdauer hinzog. So konnte jeder auf Basis der aktuellen Informationslage seine Schlussfolgerungen selbst ziehen.

Dieser Prozess wurde von der Gründung des neuen Unternehmensbereiches (bei Siemens Sektor genannt) "Infrastructure and Cities" in der entscheidenden Phase erheblich unterstützt. Das neue Vorstandsressort hat gegen Ende der Projektdauer sämtliche wichtigen Technologiebausteine von 4S in einer neuen operativen Einheit abgebildet und damit der beschriebenen Notwendigkeit einer Zusammenarbeit und Integration der unterschiedlichen Disziplinen entsprochen.

2.2 Elektromobilität und Erneuerbare als Systembruch



Neue Kommunikations- und Vertriebskanäle: das Fahrzeug als Suchmaschine

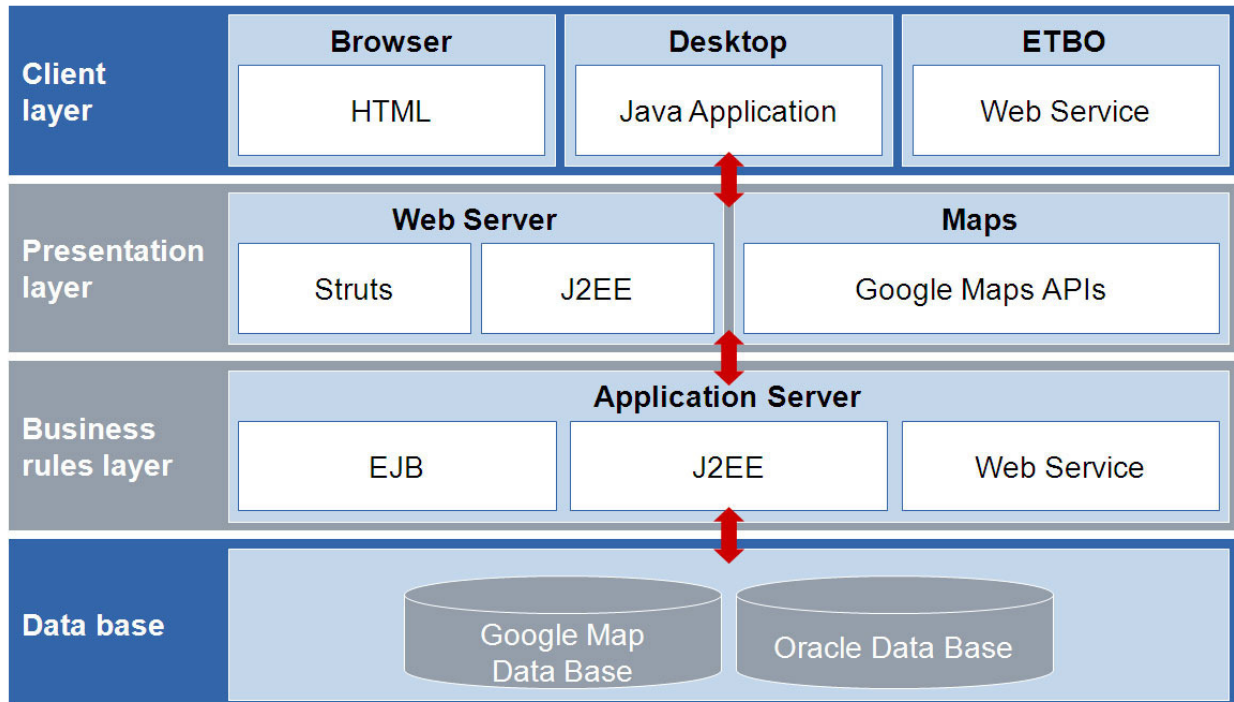
Siemens versteht Elektromobilität als Systembruch für verschiedene Märkte und Technologien. Nicht nur verbrennungsmotorische Antriebe werden durch elektrische substituiert. Auch das bisherige Modell der Mobilität wird sich verändern. Elektromobilität wird in Zukunft von

- alternativen Fahrzeugtechnologien,
- einer erweiterten Infrastruktur
- und grundlegend neuen Dienstleistungen systemkritisch bestimmt.

Effiziente Elektromobilität heißt das Ziel. Sie beruht auf dem optimierten Zusammenwirken von Technologien aus den Bereichen

- Stromerzeugung und –verteilung (inkl. Virtual Power Plants, VPP, und HGÜ-Leitungen),
- Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT),
- Speicher- und Ladetechnik
- Antriebstechnologie und Fahrzeugbau.

2.3 Softwarearchitektur als Spiegel der Marktstruktur



Skalierbar für Milliarden von Datensätzen: Schichtenmodell der Daten in der Cloud

Im Projekt wurde eine komplette Softwaresuite für Infrastrukturbetreiber entwickelt, z. B. für den Betrieb von Ladepunkten im öffentlichen, halböffentlichen oder privaten Raum.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Da viele Rahmenbedingungen wie z. B. Geschäftsmodelle oder gesetzliche Vorgaben während des Projektverlaufes noch im Fluss waren, war die Softwareentwicklung vor erhebliche Herausforderungen gestellt.
- Lösungsansatz: Um möglichst flexibel auf Marktentwicklungen reagieren zu können, wurde in der Software klar getrennt zwischen universellen Grundfunktionen von marktspezifischen Anpassungen.
- Stand: Zum Projektende stehen Grundfunktionen mit hohem Reifegrad bereit.

Eines der Hauptziele war die Entwicklung einer Softwareplattform für Elektromobilitätsanwendungen:

1. Lastmanagement (z. B. gesteuertes Laden), Lastglättung, Lastabwurf
2. Überwachung und Steuerung der Ladepunktinfrastruktur (SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition)
3. Software für Elektromobilitätsbetreiber (Baukasten mit modularen Erweiterungen je nach Anwendung und Bestand, z. B. Billing/Clearing, User-/Vertragsmanagement, Schnittstellen zu ERP- Systemen, Flottenmanagement)
4. konsistenter Abgleich mit abrechnungsrelevanten Daten z. B. zu Energiemanagementsystemen, Meter-Data-Managementsystemen
5. Bewertung, Berücksichtigung verschiedener Regulierungsszenarien und gesetzgeberischer Rahmenbedingungen, Normen
6. Einbeziehung Grafischer Informationssysteme (GIS)

2.4 Vier Flottenversuche – und ein Roadster

November 2010: Übergabe 21 Serien-Stromos

- 11 St. Erlangen, 10 St. München
- Tarif- und Gehaltsmodelle für Mitarbeiter
- Laden zuhause und am Arbeitsplatz

April 2011: 1. Stromos mit 800 V Antrieb 22 kW

- Nachrüstung Stromos mit Combox
- Lastmanagement, gesteuertes Laden

Juli 2011: 2. Stromos mit 800 V-Antrieb 22 kW

- eCarsharing in Berlin mit 13 Stromos
- Flottenmanagement in Berlin mit OBU
- Navigation und Reservierung in Berlin
- Routenplanung in Berlin
- 800 V-Konzept Stromos-Vergleichsplattform
- Roadster mit 800 V-Heck-Radnabenmotoren



Flottenversuche und Feldtests von Ladetechnik: realitäts- und zeitnah gestartet, langfristig angelegt

Im Projekt wurden in dichter zeitlicher Staffelung 4 Flottenversuche gestartet, um unterschiedliche Aspekte der Elektromobilität in möglichst überschaubarem Rahmen zu beleuchten.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Die Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen oder eines Umrüsters auf Elektroantrieb war zu Projektbeginn ein großer Engpass.
- Lösungsansatz: Nachdem bei den etablierten OEM keine Kapazitäten für ein forschungsintensives Projekt dieser Art gefunden werden konnten, wurde ein Fahrzeugumrüster anhand einer Kriterienmatrix identifiziert, damit Elektrofahrzeuge mit neuen Technologieinhalten zeitnah in Verkehr gebracht werden konnten.
- Stand: Zum Projektende sind alle Flotten nach pünktlichem Start in mehrmonatigem, kontinuierlichem Testbetrieb unter Alltagsbedingungen.

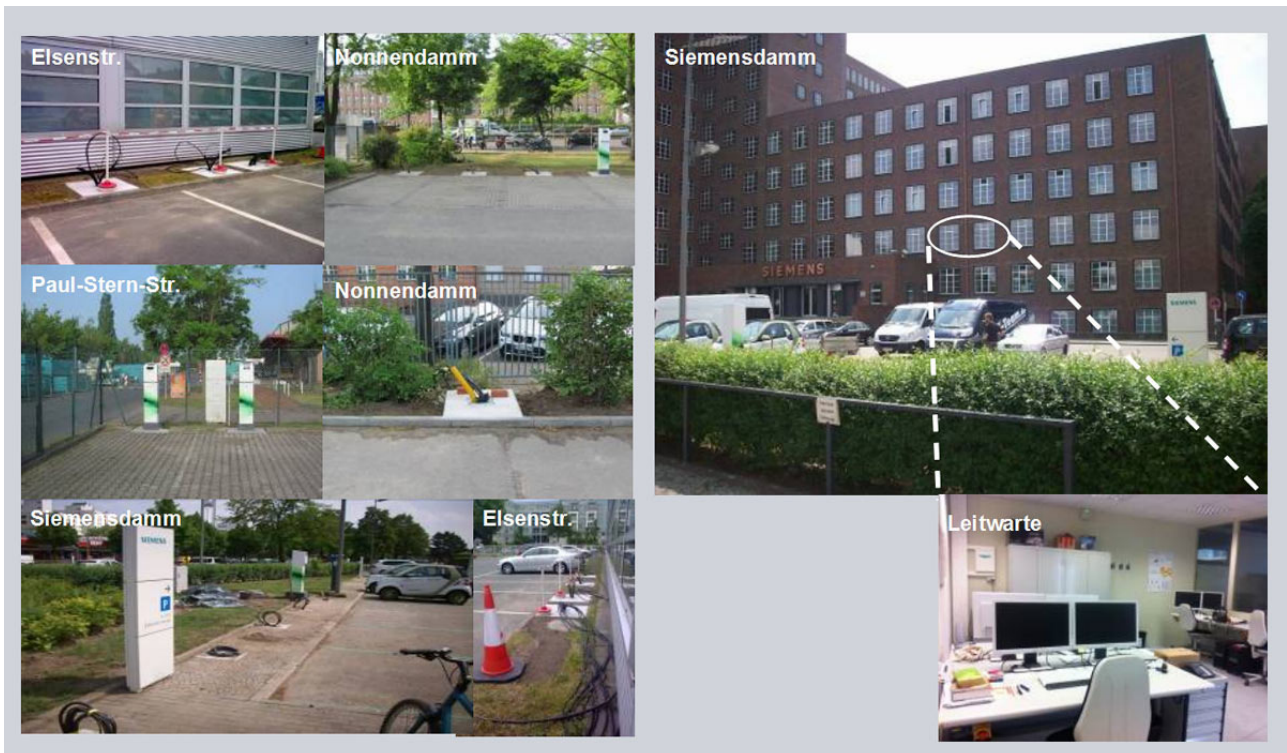
Das Projekt 4S hat auf verschiedene Modelle der Flottennutzung in unterschiedlichen Umgebungen gezielt. Es gab jeweils eine Mitarbeiterflotte in München und Erlangen, sowie eine eCarsharingflotte in Berlin.

In München lag der Schwerpunkt auf der Erfassung des Nutzerverhaltens von auch privat genutzten Dienstwagen. Erlangen fokussierte auf das Servicemanagement von Mitarbeiterfahrzeugen mit gemischter beruflicher und privater Nutzung. Berlin realisierte einen Erprobungsbetrieb unter Alltagsbedingungen für die gemeinsame Nutzung eines Carpools nach den Regeln des Carsharings, unter besonderer Berücksichtigung der Besonderheiten von Elektrofahrzeugen, z. B. hinsichtlich Reichweite und Ladedauer.

Die 4 Flottenversuche finden – auch über das Projektende hinaus - an allen 3 Standorten weiterhin statt. Untersucht werden z. B. Verhaltensmuster, unterschiedliche Funktionen und

Verfügbarkeiten von technischen Lösungen, Monitoring mit nachgerüsteter Kommunikationsbox, Statistiken (z. B. Tagesfahrleistungen, Ladezeiten, Standzeiten, Betriebskosten (Abnutzung, Verschleiß, Lebenserwartung, Stromkosten, Vergleich mit Verbrennern), Leitwartenfunktionen zur Unterstützung des Fahrers und Betreibers (z. B. Ladesäulennavigation, Meldung von Batteriefehlern, kritischen Ladezuständen):

- Zweimal Privatleasing mit Stromos-Serienfahrzeugen in Erlangen (11 Stück) und München (10 Stück): Nutzergruppe besteht aus Siemensmitarbeitern, Flottenbetreiber ist Autovermieter Sixt mit dem Siemens Flottenmanagement zusammen, ein besonderer Fokus des Flottenmanagements gilt den spezifischen Anforderungen von Elektrofahrzeugen, typische Anwendungsfälle sind Stadt- und Pendlereinsatz, erprobt werden verschiedene Ladevarianten, Tarif- und Geschäftsmodelle
- eCar-Sharing in Berlin mit Stromos Serienfahrzeugen erweitert um On Board Unit: ca. 12 Poolfahrzeuge für Siemens Mitarbeiter, gemeinsame Nutzung durch mehrere Fahrer in einem geschlossenen Benutzerkreis (z. B. Abteilung), Fahrzeugzustand bei wechselndem Fahrer, Reservierungssystem (z. B. Disposition, Authentifizierung)
- Testfahrererprobung mit 2 neuen Siemens EFZ der 2. Generation (800 V). Die Besonderheiten des Siemens-Antriebsstranges werden in Siemens Werkstätten gewartet.
- 3 Flottenmanager von Siemens betreuen an den 3 Standorten die funktionelle Integration der Infrastruktur (z. B. Genehmigung Ladesäulen) und der Flotte (z. B. Betreuung der Fahrer). Der Autovermieter managed weiterhin die Wartungsvorgänge (z. B. Verschleißmaterialien wie Scheibenwischer, Räderwechsel).



Parkflächen mit mehreren Ladepunkten bieten grundsätzlich die Möglichkeit zur Kostensenkung. Dieses Potential wurde anhand verschiedener Konfigurationen in den Flottenversuchen erforscht und im Praxisbetrieb erprobt.

2.5 Firmenflotten als 1. Einstiegssegment in die Elektromobilität

Concept: Leasing fleet of employee cars

USP: First company fleet in Germany

Goal: Operating experience, basis for following phases

Concept:

- 17 private cars and 3 department cars
- 30 months leasing
- Locations: Erlangen and Munich

Cars:

- Standard Stromos
- Siemens branding
- Charger 3,6/11 kW



Charging infrastructure:

- Wallboxes (11kW) /Schuko (3,6kW) at home
- Charging points at workplace (11kW)
- Joint use of MRM charging points

Markteintritt über Mitarbeiter- und Firmenfahrzeuge: die leise Revolution

Im Projekt wurde der Flottenmarkt als ein frühes Markteintrittssegment der Elektromobilität in unterschiedlichen Ausprägungen abgebildet, wobei ein erster Schwerpunkt auf dem klassischen Privatleasing von hauseigenen Mitarbeitern lag.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Zu Projektbeginn waren viele Rahmenbedingungen zu klären, z. B. der Geldwerte Vorteil, der einem Mitarbeiter entsteht, wenn er am Arbeitgeberarbeitsplatz kostenlos nachladen kann oder der schwer abschätzbare Restwert von Umrüstfahrzeugen wie dem Stromos.
- Lösungsansatz: Expertise rund um das Flottenmanagement wurde über den Anbieter Sixt und das hauseigene Fuhrparkmanagement ins Projekt geholt, auch wenn dafür keine F&E-Förderung in Frage kam.
- Stand: Bei den Projektpartnern Sixt und German E-Cars wurden genau wie hausintern große Lernkurven rund um die Geschäftsmodelle und das Nutzerverhalten durchschritten, womit ein sehr gutes Fundament gelegt ist. Der Anfang ist gemacht.

Eine Zielstellung war die erste Elektrofirmenfahrzeugflotte in Deutschland, die das Leasing eines Elektro-Privatfahrzeugs mit allen elektrofahrzeugtypischen Ausprägungen anbietet:

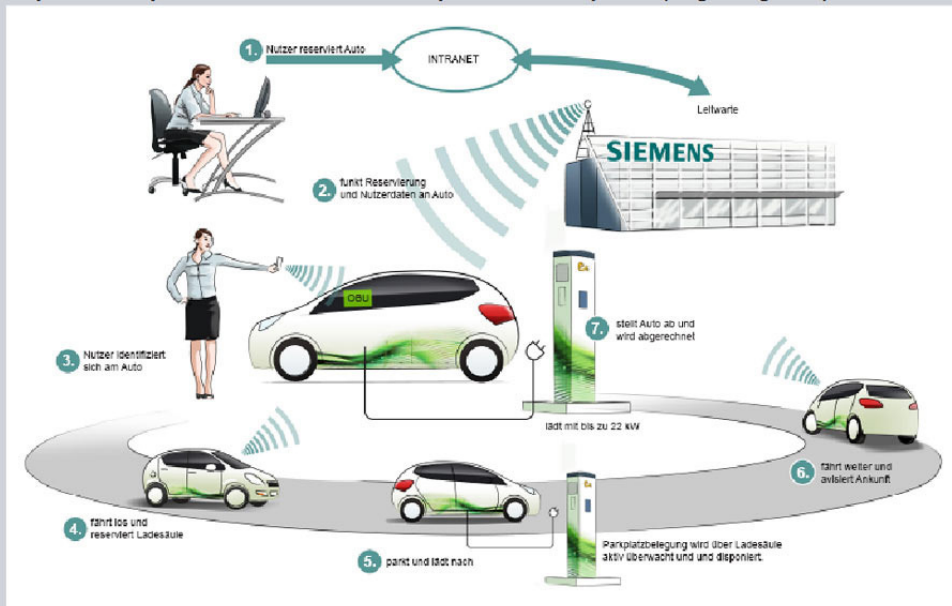
- Mitarbeiter startet von zuhause oder vom Büro aus
- EFZ ist meist am Ladepunkt geparkt
- Mitarbeiter pendelt zwischen Heim und Büro
- Mitarbeiter verbindet EFZ mit Ladepunkt, EFZ lädt auf
- Ladepunkt zuhause ist mit Wallbox ausgestattet
- Nutzung öffentlicher Ladepunkte über Authentifizierung (z. B. RFID)

2.6 Ecarsharing als 2. Einstiegssegment in die Elektromobilität

Concept: 13 movE's in Berlin as shuttle cars between Siemens sites for Siemens employees

USP: Integrated fleet management with online operation center, parking reservation

Goal: Operation experience as basis for future product development (target segment)



Mobility on demand, pay as you drive: das Ende von Parkplatznot und Stellplatzmiete

Im Projekt wurde ein Carpool von Stromos-Elektrofahrzeugen für Siemens-Mitarbeiter in Berlin aufgebaut, der im Carsharing alltäglich genutzt und gleichzeitig technisch erprobt wird.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Elektrofahrzeuge fahren zwar emissionslos, tragen aber ansonsten nicht zur Verkehrsberuhigung bei. Vor diesem Hintergrund dürfen Elektrofahrzeuge und die entsprechende industriepolitische Förderung die Priorität des öffentlichen Personennahverkehrs nicht in Frage stellen.
- Lösungsansatz: In einem ersten Schritt erlaubt die gemeinschaftliche Nutzung von Fahrzeugen eine bessere Ressourceneffizienz, z. B. hinsichtlich Fahrzeug, Verkehrs- und Parkfläche.
- Stand: Zum Projektende befindet sich eine Flotte von 12 Fahrzeugen im praxisnahen Alltagsbetrieb, während gleichzeitig Erfahrungen zu Technik und Nutzerverhalten gesammelt und ausgewertet werden.

Eine weitere Zielstellung war die Mitnutzung eines Carpools mit Elektrofahrzeugen bzw. das Ecarsharing mit allen wichtigen Ausprägungsformen:

- Mitarbeiter reserviert EFZ über firmeneigenes Intranet
- Flottenmanagement identifiziert geeignetes Fahrzeug
- EFZ steht an den Ladepunkten der Firma
- Mitarbeiter weist sich gegenüber Fahrzeug aus (z. B. per RFID)
- EFZ öffnet Tür und gibt Startvorgang frei
- EFZ verkehrt auf Kurzstrecken (z. B. zwischen regionalen Firmenstandorten)
- Mitarbeiter fährt zu Basisstation zurück, verbindet EFZ mit Ladepunkt und quittiert
- EFZ lädt auf und ist für nächste Nutzung einsatzbereit
- Fahrzeuge sind eher zu normalen Arbeitszeiten unterwegs: bessere Echtzeitüberwachung während des Leitwartenbetriebes, Sprachkontakt mit Fahrern realisierbar

2.7 Telematik: Effiziente Navigation als Querschnittstechnologie

Im Projekt wurden umfassende Telematikfunktionen auf Basis von bestehenden Vorprodukten wie z. B. einer Carsharingsoftware, einer Onboard Unit aus dem Mautwesen und einem handelsüblichen Navigationsgerät mit Bildschirmeingabe entwickelt.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Telematikfunktionen erfordern den Zugriff auf den CAN-Bus, welcher von den Fahrzeugherstellern aber nicht gerne freigegeben wird.
- Lösungsansatz: Aufgrund des CAN-Bus-Zugriffs des Fahrzeugintegrators bestand die Option, umfassende Telematikfunktionen in das Umrüstfahrzeug Stromos zu integrieren.
- Stand: Zum Projektende wird ein großer Funktionsumfang im Alltagsbetrieb einer eCarsharingflotte in Berlin erprobt.

Hauptziel: Erprobung von Technologiebausteinen aus der Telematik zur Evaluierung für die weitere Produkt- und Unternehmensplanung auf diesem Gebiet.

Zielvorgabe:

- Auf dem Navigationssystem wird der maximale Entfernungsradius angezeigt, der mit dem aktuellen Batterieladestand noch zurücklegbar ist.
- Das System berechnet zudem, ob ein vorher angegebener Zielort in Reichweite liegt.
- Falls die Batterie früher zur Neige geht, warnt das System entsprechend und macht Vorschläge zur Reservierung nahegelegener Ladepunkte.
- Detaillierte Informationen zu diesen speziellen Stromtankstellen werden ebenfalls dargestellt (z. B. Tarife, Verfügbarkeit)

Forschungsschwerpunkte zu Kommunikationstechnik und – kanälen rund um die Einbindung verbundener Verkehrssysteme:

- Auffinden von freien Ladestationen, Reservierung von Ladekapazität und Parkfläche
- Anzeige von verschiedenen Park- und Ladeoptionen unter Gesichtspunkten wie z. B. Distanz zum Zielort, Distanz zum Standort, Parkkosten, Ladekosten, Ladestromherkunft, maximale Parkdauer usw. jeweils in Abgleich mit den Benutzervoreinstellungen
- Klärung von Zusatznutzen einer Fahrzeugerkennung (Ladepunkt-belegt-Erkennung) durch Detektor in Ladesäule in Abgrenzung zu Plug-Present-Pin im Stecker
- Positions- und Bewegungsdatendarstellung, Trackinganzeige zu Fahrzeugposition
- Call Center zur Betreuung und Begleitung der Fahrzeugnutzer
- CRM Funktionalitäten, automatische Highlightfunktion mit CRM-Fenstereinblendung
- Identifizierung des Fahrers, Monitoring und Abrechnung Ladevorgänge
- Nutzung und Integration bestehender Lösungen
- Unterstützung neuer Geschäftsmodelle

2.8 Planung und Analyse von Elektromobilitätsszenarien durch Simulation

The screenshot shows a simulation software interface for fleet management. The interface is divided into several sections:

- Stakeholders:** A tree view on the left lists various suppliers and services, including Car Suppliers (Renault, Kangoo, Mercedes-Benz, BMW), Charging Unit Suppliers (Siemens), Utility Companies (E.ON), Fuel Supplier (Shell), and ECar Service Providers (Siemens).
- Project: FleetProject.xml**
- Scenario Requirements:** A form with input fields for:
 - Number of vehicles: 20
 - Number of seats: 2
 - Transport capacity (liter): 40
 - Daily operation time (hours): 8
 - Break time (hours): 0,5
 - Daily trip distance (km): 200
 - Number of daily trips: 6
 - Annual working days: 220
 - Scenario life cycle (years): 10
- Value Added Services:** Checkboxes for 'Advanced car coordination (ACC)' and 'Extended charging utilization (ECU)'. Buttons for 'Defaults' and 'Simulate' are present.
- Solution Data / Solution Graphs:** A section with tabs and a dropdown menu to sort solutions by 'CO2-emission'. It shows three selected solutions: EV-Mini-e-FC-Green, EV-Mini-e-SC-Green, and EV-Vito-e-BC-Green.
- Charts:**
 - Daily CO2-emission of selected solutions:** A bar chart showing CO2 emissions in grams for the three solutions.
 - TCO and CO2-emission of selected solutions:** A combined bar chart showing Total Cost of Ownership (TCO) and CO2 emissions for the three solutions.
 - Financial parameters of selected solutions (ownership):** A bar chart showing financial parameters (TCO, CAPEX, OPEX, Invest) for the three solutions under ownership.
 - Financial parameters of selected solutions (leasing):** A bar chart showing financial parameters (TCO, CAPEX, OPEX, Invest) for the three solutions under leasing.
- Stakeholder Form:** A form on the left provides details for Siemens AG, including company name, department, web address, contact person (Dr. Heinrich Schmidt), phone numbers, email address, and postal address (Burgenstraße 23, Bad Burgdorf, 12532).

Planung und Analyse von Flottenszenarien inklusive Ladeinfrastruktur aus der Perspektive von Flottenbetreibern

Im Projekt wurde eine Simulation Suite für Elektromobilität entwickelt, die in der noch sehr embryonalen Phase, in der sich die Elektromobilität befindet, potentiellen Nutzern zur Orientierung ein Werkzeug zur Planung und Analyse von Elektromobilitätsszenarien bietet, das sich mit einer Vielzahl von technologischen und betriebswirtschaftlichen Handlungsbedarfen und Weichenstellungen auseinandersetzt.

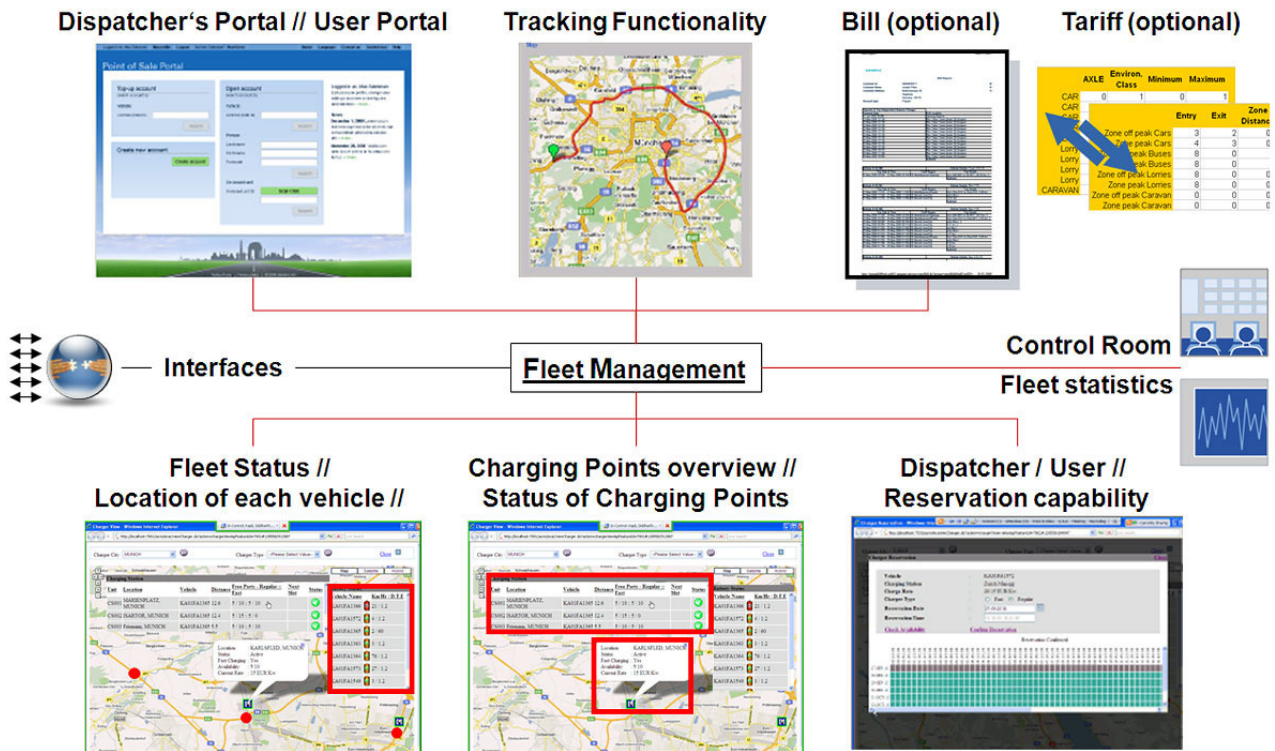
Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Mangels konkreter Erfahrungswerte mit Elektromobilität konnten im Projektverlauf noch keine statistischen Gesetzmäßigkeiten aus diesem noch sehr jungen Markt herangezogen werden, was zu einer großen Unsicherheit auf Seiten der Nutzer sowie Anbieter von Elektromobilität führt.
- Lösungsansatz: Denkbare, aber vor allem plausible sowie belegbare technische und kaufmännische Wirkzusammenhänge wurden in Form von Szenarienmodellen abgebildet, welche dem Nutzer über die Möglichkeit einer interaktiven Eingaben von zahlreichen Parametern ermöglicht Auswirkungen/ Konsequenzen zu erfahren.
- Stand: Zum Projektende steht ein großer Funktionsumfang im Demonstratorstadium bereit.

Es ging um strategische Zielkorridore wie:

- Schaffung von Investitions- und Zukunftssicherheit für die R&D Roadmaps und Anschaffungsvorhaben der Zielkunden

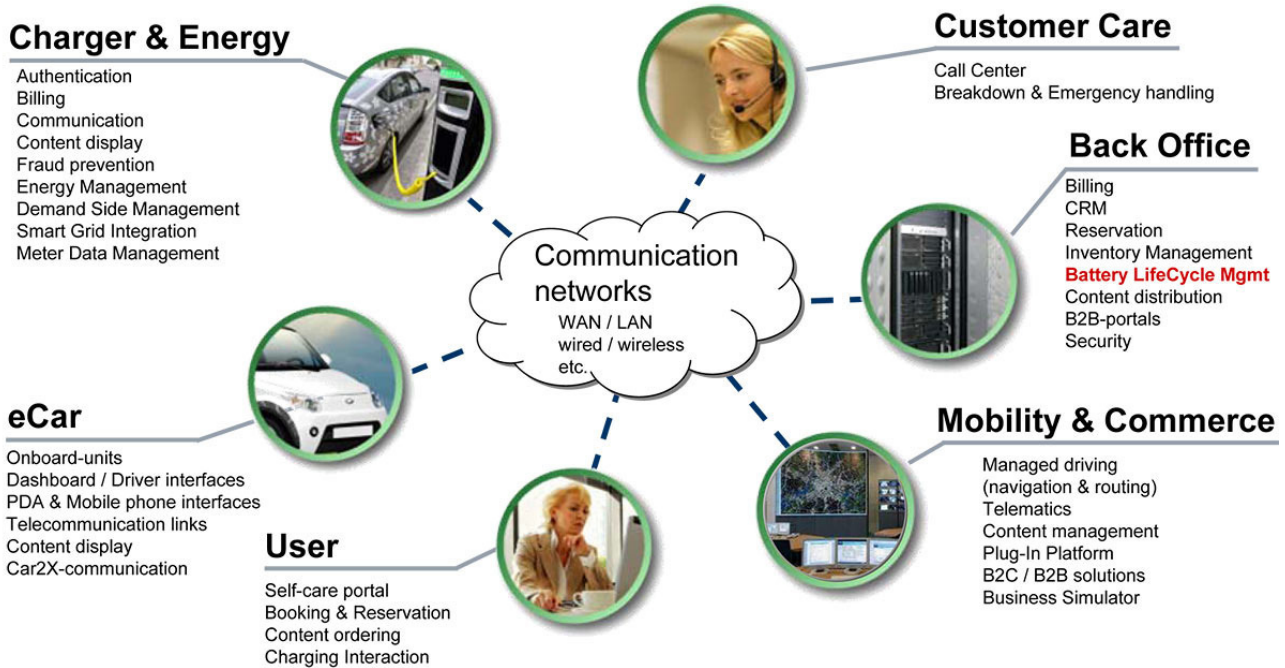
- Identifizierung von Marktpotentialen, Technologiepfaden und Wirkzusammenhängen (z. B. mit Smart Grid, Erneuerbaren Energien, demographischem Wandel)
- Identifizierung von Hebelgrößen (z.B. Batteriepreis, Förderungen, Lebensdauer Batterien, ...), die dazu führen können, dass Elektromobilität stärker in den Markt diffundiert.
- Besetzung einer Führungsposition bei Markterschließung der Elektromobilität durch Angebote bereits in der Planungsphase (Consultative Selling)
- Beantwortung der Fragen von Flottenbetreibern (z.B. eCar Sharer, Stadtwerke) , z.B. welche Investitionskosten für den Aufbau einer Elektromobilitätsflotte insgesamt eingeplant werden müssen bzw. welche Kosten über einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahre mit der Elektromobilitätsflotte zu erwarten sind.



Planungssoftware mit Look and Feel einer Leitwarte

Ziel war die funktionelle Integration von Komponenten und Betrieb von einer Leitwarte für Elektromobilitätsanwendungen:

1. zentrale Leitwarte zum ortsunabhängigen Betrieb der Ladepunktinfrastruktur
2. funktionelle Integration von Komponenten eines Demonstrators (z. B. Arbeitsplatz für mehrere Personen mit IT-Infrastruktur)
3. Betrieb verschiedener Flotten von Elektrofahrzeugen an verschiedenen Standorten (z. B. Mandantenfähigkeit)
4. Implementierung von Konzepten für ein Clearinghouse (z. B. mehrere dedizierte, nicht universelle Operation Center unter einem Clearinghouse, bietet übergeordnete Services für einzelne Zentralen, auch für Roaming)



SIS SOL BPS PLM

© Siemens IT Solutions and Services GmbH 2011. All rights reserved.

Planungsqualität als Grundlage für reibungslosen Betrieb

Ziel war die Simulation einer zentralen Universal-Leitwarte für

- Planung
- und Betrieb von
 - o Netz-,
 - o Flächen-,
 - o Flotten-
 - o und Verkehrsmanagement

mit verschiedenen Funktionsmodulen (z. B. Fleet Management Center, Grid Management Center, Power Management Center), Oberfläche für Stadtwerke, Flotten- und Infrastrukturbetreiber rund um die Elektromobilität.

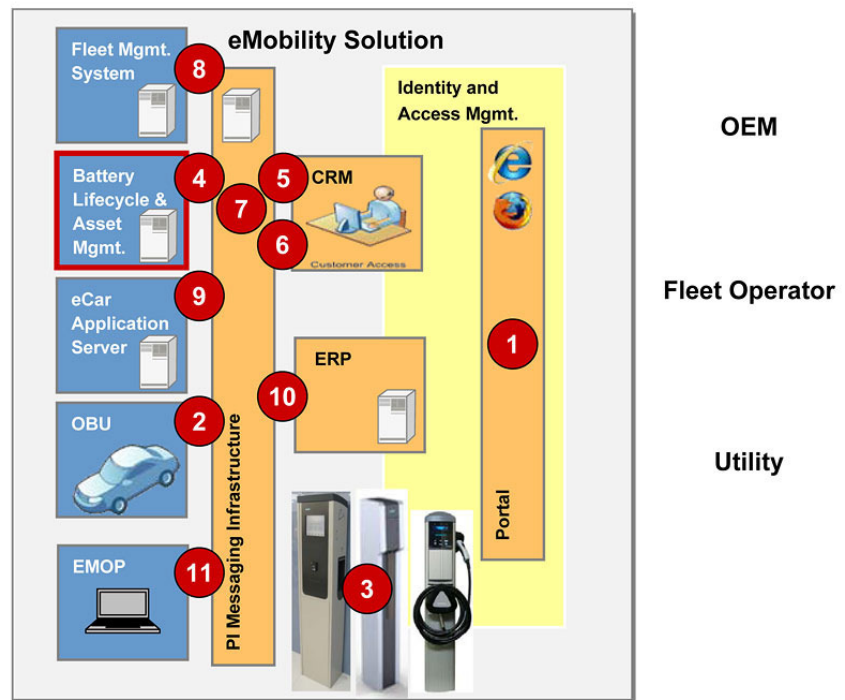
Die Erprobung ist Grundlage für die Szenarien der Betriebs- und Simulationssoftware. Aus diesem Grunde begann sie auch so früh wie möglich virtuell oder mit festen Verbrauchern und wurde erst in einer späteren Projektphase durch Echtzeitbetrieb mit tatsächlichen Fahrzeugen ergänzt.

Dabei hat sich schnell herausgestellt, dass der Alltagsbetrieb in seiner Zufälligkeit und breiten Streuung innerhalb des Projektes gar nicht die Darstellung der wirklich interessanten Extremfälle erlaubt. Das leistete um so mehr die Simulation.

Wichtig war auch die Reproduktion kritischer Phasen. Diese wird zur iterativen Optimierung von Betriebs- und Simulationssoftware unabdingbar sein. Daher wurden forcierte Testszzenarien mit virtuellen Verbrauchern eingesetzt.

2.9 Batteriemangement zur Verwaltung wertvoller Ressourcen

1. User Access
2. New Car incl. Battery
3. Charge eCar
4. **Manage Battery Lifecycle & Assets**
5. Incident eCar – Service Scenario
6. Reporting & Analytics
7. Preventive Maintenance for extending Battery Life
8. Manage Fleet
9. Provide other Services
10. Billing and Payment
11. Operate Infrastructure



Batterielebensdauer als Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit von Elektrofahrzeugen

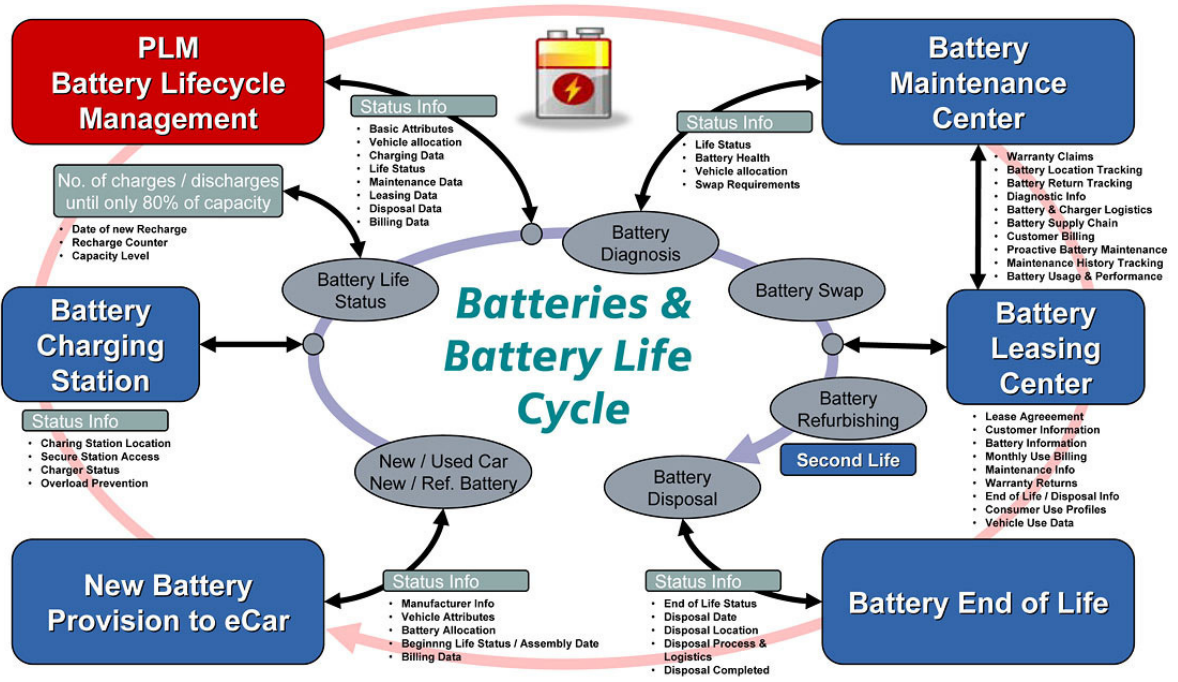
Im Projekt wurde ein Softwarewerkzeug zur Steuerung und Verwaltung der Batterieeigenschaften, wie z. B. State of Health, entwickelt.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Die Vielfalt unterschiedlichster Zellchemien hat sich im Projektverlauf noch nicht konsolidiert, ebenso wenig wie die der Normungsvorschläge z. B. zur einheitlichen Erfassung des State of Health.
- Lösungsansatz: Mehrere Normungsoptionen wurden beachtet, während das Softwaretool zu einer Beherrschung der Vielfalt ertüchtigt wurde.
- Stand: Zum Projektende steht eine lauffähige Softwareumgebung im Demonstratorstadium zur Verfügung.

Ziel: Mit einem einheitlichen, plattformunabhängigen Systemansatz ganz pragmatisch und praktisch verschiedene, aktuelle Aufgaben rund um das Laden und Betreiben der wertvollsten Komponente von Elektrofahrzeugen – nämlich der Batterie - lösen:

- Mandantenfähigkeit von ERP-Systemen (z. B. SAP) mit typischen Funktionen (z. B. Clearinghouse zur Zusammenführung von Micropayments für Laden und Parken) auf einer allgemein zugänglichen Schnittstelle (z. B. Internettechnologie)
- plattformunabhängige Archivierung (z. B. Datawarehouse, Auswertung, Reporting)
- herstellerübergreifende Kommunikation (z. B. zu End-User und von End-User bidirektional zurück, z. B. über Smartphone)
- herstellerübergreifende Kommunikation von Datawarehouse bis hin zu Emobilitybetreiber



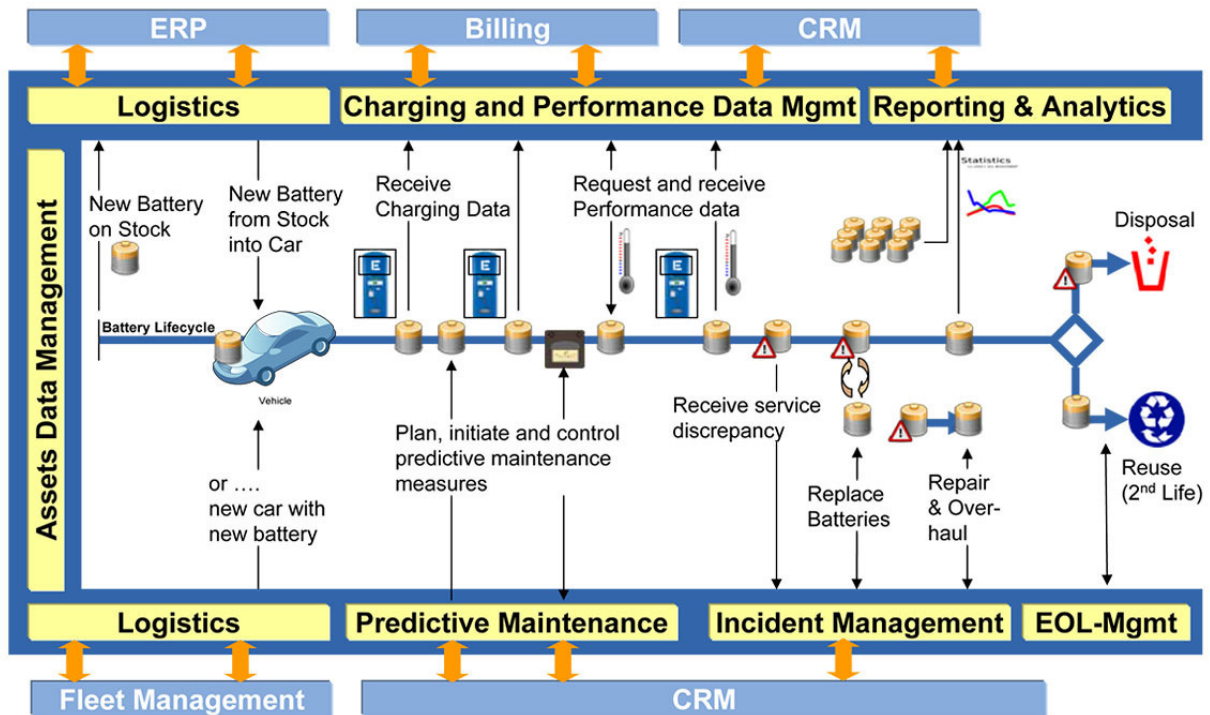
SIS SOL BPS PLM

© Siemens IT Solutions and Services GmbH 2011. All rights reserved.

Fließender Übergang zwischen Planung und tatsächlicher Verwaltung der Assets

Zentrales Instrument ist in der Zielvorstellung die Leitwarte mit allen Funktionen auf einer Oberfläche:

- Verkehrsüberwachung, Verkehrsleitsysteme, Parkleitsysteme, Netzsteuerung
- Luftreinerhaltung, Lärmschutz, Fußgängerschutz, Brandschutz
- Battery Asset Management System (BAMS) zur Optimierung der Batterieflotte
- Flottenmanagement mit entsprechenden Übergängen zum Batteriemangement
- Netzmanagement mit entsprechenden Übergängen zum Batteriemangement



SIS SOL BPS PLM

© Siemens IT Solutions and Services GmbH 2011. All rights reserved.

Die Feldversuche im Projekt dienten auch der Qualitätssicherung in der Softwareentwicklung.

2.10 Ladepunkte mit Smart Grid-Funktionen für die Netzstabilität

Im Projekt wurden verschiedene Formen von Ladetechnologien entwickelt: AC in unterschiedlichen Leistungsklassen als Ladesäule und Wallbox sowie DC-Erweiterungen (z. B. System-Pflichtenheft, Produkt-Lastenheft) über die bisherigen Projekte hinaus.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: Normungsvorgaben haben sich erst im Projektverlauf abgezeichnet, was die Entwicklung deutlich erschwerte.
- Lösungsansatz: Mehrere Normungsoptionen wurden gleichzeitig verfolgt und geprüft, während der Konsens in den internationalen Gremien vorangebracht wurde.
- Stand: Zum Projektende steht eine breite Palette von Ladetechnologien mit hohem Reifegrad für die weitere Produkt- und Marktentwicklung zur Verfügung.

Ziele:

Als betriebssicher zertifizierte, vermarktungsfähige Ladesäulenplattform für unterschiedliche Ausgestaltungsvarianten, je nach Anwendung und Infrastrukturvoraussetzungen:

1. Leistungsklasse (selektive Abgänge z. B. 3, 11, 22 kW AC, einphasig, dreiphasig eine Infrastruktur für mehrere Leistungen)
2. Anzahl der Anschlüsse pro Ladesäule (z. B.: 1, 2, oder 4),
3. verschiedene Aufbauformen (z. B. Säule, Wallbox, Satellitenkonzept)
4. Entwicklung der Outdoor-Fähigkeit (z. B. UV, Vandalismus, Temperatur, Feuchtigkeit)

Communication and Control Box (CCB) in der Ladesäule: Anwendungsübergreifende Plattform zur lokalen Steuerung der Ladeinfrastruktur:

1. Authentifizierung (z. B. über RFID, Kreditkarte)
2. Kommunikationsfähigkeit zum Fahrzeug (z. B. Power Line Communication)
3. Kommunikationsfähigkeit zur Leitwarte (z. B. Ethernet, GSM)
4. Integration bisher modularer Technologien auf eine Mikroelektronik (und dadurch wesentlich weniger Bauraum, Kosten)
5. Automatisierung (Steuerung) der Lade- und Sicherheitsfunktionen (und dadurch Umsetzung aller sicherheitsrelevanten Normen und Standards), z. B. automatisches Wiedereinschalten nach aktiviertem FI, Verteilung der gesamten Ladeleistung je nach angehängter Last

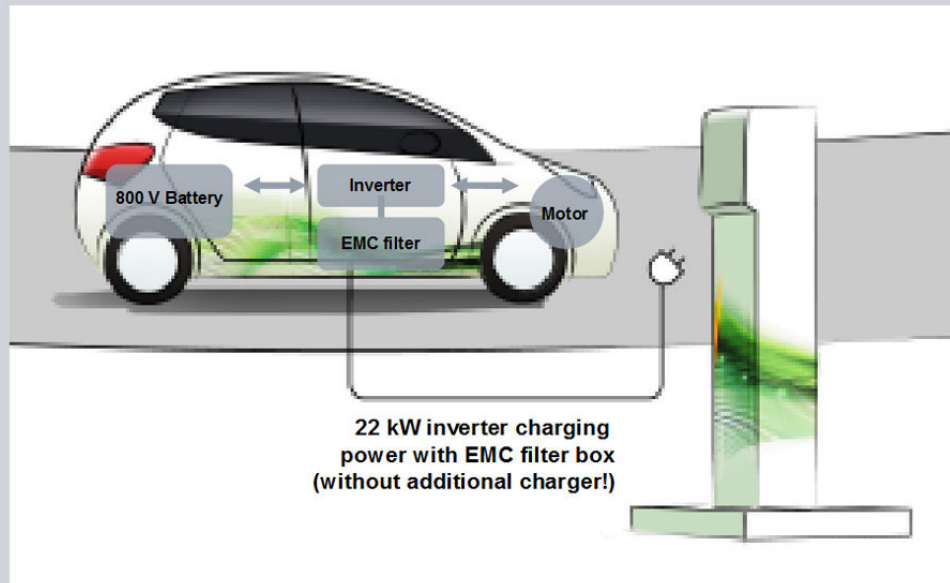
Die Produktgruppe der Elektroinfrastruktur bildete den größten Hardwareblock. Diese Investitionen wurden nicht zur Förderung eingereicht. Hier wurde aufbauend auf die jeweiligen Insellösungen erstmals eine systematische Vernetzung möglich gemacht. Das Zusammenspiel der Netzinfrastruktureinheiten erstreckt sich von einzelnen Ladepunkten über Hausinstallationen, Straßenverteiler und ganze Stadtwerke bis hin zu regionalen Anbindungen an das Übertragungsnetz.

2.11 800 V: Weniger Bauraum, Gewicht, Kosten in Elektroauto und Ladesäule

Concept: 2 prototype cars with 800V-drive train and 22 kW inverter charging for authorized test drivers only

USP: No additional charger necessary, high charging power (22 kW), smaller cables / weight reduction

Goal: Test of technology



Mehrfachnutzung von Umrichter im Fahrzeug: Ladegerät und Gleichrichter für die Batterie sowie Wechselrichter für den Wechselstrommotor

Im Projekt wurden verschiedene Formen von 800 V-Antrieben entwickelt: zwei Stromos mit Zentralmotor und ein Roding Roadster mit Radnabenmotoren an der Hinterachse.

Eckpunkte des Technologiebausteins:

- Problemstellung: 800 V bedeutet kleinere Leitungsquerschnitte, aber auch stärkere Netzurückkopplungseffekte, wenn der Umrichter als Ladefunktion genutzt wird.
- Lösungsansatz: Eine Netzanschlussbox filtert Netzstörung heraus.
- Stand: Ein größeres Ladegerät für höhere Ladeleistungen kann zwar entfallen, aber stattdessen wird die Netzanschlussbox benötigt.

Ziel: Zwischenkreis von Motor, Umrichter und Batterie auf 800 V für kleinere Leitungen, Stecker, Bauräume. Inverterlader in Fahrzeug und Ladesäule mit vielen Gleichbauteilen zur Kostensenkung

Siemens entwickelte im Rahmen des Projektes aufbauend auf die Erfahrungen im Ruf-Projekt 2 zulassungsreife Elektrofahrzeuge der 2. Generation mit den Merkmalen:

- 800 V Zwischenkreisspannung zwischen Umrichter, Motor und Batterie
- Fusion von Ladegerät und Umrichter in einem Gerät

Das Projekt zeigte die Vor- bzw. Nachteile des 800 V Antriebsstranges. Die Integration des Ladegerätes in den Umrichter erspart Platzbedarf, Gewicht, Verkabelungen, Verbindungsstecker und Fehlerquellen.

Die Fahrzeugbasis selbst muss für die Integration eines Elektroantriebsstranges mit großem Batteriepaket auch tatsächlich geeignet sein. Der Fahrzeugumrüster hat bewiesen, dass er Fahrkomfort, -sicherheit und -dynamik über die Umrüstung hinaus erhalten kann. Ebenso hat er

Erfahrung mit der Zulassung und Inverkehrbringung, so dass auch die diesbezüglichen Umbaurisiken für den Siemens Antriebsstrang von vorne herein abgeschätzt waren.

Nur auf Basis einer aktuellen Umrüsterfahrung mit einem jüngst erfolgreich abgeschlossenen Umbau war das Einwechseln der Siemens Antriebsstrangkomponenten überhaupt realistisch. Der Projektrahmen erlaubte keine Fahrzeugentwicklung oder auch nur eine Variantenentwicklung im klassischen Sinne - weder zeitlich noch finanziell.

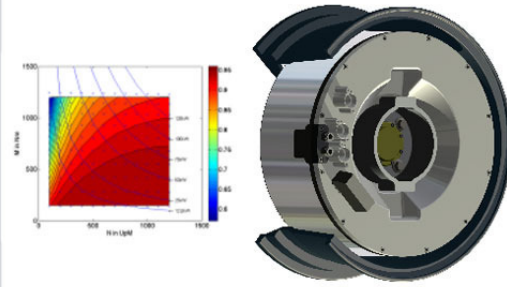
Ein wesentlicher Leistungsumfang des Fahrzeugintegrators war die Batterieanpassung auf den neuen Antriebsstrang. Hier musste er Batteriezellmanagementpartner und -packagepartner vorschlagen und qualifizieren können. Dabei war insbesondere auf die höheren Anforderungen des Siemens 800 V Antriebsstranges mit Schnellladefähigkeit einzugehen.

Meilensteine:

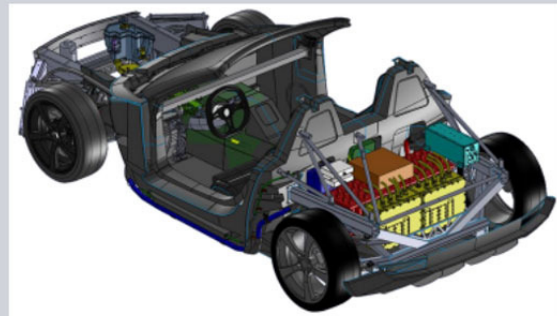
- Lastenhefte, Pflichtenheft (erledigt)
- Thermische Auslegung der E-Maschine (erledigt)
- Zeichnungssatz, Stückliste (erledigt)
- Aufbau E-Maschine (in Arbeit)
- Bereitstellung Umrichter (erledigt)
- Bereitstellung Steuergeräte (in Arbeit)

Nächste Schritte:

- Inbetriebnahme Fahrzeug
- Evaluierung und Applikation des Gesamtsystems auf dem Prüfstand
- Fertigstellung bis 30.9.2011



Radnabenmaschine und Wirkungsgradkennfeld



Packaging der Komponenten im Fahrzeug

Der 800 V-Radnabenmotor als weitere Schlüsseltechnologie zur Effizienzsteigerung im Elektrofahrzeugantrieb

3 AUSFÜHRLICHE DARSTELLUNG DER ERZIELTEN ERGEBNISSE DES PROJEKTES

3.1 Darstellung in Bezug zum Arbeitsplan



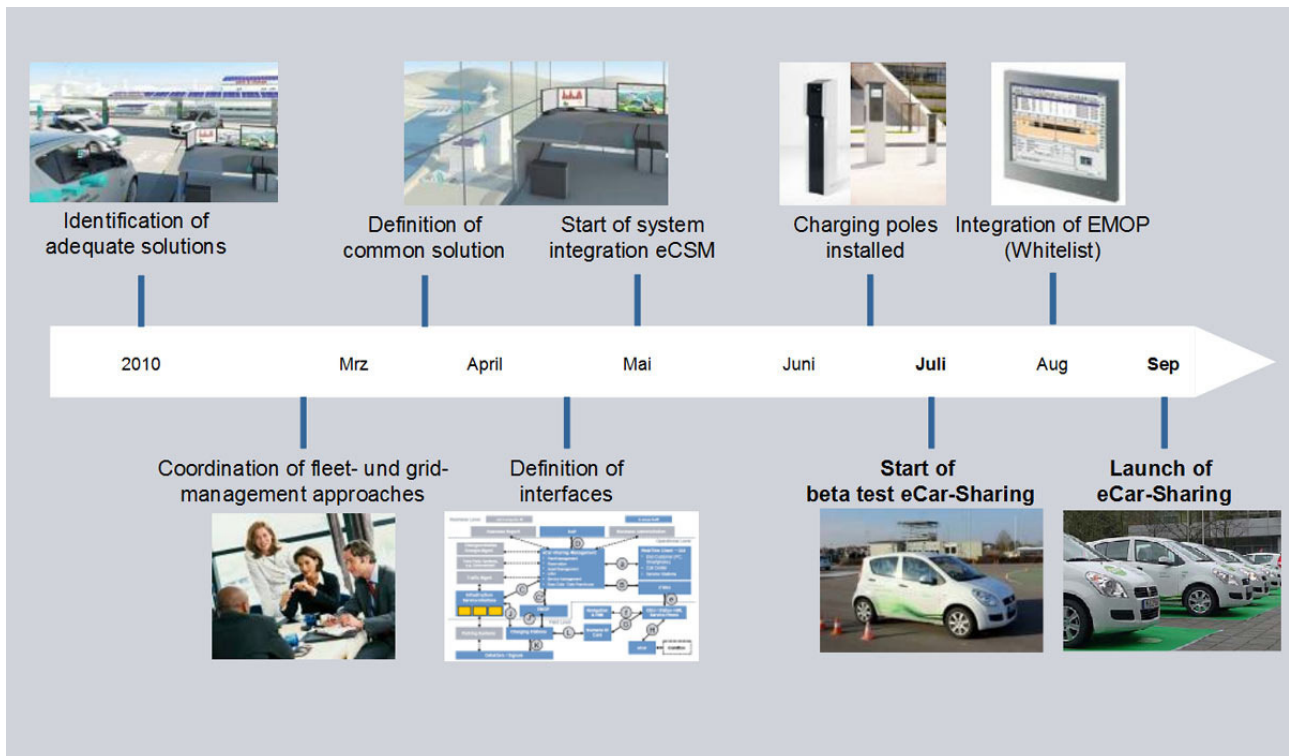
Fahrzeuge, Infrastruktur, erneuerbare Energien, Smart Grid: der Mikrokosmos von 4S

Die eingangs genannten Grobziele wurden auf technisch kohärente Produkte und Produktgruppen heruntergebrochen. Mit diesen Werkzeugen sollten die Grobziele erreichbar werden. Arbeitsziel war jeweils ein möglichst greifbares Produkt im Funktionsmusterstadium. So wurde eine konsequente Ausrichtung auf Marktbedürfnisse und Machbarkeit durchgehalten.

Dabei verließ das Projekt nie den Bereich der Vorentwicklung. Die Vorentwicklungsergebnisse ermöglichten qualifizierte, wissensbasierte Entscheidungen. Auf dieser Basis ließen sich dann spätere Produktpläne und die Produktentwicklung aufbauen.

Dies war ein Ansatz, der in seiner Praxisnähe, Länge der Energiekette vom erneuerbaren Erzeuger über sämtliche Netzebenen bis zur Fahrzeugtraktion, Komplexitätsbewältigung und Methodenkompetenz bisher weltweit einmalig sein dürfte. Dabei brachten verschiedene Sparten von Siemens ihre Kernkompetenz geschäftsbereichübergreifend in ein multidisziplinäres Projektteam ein.

3.1.1 Arbeitsplan



4 Flottenversuche, 35 Fahrzeuge, 15 Monate Projektzeitraum

Pünktlich zum Halbjahr 2011 wurde in Berlin die Flottenerprobung des Ecarsharings gestartet. Bei einem Vor-Ort-Termin wurden alle wesentlichen Funktionalitäten demonstriert:

- Buchung eines Fahrzeuges über das Firmenintranet bzw. Ad Hoc Reservierung direkt am Fahrzeug
- Bedienerschritte bei Fahrtantritt und –ende, Anzeigen zu Ladepunkten während der Fahrt
- verschiedene Ausgestaltungsformen von Ladepunkten
- zentrale Leitwartenfunktionen (Buchungsvorschau Fahrzeuge und Ladepunkte, Planung der Ladestrommengen, Statistikfunktionen)

Der Radnabenmotor ist pünktlich zum Halbjahr mit umfangreichen Videoaufnahmen als voll lauffähig dokumentiert worden.

Der 800 V Antrieb hat sich auch vom subjektiven Fahrindruck her sofort von den herkömmlichen Fahrzeugen abgesetzt. Aufgrund der gleichen Fahrzeugplattform (German E-Cars Stromos) ist ein direkter Vergleich sehr gut möglich.

Die frühzeitig im Projekt eingeschlagenen Lösungsansätze zur Unterbringung der IT-Architektur in schnell skalierbaren Rechenzentrums-umgebungen hat sich im Projektverlauf am deutlichsten bestätigt.

Sämtliche wichtigen Projektziele wurden innerhalb des Projektzeitraumes erreicht.

3.1.2 Arbeitsteilung

	Flotte 1. Gen.: München, Erlangen	Infrastruktur Berlin, München, Erlangen	800 V Flotte: München, 2 x 800 V und 800 V Radnabe	E-Car- Sharing Berlin	Software EVU, Kommunen, Flottenbetreiber
Siemens	Ladestationen, Abrechnung, Tests	Ladetechnik, IKT, Netztechnik	Antriebsstrang, Software, OBU, CCBox	Telematik, Flotten- management	Planung, Programmierung Betrieb, Test
Fahrzeug-, Batterie- Integrator Fräger	Lieferung Flotte 1.0 Berlin, München		Integration Antrieb, Batterie, Steuerung	Lieferung Flotte 2.0 Berlin, München	
Autovermieter Sixt	Zulassung, Datenbank, Betrieb			Zulassung, Datenbank, Betrieb	
Stadtwerke Erlangen	Parkraum, ÖPNV	Installationen			

Matrixorganisation in einem Metaprojekt: komplexe Aufgabe, wenige Leistungsträger

Siemens delegierte die Integration des eigenen Antriebsstranges an einen herstellerunabhängigen Integrator und vergab den Betrieb der verschiedenen Testflotten an einen herstellerunabhängigen Autovermieter und Flottenbetreiber. Die Vergabe an Sixt erfolgte in Form einer Beauftragung unter Verzicht auf eine Verbundforschung.

Dadurch blieb die industrielle Führung bei Siemens. Wichtige Technologieinhalte konnten kompromisslos vorangetrieben werden. Grundsätzliche Paradigmenwechsel bei der Auslegung mussten nicht von vorne herein einer Konsenskultur geopfert werden.



Bundesweit einheitliches Erscheinungsbild aller Fahrzeuge.

3.2 Demonstrator Cloud Systemarchitektur

3.2.1 Einleitung

Der Demonstrator Cloud Systemarchitektur hat zum Ziel, die besonderen Möglichkeiten und Herausforderungen der Domäne Elektromobilität durch die prototypische Realisierung ausgewählter Anwendungsfälle mit Hilfe von Cloud Computing-Technologien aufzuzeigen. Zu den besonderen Möglichkeiten gehört die Tatsache, dass Elektrofahrzeuge aktive Kommunikationspartner in ICT-Netzwerken werden. Damit einher geht eine enge Integration von Elektrofahrzeugen und Stromnetzen als auch eine enge Integration von Elektrofahrzeugen mit Verkehrsplanungssystemen.

Zu den speziellen Herausforderungen gehört die derzeit noch bestehende begrenzte Batteriekapazität, welche die Reichweite von Elektrofahrzeugen einschränkt und erweiterte Flottenmanagementfunktionalitäten bedingt. Des Weiteren gehören die erwarteten hohen Datenmengen in Verbindung mit hohen Skalierbarkeitsanforderungen zu den Herausforderungen sowie die sich ergebenden neuartigen Geschäftspartnerschaften.

Entwickelt wurde der Demonstrator Cloud Systemarchitektur auf Basis der Microsoft Windows Azure Cloud Computing Plattform. Ein hochskalierbarer Massendatenspeicher dient zur effizienten Speicherung der Betriebsdaten einer Elektrofahrzeugflotte, insbesondere der Batteriezustandsdaten. Der Massendatenspeicher bietet eine leistungsfähige programmatische Abfrageschnittstelle, welche von den nachfolgenden beschriebenen Flottenmanagement-Modulen genutzt wird.

Als exemplarische Datenquelle dient anstelle einer physikalischen Fahrzeugflotte ein Onboard Unit (OBU) Simulator, der aufgrund der Vorzüge und Vorteile einer Cloud Computing Plattform ebenfalls mit Windows Azure entwickelt worden ist. Das Datenformat des OBU-Simulators ist an das PLMXML-Format der eCar-4S Testflotte angelehnt.

Der MeMoS 2.0 Demonstrator beinhaltet außerdem eine Integration mit dem Salesforce SaaS Incident Management System.

3.2.2 MeMoS 2.0 Demonstrator

3.2.2.1 Onboard Unit (OBU) Simulator

MeMoS2.0 OBU SIMULATOR Welcome **Mittermeier_L!** [[Log Out](#)] [[Change Password](#)]

Home Simulator

WELCOME TO THE MEMOS2.0 OBU SIMULATOR CONFIGURATION PAGE!

On this page you can configure, start and stop an online simulator job.

Number Fleets:

Number Cars:

Simulation Interval in Seconds:

Incident Probability in %:

Service Interface to use: <https://lmeocar.cloudapp.net/Service1.svc>

Simulation Status (started instances): **SORRY, THERE IS ALREADY A SIMULATION IN PROGRESS!**

fuid0c0
fuid0c1
fuid0c2
fuid0c3
fuid0c4

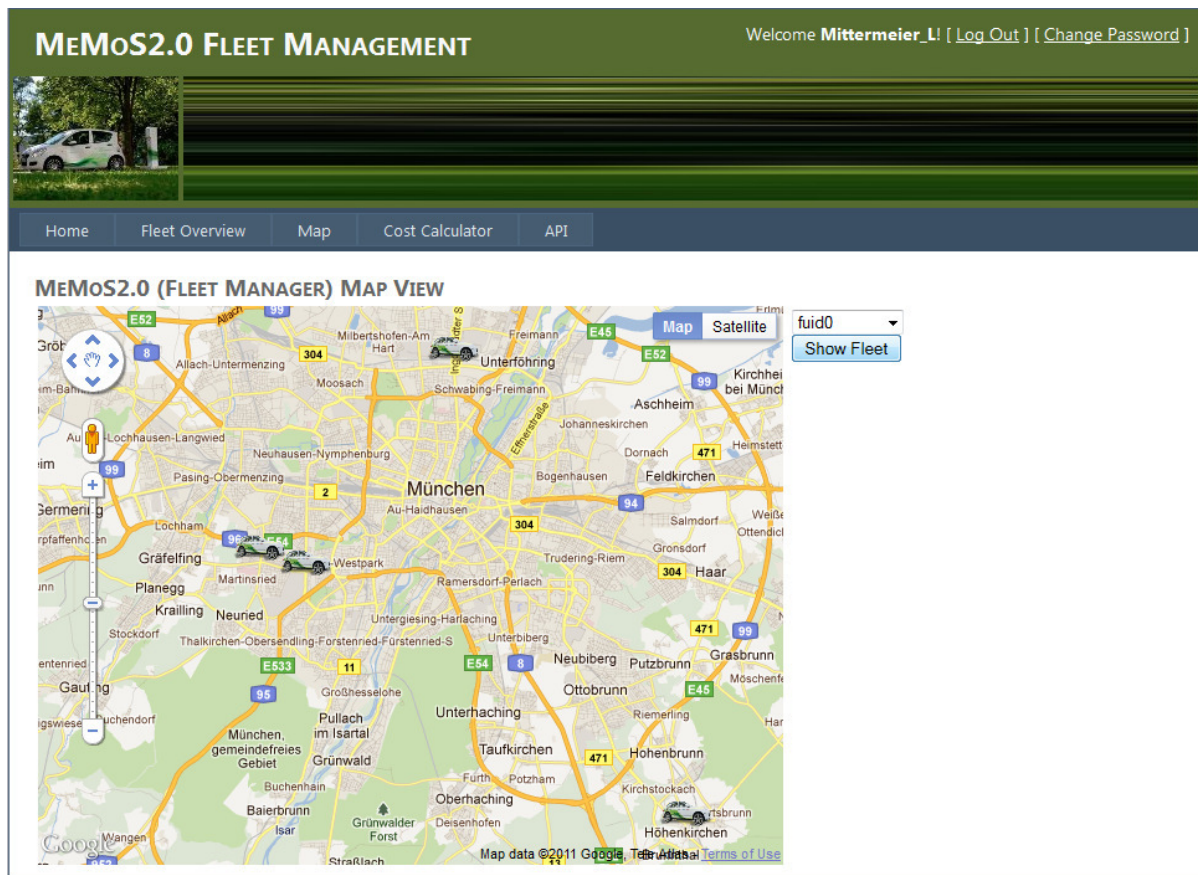
```
FLEET/CAR: fuid0/fuid0c0
- LOCATION: 48.1392634, 11.5558498
- TEMPERATURE: 10.6
- CHARGE (Z1-310-ML1X-6757)
  Charge: 99.4510053115691
  Status:
  Temperature: 20
  Operating hours: 0.00328992166666667
```

Der OBU-Simulator dient stellvertretend für eine physikalische Elektrofahrzeugflotte als Datengenerator. Simuliert wird eine über die obige Web-Seite konfigurierbare Anzahl an Fahrzeugflotten mit einer einstellbaren Anzahl an Fahrzeugen. Die simulierten Elektrofahrzeuge werden im Interface oben aufgelistet (z.B. Fahrzeug 1 mit Identifikator fuid0c0 der Flotte fuid0), und Detailinformation sind ebenfalls abfragbar.

Es werden Fahrten der Fahrzeuge (Änderung der Positionsdaten in Latitude/Longitude) simuliert, inklusive der Änderung des Batterieladezustandes. Ebenso werden Ladevorgänge sowie das Auftreten von Fehlern (Incidents) simuliert.

Die simulierten Daten werden via HTTP POST an das Web Interface des MeMoS2.0 gesendet (siehe weiter unten), wo diese in einer Cloud-basierten Datenbank abgelegt werden. Die Datenbasis ist ein hochskalierbarer Massendatenspeicher.

3.2.2.2 Map View



Die Kartenansicht (Map View) des MeMoS 2.0 Demonstrators zeigt in einer Echtzeit-Kartenansicht die Positionsdaten der Fahrzeuge einer Elektrofahrzeugflotte. Die Echtzeitdaten werden vom OBU Simulator berechnet (siehe oben), und resultierend daraus bewegen sich die Fahrzeuge entsprechend ihrer momentanen simulierten Position in der Karte.

3.2.2.3 Smart Grid View

MeMoS2.0 FLEET MANAGEMENT Welcome **Mittermeier_L!** [Log_Out] [Change Password]

Home | Fleet Overview | Map | Cost Calculator | API

MEMoS2.0 (FLEET MANAGER) SMART GRID VIEW

FLEET DATA

FleetID	ChargingLevel in kW/h	Price in €
fuid0	100.72	25.13

CAR DATA

CarID	ChargingLevel in kW/h	RelCharging	Price in €
fuid0c0	18.59	84.5	4.64
fuid0c1	21.62	98.27	5.39
fuid0c2	21.83	99.22	5.45
fuid0c3	21.63	98.32	5.4
fuid0c4	17.06	77.53	4.26

WEATHER CONDITIONS

- Sunny
- Wind
- Rain

Price in €/kWh: **0.2495**

Die Smart Grid Ansicht ist eine exemplarische Applikation, welche die Funktionalität des MeMoS 2.0 Demonstrators nutzt um die Integration eines Flottenmanagementsystems mit einem Stromnetzmanagementsystem zu zeigen.


Zu sehen ist kummuliert die aktuelle Energiemenge, die sich in den Batterien der Fahrzeuge einer bestimmten Flotte befindet sowie deren aktueller Marktwert.

Der aktuelle Strom-Marktwert passt sich exemplarisch dem Strompreis an, der durch die Auswahl eines von drei Wetterszenarien beeinflusst werden kann.

3.2.2.4 Service Documentation

MeMoS2.0 FLEET MANAGEMENT

Welcome **Mittermeier_L!** [[Log Out](#)] [[Change Password](#)]



Home Fleet Overview Map Cost Calculator API

MeMoS2.0 (FLEET MANAGER) SERVICE DOCUMENTATION

The Meta-Mobility Server 2.0 (MeMoS2.0) offers REST services for the posting of car status messages, and for retrieving fleet and car information to be used in eMobility services.

REST SERVICES

Post Status Message Service

This services allows for posting PLMXML messages with status information about eCars.

- URL: <https://lmeccar.cloudapp.net/Service1.svc/obu>
- Type: POST / XML
- Result:
- Note: Authorization header required: ID ":" SECRET

Post Comfort Functionality Configuration Message Service

This services allows for posting PLMXML messages with comfort functionality configuration updates targeted at eCars.

- URL: <https://lmeccar.cloudapp.net/Service1.svc/comfort>
- Type: POST / XML
- Result:
- Note: Authorization header required: ID ":" SECRET

Get Status Information Service

This services allows for retrieving catalog information (fleet summaries) and PLMXML messages with latest status information about eCars.

- URL: <https://lmeccar.cloudapp.net/Service1.svc/api>
- Type: GET / XML
- Result: Returns either a catalog listing in XML, or the latest XML messages about the queried cars.

Parameter	Value	Description
fleet	'all', <fleetid> Default: 'all'	With 'all' one can retrieve a listing of all managed fleets; with a fixed fleet identifier the latest status information of all cars in the given fleet are returned.
car	'all', <carid> Default:	The car parameter can only be used in combination with a given fleet identifier! With 'all' one can retrieve a listing of all managed cars in the given fleet; with a fixed car identifier the latest status information of the given car in the given fleet is returned.
timestamp	<timestamp> Default:	The timestamp parameter allows to restrict the retrieval of car status information to entries that are newer than the given timestamp.

Examples:

- Get list of all fleets: <https://lmeccar.cloudapp.net/Service1.svc/api?fleet=all>
<fleets>
<fleet>fluid1</fleet>
<fleet>fluid0</fleet>

Der MeMoS 2.0 Demonstrator stellt eine programmatische Schnittstelle (ein REST/HTTP-basiertes Web API) zum Zugriff auf den hochskalierbaren Massendatenspeicher bereit. Die Dokumentation dieser Schnittstelle ist konform zu den anderen Diensten des MeMoS 2.0 Demonstrator ebenfalls als Webseite online. Die Abbildung oben zeigt die Einstiegsseite.

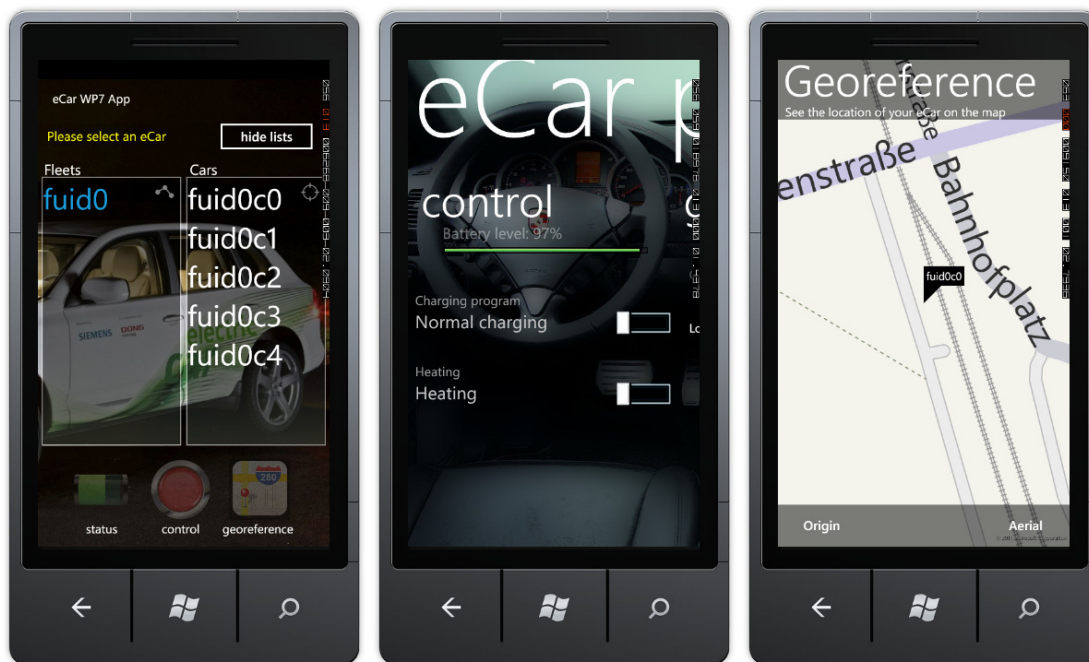
3.2.2.5 Integration mit einem Salesforce-basierten Incident Management System

Action	Incident Name	Land	Charge	Uphours	Status	Timestamp	Created By
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Del	Incident-fuid0c0-2011-07-04T13:0	fuid0c0	98,15	5,40	P12345	04.07.2011 15:05	Beto
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Del	Incident-fuid0c0-2011-09-03T13:0	fuid0c0	90,15	5,40	P12345	03.09.2011 15:05	Beto

Als Beispiel für eine SaaS-Integration beinhaltet der MeMoS 2.0 Demonstrator eine Kopplung mit einem Salesforce-basierten Mock-Up eines Incident Management System (z.B. BMC Remedyforce). Falls der OBU Simulator einen Fahrzeugdatensatz mit einer Fehler-Statusmeldung übermittelt, wird im Incident Management System ein entsprechender Eintrag erzeugt.

Hierfür interagiert der MeMoS2.0 Demonstrator mit dem REST Interface von Force.com, der Plattform auf welcher das Incident Management System läuft. Mit anderen Worten, der Flottenmanager erkennt Statusnachrichten mit Fehlercodes und verarbeitet dies weiter, indem Drittpartei-Services genutzt und eingebunden werden.

3.2.2.6 Windows Phone 7 Applikation



Die Smartphone Applikation (Windows Phone 7) nutzt die programmatische Schnittstelle des MeMoS 2.0 Demonstrators und zeigt exemplarisch Komfortfunktionalitäten für einen Elektrofahrzeugnutzer. Nach der Auswahl eines bestimmten Fahrzeugs kann der Lademodus (Normalladen/Schnellladen) eingestellt werden und die Heizung ein- und ausgeschaltet werden.

Darüber hinaus kann die Position des Fahrzeugs in einer Kartenansicht angezeigt werden. Durch die Realisierung des MeMoS 2.0 Demonstrators auf Cloud Computing Basis kann eine hohe Zahl von Smartphone-Nutzern gleichzeitig diese Funktionalitäten in Anspruch nehmen.

3.2.3 Messergebnisse

Die vom OBU-Simulator erzeugten Datensätze hinsichtlich des Fahrzeug- und Batteriezustands werden wahlweise in einer SQL Azure Datenbank abgelegt oder im Windows Azure Table Storage. Besonders letzterer ist hochskalierbar (bis zu 100 TByte pro Tabelle). Im Table Storage belegt die Speicherung eines Datensatzes 1 KByte. Bei der aktuellen Architektur und Konfiguration des MeMoS 2.0 Demonstrators treten für die Speicherung eines Datensatzes im Table Storage Transaktionskosten und Kosten für den belegten Speicherplatz auf.

Zur weiteren Evaluierung der auftretenden operationalen Kosten wurde die aktuelle Architektur in ein mathematisches Modell überführt und mit einer Webseite versehen, welche als Bestandteil des Demonstrators verfügbar ist. Somit können interaktiv die zu erwartenden operationalen Kosten aufgrund der relevanten Parameter überschlagen werden. Der nachfolgende Screenshot zeigt, dass bei einer Flottengröße von 5000 Fahrzeugen, einer Datensatzgröße von 3 KByte und einem Datensatzintervall von 4 Minuten mit jährlichen Speicherplatzkosten von 1660 US-Dollar und Transaktionskosten von 657 US-Dollar zu rechnen ist.

3.2.3.1 Cost Calculator

MeMoS2.0 FLEET MANAGEMENT Welcome **Mittermeier_L!** [[Log Out](#)] [[Change Password](#)]

Home | Fleet Overview | Map | **Cost Calculator** | API

MEMOS 2.0 AZURE PLATFORM COST CALCULATOR

OPERATIONAL PARAMETERS

Fleet Size (# of cars)	<input type="text" value="5000"/>
Message Size (KByte)	<input type="text" value="3"/>
Message Interval (sec)	<input type="text" value="240"/>

COSTS PER DAY

Table Storage costs per day	<input type="text" value="0.02"/>
Bandwidth costs per day	<input type="text"/>
Transaction costs per day	<input type="text" value="1.8"/>

COSTS PER MONTH

Table Storage costs per month	<input type="text" value="11.62"/>
Bandwidth costs per month	<input type="text"/>
Transaction costs per month	<input type="text" value="54"/>

COSTS PER YEAR

Table Storage costs per year	<input type="text" value="1660.75"/>
Bandwidth costs per year	<input type="text"/>
Transaction costs per year	<input type="text" value="657"/>

3.2.3.2 Evaluierungsergebnisse MeMoS2.0

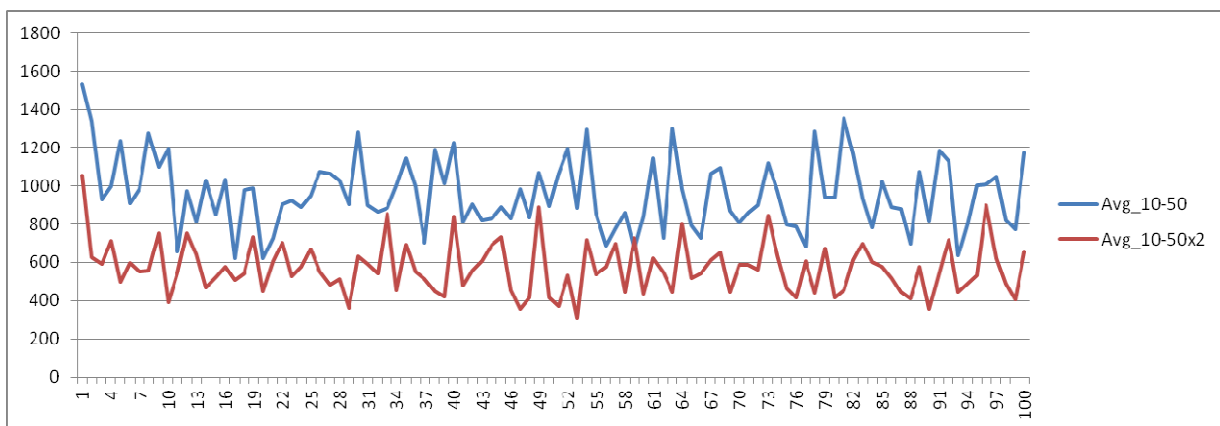
Erste Evaluierungsergebnisse des MeMoS2.0 zeigen die Skalierbarkeit des Lösungsansatzes auf. Die gezeigten Messwerte resultieren von Experimenten mit dem Übermitteln von OBU Statusnachrichten. Mit dem Online-OBU Simulator, der im Azure Datacenter in Dublin läuft, wurden für die Testreihe verschiedene Anzahlen von Elektrofahrzeugen simuliert, welche jede Sekunde eine Statusmeldung an das Web API des Demonstrators schicken.

Auf einer unabhängigen Maschine im Siemens Netzwerk wurde zusätzlich ein weiteres Fahrzeug simuliert, welches in kurzen Abständen die Gesamtzahl von 100 Updates übermittelt. Die Zeit, welche für das Übermitteln der HTTP POST Nachricht benötigt wurde, wurde protokolliert. Die Versuchsreihe in der nachfolgenden Abbildung basiert also auf Simulationen mit verschiedenen Mengen an Fahrzeugen, also Nachrichten, welche den Demonstrator überlasten sollen.

Die gelisteten Werte sind Mittelwerte mehrerer Versuchsergebnisse.

- Avg_None: Der Online Simulator schickt keine Nachrichten zum MeMoS2.0
- Avg_1-10: Der OBU Simulator simuliert eine Flotte mit zehn Fahrzeugen
- Avg_5-10: Der OBU Simulator simuliert fünf Flotten mit je zehn Fahrzeugen
- Avg_10-10: Der OBU Simulator simuliert zehn Flotten mit je zehn Fahrzeugen
- Avg_10-50: Der OBU Simulator simuliert zehn Flotten mit fünfzig Fahrzeugen

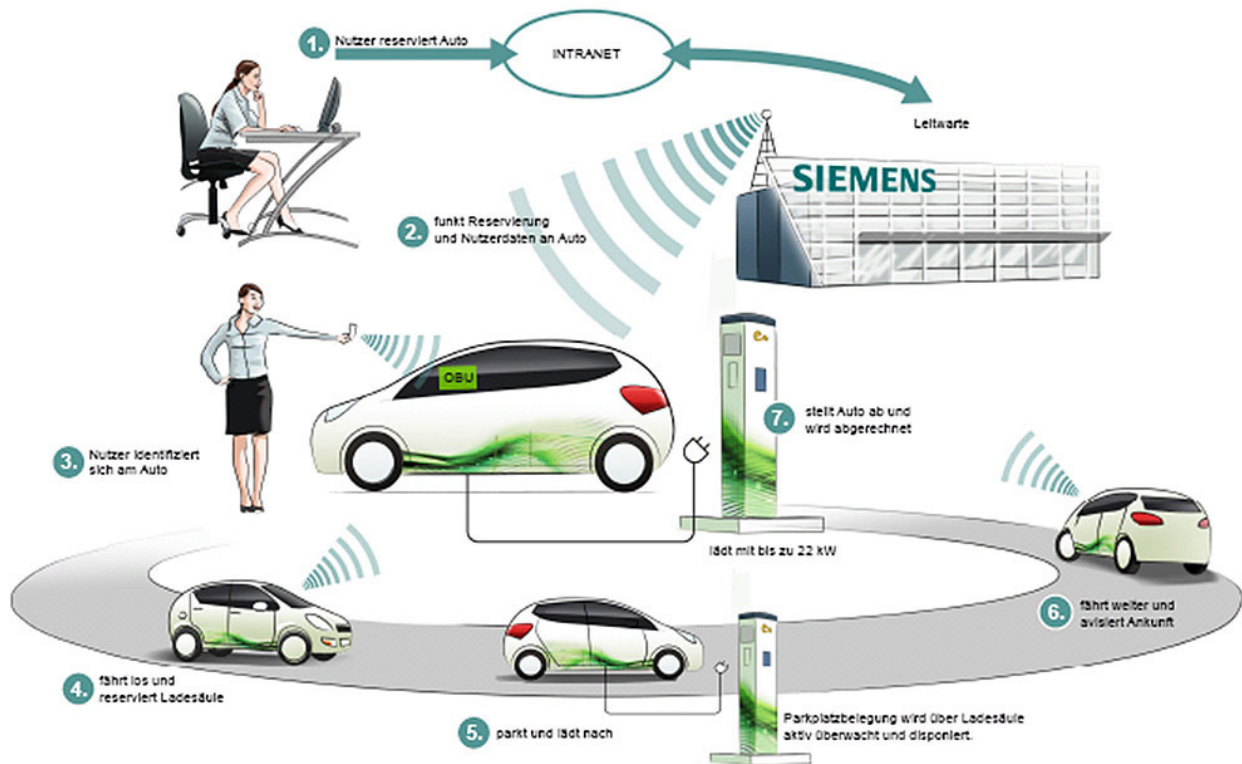
Im extremsten Fall wird eine Recheninstanz des Demonstrators also von 501 Fahrzeugen mit Statusmeldungen eingedeckt. Bis zur Gesamtzahl von 50 Fahrzeugen zeigt der Demonstrator ein konstantes Abarbeiten der eintreffenden Nachrichten; danach ist eine Überlastung ersichtlich.



Der große Vorteil der Cloud-Lösung auf Azure ist in der zweiten Abbildung ersichtlich. Innerhalb weniger Minuten konnte auf Azure eine zweite Front-End Instanz des MeMoS2.0 aufgeschaltet werden, um mehr Anfragen zu bearbeiten. Effektiv ist ersichtlich, dass die Versuchsreihe mit zwei Instanzen des Web APIs (Avg_10-50x2) ein signifikant besseres Reaktionsverhalten an den Tag legt.

Die maximale Latenz im Verbindungsaufbau konnte von über 1.5 Sekunden auf unter 1 Sekunde gesenkt werden, und im Durchschnitt über hundert konsekutive Messwerte sank die von der OBU im Siemens Netzwerk gemessene Latenz von 0.957s auf 0.571s, was einer Verbesserung von rund 40% entspricht, dies wohlbemerkt ohne Änderungen an der Implementierung. Die gewonnen Erkenntnisse lassen also auf eine lineare Skalierbarkeit schließen, die ohne Code-Änderungen vorgenommen werden kann und mittels Windows Azure im Minutenbereich realisiert werden kann.

3.3 Flottenmanagement / eCarsharing



Prozessablauf eCarsharing

„Mit ihrem Car-Sharing-System stellt die Siemens AG ein ganzheitliches Bündel integrierter Lösungen für die Anforderungen an die Mobilität von morgen vor. Im intelligenten Zusammenspiel von volldynamischen Flotten-, Parkraum-, und Umweltzonenmanagementsystemen kann auch die Ladeinfrastruktur für Elektroautos so eingebunden werden, dass das Elektroauto optimale Nutzung erfährt und zudem als variabler Stromabnehmer im Smart Grid relevant und steuerbar wird.“

Das Car-Sharing-System ermöglicht Verkehrsteilnehmern die optimierte Abdeckung von Teilstrecken bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und kann ausserdem auch an Verkehrsinformations- und -steuerungssysteme angebunden werden. Reservierungs- und Abrechnungsprozesse für Miete, Parken und Laden und (z.B. Umweltzonen-)Maut erfolgen automatisch, gerichtsfest und mittels sicherer Datenübertragung.

Somit wird Mobilität effizient und nachhaltig: Emissionen werden reduziert, fossile Ressourcen geschont, und der Verkehrsfluss sowie die Nutzung von Infrastruktur und Verkehrsmitteln für Personen- und Güterverkehr wirtschaftlich optimiert. Die Mobilitätsplattform von morgen wird eine ganzheitliche Antwort auf die Mobilitätsprobleme der Stadt bieten – neben Abrechnung, Steuerung und Kontrolle von Reservierungen, Tickets und Maut, werden Verkehr, Parkraum und Flotten ideal abgestimmt und angesteuert werden können.“

<http://www.industry.siemens.com/topics/global/de/fairs/iaa/software-suite/eCar-Sharing/Seiten/default.aspx>

Pressestimme:

„...."Unser Ziel ist es, mit derartigen Projekten die Mobilität in Städten dank eines optimierten Zusammenspiels von Ladeinfrastruktur-, Flotten- und Parkmanagementsystemen wesentlich effizienter und vor allem umweltschonender zu machen", sagte [Sami Atiya, CEO der Division "Mobility and Logistics" im neuen Siemens-Sektor "Infrastructure & Cities"]. ...

"Das Car-Sharing-Programm mit der Onboard-Unit ist für uns der Beweis, dass Siemens das Thema 'Elektromobilität' nicht nur auf das Elektroauto an sich bezieht, sondern auf ein modernes vernetztes Verkehrssystem.

Darauf wird es in Metropolen wie Berlin in Zukunft ankommen, denn sonst nehmen Verkehrsdichte und CO₂-Ausstoß immer weiter zu", sagte die Staatssekretärin Ursula Heinen-Esser vom fördernden Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz & Reaktorsicherheit BMU anlässlich der Übergabe des Elektroauto-Pools bei Siemens. ...“

<http://www.autostromer.de/2011/09/06/e-car-sharing-system-f%C3%BCr-siemens-mitarbeiter-in-berlin/>

3.3.1 Warum eCarSharing?

Gegenüber den heute weltweit eingesetzten Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hat das Elektrofahrzeug neben seinen Vorteilen:

- Geringe Fahrgeräusche
- Reduzierter Verschleiß
- Schadstofffreies Fahren
- Nutzbarkeit als Energiezwischenspeicher für regenerative Energiequellen

auf Basis der heute verfügbaren Techniken und Rahmenbedingungen zum Teil noch erhebliche Nachteile:

- Geringe Reichweite
- Hohe Kosten für den Energiespeicher
- Keine flächendeckende Ladeinfrastruktur
- Wenig Erfahrungen mit dem Umgang von Elektroautos

Darüber hinaus löst der Einsatz von Elektroautos nicht die heute sich weltweit entwickelnde Verkehrsdichte, die in Metropolen zu verstopften Strassen und Megastaus mit zum Teil erheblichen volkswirtschaftlichen Nachteilen führt.

Zusätzlich wird deutlich, dass die Umwelt- und Energiebilanz heutiger Elektrofahrzeuge gegenüber modernen Autos mit Verbrennungsmotor je nach Erzeugungsart für die Primärenergie noch keine nennenswerten Vorteile bringt oder nur geringe.

Dennoch wird sich das Elektroauto vor dem Hintergrund der sich anbahnenden Verknappung fossiler Brennstoffe und der weltweit beobachteten Zunahme der Co₂ Konzentration durchsetzen.

Zur Überwindung oder Abschwächung der mit der Einführung verbundenen Nachteile von Elektroautos bietet sich die flächendeckende Einführung von eCarSharing Systemen an. Das gezielte Zusammenspiel von Fahrzeugen und einer intelligenten Infrastruktur kann neben der Minderung der bekannten Nachteile sogar erhebliches Potential für neuartige Funktionen und Geschäftsmodelle bieten.

Sie sind in Pilotprojekten in Hinblick auf Machbarkeit und Zeitrahmen ggf. umzusetzen. Im einzelnen können diese beispielsweise sein:

- Schonende Nutzung der Fahrzeugbatterie
- Optimale Ausnutzung der Ladeinfrastruktur
- Energiesparende Routenführung
- Optimale Tagesauslastung der Fahrzeuge (Ladezeit / Fahrzeit / Standzeit))
- Reduzierte Verkehrsdichte durch tägliche Mehrfachnutzung der Fahrzeuge
- Bequemer Gebrauch der Elektrofahrzeuge durch kundenoptimale Reservierungs- und Nutzungsprozesse

- Einbindung innovativer IT Systeme für Information, Werbung und Unterhaltung
- Bevorzugung von Elektrofahrzeugen durch intensives und vor allem intelligentes

Zusammenspiel von kommunalen Vorgaben in Verbindung mit Maut (Elektronische Umweltplakette)

- Überprüfbare Nutzung von Energie aus regenerativen Energiequellen
- Prozessuale Vernetzung mit Verkehrs- und Parkplatzmanagementsystemen

In diesem Zusammenhang ist auch die Möglichkeit zur frühzeitigen Standardisierung des eCarsharing Prozesses zu nennen.

Der hier beschriebene Gesamtprozess für eCarSharing zeigt auf, welche Funktionen entweder auf der Infrastruktur oder im Fahrzeug nötig sind, um die oben angedeuteten Systemvorteile zu gewährleisten.

Zusätzlich wird dargestellt, welches technische Gesamtsystem nötig ist, um die gewünschten Funktionen mit hoher Verfügbarkeit, auf Basis weitreichend verfügbarer Technologien und zu sachgerechten Investitionen zu realisieren.

3.3.2 Spezifische Erweiterungen für Elektrofahrzeuge

Um den heute vorhandenen Nachteilen von Elektrofahrzeugen wie geringe Reichweite und relativ lange Ladezeiten entgegenzuwirken, wurde das Car Sharing System so erweitert, dass die notwendigen Beladungsvorgänge möglichst komfortabel und ohne zusätzliche operative Vorgänge in den Gesamttablauf aufgenommen werden. Dazu werden neben den Elektrofahrzeugen auch die benötigten Ladesäulen vom eCSM (Ecarsharing Management) verwaltet.

Sowohl die Fahrzeuge als auch die Ladesäulen werden als Mietobjekte betrachtet. Mit der Reservierung eines Fahrzeuges wird auch eine Ladesäule für die Rückgabe reserviert. Ein Fahrzeug wird in der Regel an einer Ladesäule übernommen und an einer Ladesäule zurückgegeben.

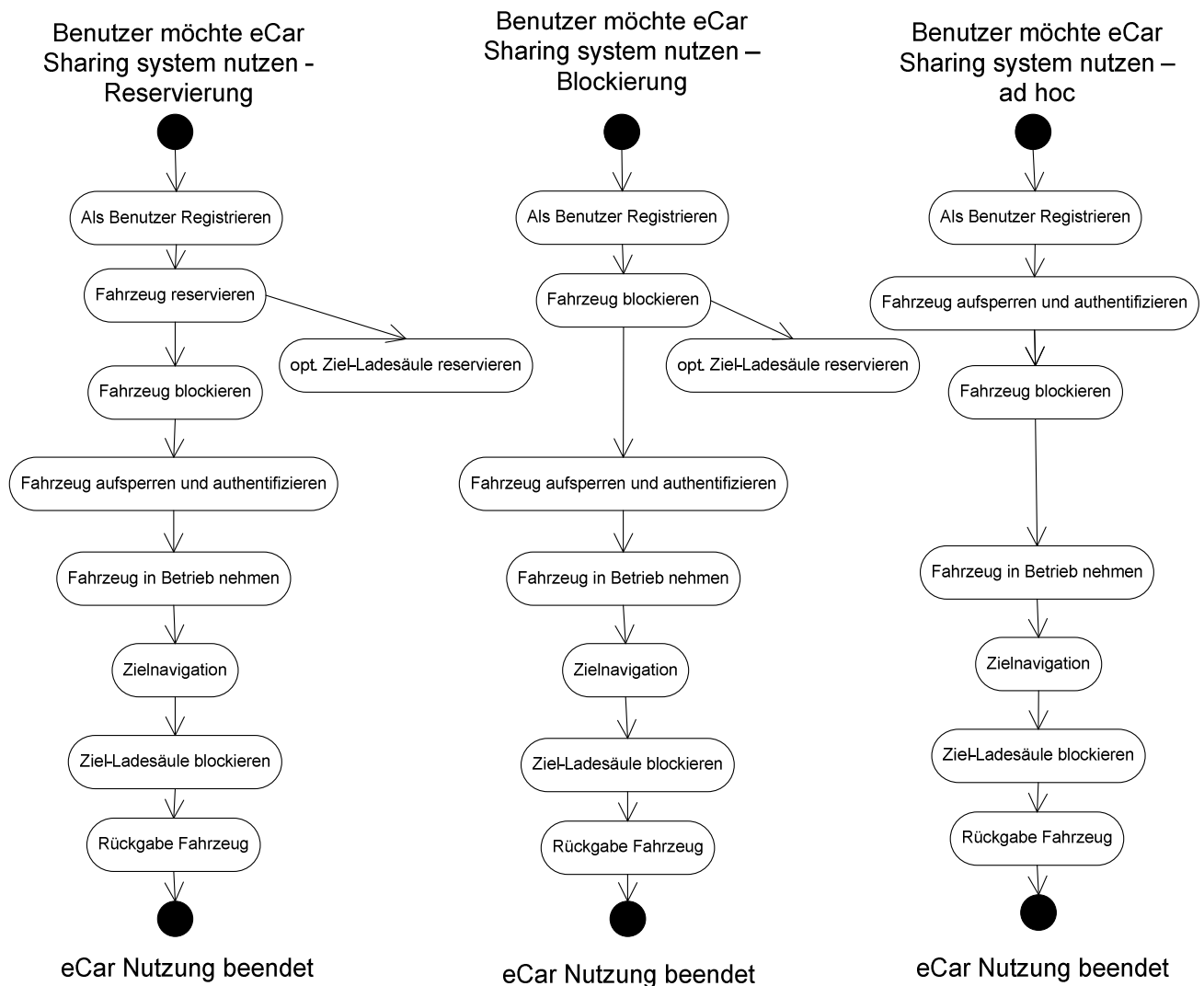
Bei der Übernahme des Fahrzeugs wird die verwendete Ladesäule frei. Für die Rückgabe wird vom System automatisch eine Ladesäule am betreffenden Standort zur Rückgabezeit reserviert. Der Fahrer kann das Fahrzeug nur regulär zurückgeben, wenn er im Rahmen der Rückgabe auch den Ladevorgang beginnt. Das Fahrzeug bleibt dann weiterhin für die Dauer des Beladungsvorgangs bis zum Erreichen einer konfigurierbaren Ladeschwelle belegt.

Erst oberhalb dieser Ladeschwelle ist das Fahrzeug wieder für Fahrten verwendbar. Die Ladesäule bleibt bis zum Beginn des nächsten Mietvorgangs für das Fahrzeug belegt.

Eine Rückgabe, ohne das Fahrzeug zum Laden anzuschließen, ist nur in Ausnahmefällen, z.B. wenn die zugehörige Ladesäule zugesperrt ist, mit Unterstützung des Operators möglich.

Darüber hinaus ist es dem Fahrer möglich, über das User Interface im Fahrzeug die Reservierungsdaten für das Fahrzeug und die Ladesäule zur Rückgabe zu ändern und eine Ladesäule für eine Zwischenladung zu reservieren.

Die folgende Abbildung zeigt im Überblick die 3 grundlegenden Möglichkeiten der Benutzer am eCarSharing System teilzunehmen. Details und nebenläufige Prozessschritte sind in den Unterkapiteln beschrieben.



Überblick über Möglichkeiten zur Teilnahme am eCarSharing System

3.3.3 Hintergrund

Die von Siemens für die Elektromobilität geplanten Systeme und Dienstleistungen sollten in Feldversuchen erprobt und optimiert werden. Es wurde angestrebt, aus der Analyse der Erfahrungen mit der Elektroflotte Rückschlüsse auf das Nutzerverhalten und damit kundengerechte Vorgaben für die von Siemens angestrebten Systemlieferungen und Dienstleistungen zu erhalten.

3.3.4 Ziele des Basissystems

Das beschriebene Basissystem stellt eine Grundarchitektur zur Verfügung, die durch weitere Detaillierung der einzelnen Teilsysteme der Gewerke eine Gesamtsystemarchitektur bildet.

Ein Hauptziel des beschriebenen Basissystems ist die Ermöglichung von aufwandsarmen Kundenanpassungen. Optionale Erweiterungen sollen kostengünstig durchführbar sein. In dieser Hinsicht stellt das Basissystem die Grundlage für die Produktentwicklung der einzelnen Gewerke dar.

Die Systematik bzw. Architektur des Basissystems soll nach Möglichkeit dazu beitragen, dass die Schnittstellen der verschiedenen Teilsysteme und Produkte des Gesamtsystems zu Standardschnittstellen führen, um so für die Teilsysteme und Produkte die Weiterentwicklung zu gewähren, ohne dass dadurch das Gesamtsystem betroffen ist, oder nur dann betroffen ist, wenn sich systemübergreifende Funktionen vorteilhaft verändern.

Der Flottenversuch in Berlin wurde als dienstliches Carsharing Modell geplant, bei dem ausgewählte Mitarbeiter sich nach Bedarf Autos aus einem vorbestimmten Pool von eFahrzeugen ausleihen, bewegen und wieder zurückgeben können. Die installierte Infrastruktur und Ausrüstung des Flottenversuches soll den Nutzer bei der Planung der Fahrt, der Fahrt und eventuellen Zwischenhalten bis zur Abgabe des Fahrzeuges unterstützen.

Das Basis-System kann für weitere Projekte genutzt werden. Aus dem Flottenversuch sollten Erkenntnisse für weitere Systemoptimierungen folgen.

Das für den kompletten technologischen Ablauf notwendige Zentralsystem (eCSM: eCar Sharing Managementsystem) der Berliner Versuchsflotte war durch das Teilprojekt in Berlin zu errichten.

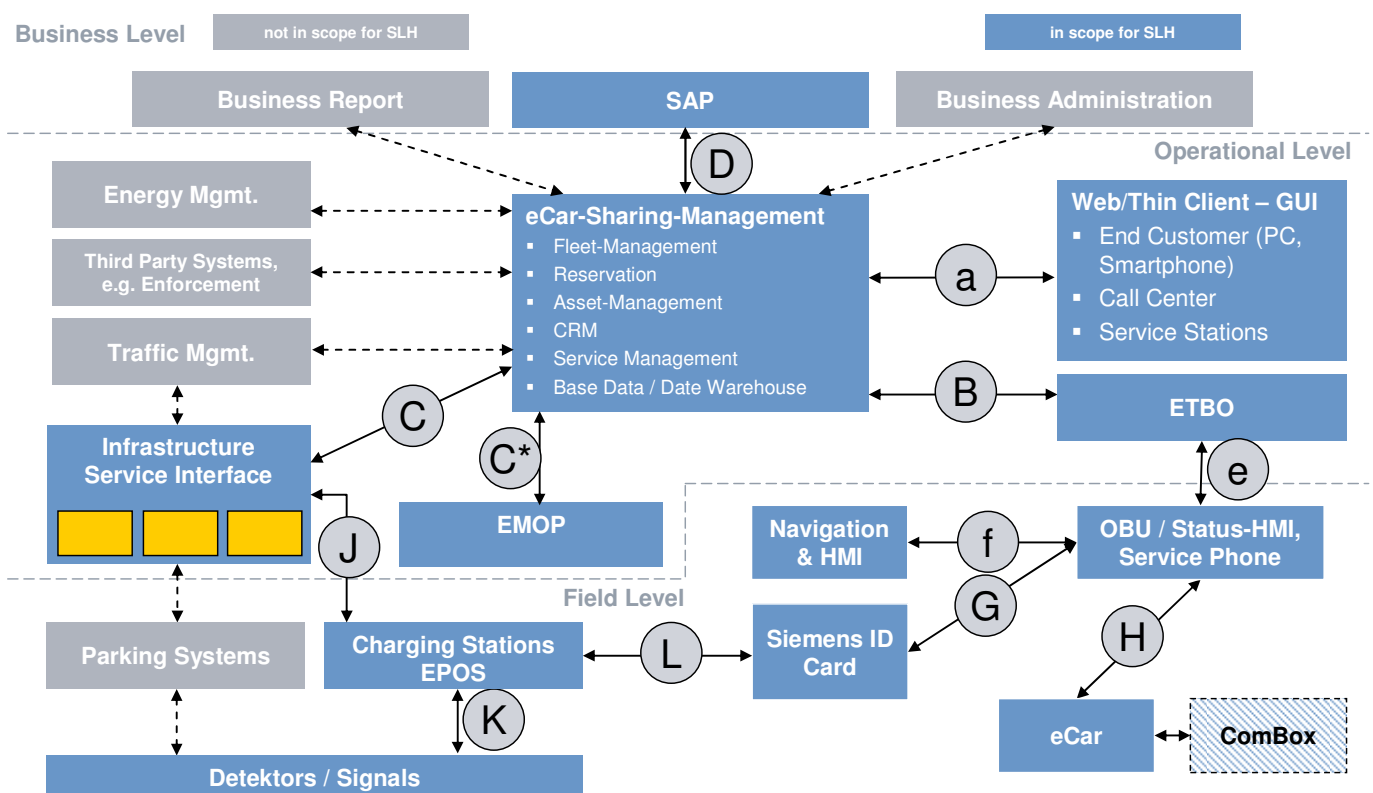
3.3.5 Gesamtsystem

Das eCar Sharing Management System (eCSM) ist das zentrale IT-System zur Verwaltung der Reservierungen und Abwicklung der operativen Aktivitäten. Es basiert auf einer bestehenden Flottenmanagement- und Car-Rental-Lösung.

Zum einen erlaubt es den Nutzern der Fahrzeuge, Reservierungen über ein Webportal vom PC oder Smartphone vorzunehmen oder ein freies Fahrzeug spontan mit Hilfe einer registrierten Kundenkarte zu übernehmen. Auf der anderen Seite unterstützt es alle notwendigen operativen Tätigkeiten von der Stammdatenpflege über die automatisierte Disposition bis hin zur Abwicklung von Servicetätigkeiten.

Viele Geschäftsregeln können vom Betreiber einer Car-Sharing-Flotte entsprechend den lokalen Bedürfnissen angepasst werden. Zusammen mit der automatisierten Disposition, mit der vorhandene, noch nicht fahrzeugbezogene Reservierungen optimal auf die Flotte verteilt werden können, kann der Betreiber eine hohe Auslastung der Flotte erreichen.

Das Bild gibt einen Überblick über das installierte technische Gesamtsystems, hier in der Darstellung des Schwerpunktes auf das eCarsharing Managementsystem.



Prinzipielle Darstellung der Gesamtarchitektur des eCarsharing Managementsystems

Das System besteht im Kern aus den Teilsystemen Ladeinfrastruktur und Sensorik, dem Fahrzeug Onboard System mit OBU plus Navigation und deren Peripherie, dem Backofficesystem für den eCarsharing Prozess sowie den zwischen den Einrichtungen notwendigen Kommunikationseinrichtungen wie z.B. GPRS bzw. GSM und LAN oder WLAN als Kommunikationssysteme zwischen Fahrzeug / Strecke und Strecke / Backoffice.

Das eCSM ermöglicht über eine Schnittstelle die Anbindung des Siemens SAP Systems der teilnehmenden Organisationseinheiten auf der IT Ebene „Businesslevel“.

Die Schnittstellen wurden in gemeinsamen 4S Schnittstellendokumenten festgelegt.

Das eCSM System bildet als Dienstplattform die zentrale Systemeinrichtung für übergeordnete Dienste. Folgende Funktionen stellen den Kern des eCSM Systems dar:

- Reservierungsmanagement
- Flottenmanagement
- Asset Management
- Service Management
- CRM
- Web- bzw. Thin-Client-Gui als Intranet-Plattform und als Mobile Version
- Zentrales Data Warehouse
- Zusammenführung und Vermittlung der relevanten Daten aus Infrastruktur und OnBoard

System

- Alle Datenübertragung erfolgt verschlüsselt entsprechend derzeit geltender Standards.

Das eCSM Systems ist das schnittstellenintensivste System des beschriebenen CarSharing Systems. Insbesondere sind folgende Schnittstellen zu bedienen (siehe auch Systemarchitektur):

- Ladeinfrastrukturmanagement Systeme
- OBU über das ETBO
- Web-Gui / Thin Client
- Weitere marktgängige IT-Systeme (Billing, CRM etc.)

Das Flottenmanagement sollte keine energiespezifischen Funktionen (z.B. Smart Grid, Energiebezugs-kostenoptimierung) ausführen, sondern bei Bedarf Vorgaben und Ergebnisse von und zum Energiemanagementsystem senden und anfragen.

Die gleiche Fokussierung gilt für das übergeordnete Energiemanagementsystem, dass keine flottennahen Verkehrsfunktionen ausführen sollte (z.B. Reservierungen von Fahrzeugen, Ampelsteuerungen..), sondern bei Bedarf Anforderungen an das eCSM stellt (z.B. Weitergabe von Energietarifen an das eCSM zur Auswahl der aktuell kostengünstigsten Ladestationen, Abfrage von reservierten Ladestationen zu Ermittlung des Energiebedarfes...).

Das eCSM stellt nicht nur das zentrale Verwaltungssystem dar, es fungiert auch als Kommunikationszentrale zu den Gateways für die Ladeinfrastruktur, die Fahrzeugtelematik und einem ERP System auf Unternehmensebene. Insofern werden im eCSM die Daten aus den verschiedenen Teilsystemen zusammengeführt und die Feldgeräte entsprechend angesteuert.

Auf dieser Basis erstellt das eCSM-System die Abrechnungsdatensätze, welche über eine Schnittstelle an ein ERP Systems übergeben werden. Im Pilotprojekt werden die Abrechnungsdaten anhand der Kontierungsdaten des jeweiligen Nutzers im SAP-System gebucht.

3.3.6 Auswahl der am Flottenversuch beteiligten Siemens Bereiche in Berlin

Den in Berlin ansässigen Organisationseinheiten wurde vom Sitemanager 4S Berlin in enger Zusammenarbeit mit dem Infrastrukturmanager von Energy, der SRE und dem Siemens Flotten Management (CSCM IM MS FL) angeboten, sich an dem Flottenversuch zu beteiligen:

Voraussetzung war u.a.:

- i. Der Geschäftsablauf der jeweiligen Organisationseinheit erfordert die Nutzung von Poolfahrzeugen.
- ii. Die pro Fahrzeug gefahrenen Kilometer betragen zwischen 50 und 120 km pro Tag.
- iii. Bei der Nutzung der Fahrzeuge gibt es eine Ruhezeit von täglich mindestens 6h, die zum Nachladen genutzt werden kann. (Hinweis: Standardladezeit =2h (3-phasig, 16A))
- iv. Der Nutzer ist in seinem Dienstablauf nicht darauf angewiesen, das Elektrofahrzeug mit nach Hause zu nehmen, um es ggf. dann privat nutzen zu müssen. Zwischenstopps sind zuhause erlaubt.
- v. Auf dem Gelände des interessierten Betriebes oder in unmittelbarer Nähe des Betriebsgebäudes lassen sich Ladestationen aufbauen.
- vi. Der im Kapitel eCarsharingprozess beschriebene Prozess passt zum Geschäftsablauf der Nutzer
- vii. Die IT des interessierten Betriebes unterstützt in Absprache mit dem Infrastrukturmanager Energy und Flottenmanager I MO die IT-Vernetzung mit dem Flottenmanagement Zentrum in Fürth (IOC).

3.3.7 Auswahl der beteiligten Nutzer

Für den Fall, dass die gelisteten Anforderungen zutreffen und die Organisation sich am Carsharing beteiligen mochte, wurden die geeigneten Mitarbeiter in Absprache mit der jeweiligen Führungskraft angesprochen und als Nutzer rekrutiert.

Die abschließende Auswahl und Registrierung der Nutzer im elektronischen System erfolgte nach vorab festgelegten Kriterien durch das CT Marketing sowie in enger Abstimmung mit CSCM IM MS FL.

3.3.8 Schulung der Nutzer

Sobald die eFahrzeuge in Berlin vorhanden waren und das Infrastruktursystem fehlerfrei lief, wurden alle Nutzer im Umgang mit dem System geschult und mit jeweils einer Probetour eingewiesen. Dies erfolgte vorzugsweise im Rahmen der Fahrzeugübergabe.

Im Rahmen des Servicekonzeptes wurde zusammen mit dem Flotten-Betreiber für das Gesamtsystem ein Call-Center errichtet. Im eCSM-System ist ein Service Center Lösung enthalten.

Das Service Phone des Fahrzeuges kann mit diesem Service Centrum kommunizieren, um zum Beispiel während der Fahrt aufkommende Fragen umgehend behandeln zu können.

Die Strukturierung und Aufteilung der Servicelevel erfolgte in der weiterführenden Systemspezifikation.

3.3.9 Betriebskonzept

Für das Gesamtsystem war unter Federführung des Flottenbetreibers ein Betriebskonzept zu erstellen, in dem die betrieblichen Vorgänge geregelt sind.

Den „betrieblichen“ Betrieb des Flottenmanagements sollte vorzugsweise ein erfahrenes Carsharingunternehmen bzw. eine im Markt eingeführte Leasinggesellschaft übernehmen.

Der technische Betrieb war während der Erprobungsphase bis Ende 09.2011 vom 4S Projekt zu gewährleisten (Call Center, inklusive Service Levels).

Nach Projektende 09.2011 liegt die Verantwortung für den technischen Betrieb außerhalb der Verantwortung des 4S Projektes.

3.3.10 Ladestationen

Die Anforderungen an die Ladestationen erfolgte auf Basis von Use-Cases für das 4S Flottenmanagement Szenario in Berlin sowie aus den Anforderungen des Carsharingsystems der I MO.

3.3.10.1 Use-Cases

- Betrieb der eCars als Poolfahrzeuge (verschiedene Nutzer erwünscht)
- Reservierungssystem im Intra- / Internet (auch Smartphone) ähnlich TravelNet
- Poolfahrzeuge haben Heimathafen (Nachtparker)
- Reservierbarer Besucherparkplatz für Tagesparker (nur für 4S Berlin Teilnehmer und deren eingewiesenen Gäste)
- Differenzierte Parkplatzmarkierungen und Säulenkennzeichnung.
- Rückgabe gilt erst mit Anschluss des Autos an die Ladestation und zusätzlichen Abschluss-Eingaben in die Fahrzeug OBU
- Tagesparker sollen, wenn möglich, das eCar laden (vorzugsweise an Besuchersäule)
- System zeigt Nutzer bei Reservierung bzw. Buchung über WEB-Portal die voraussichtliche Reichweite
- Geofencing-Funktion soll verwendet werden (z.B. bei Verlassen des Stadtgebiets)
- Es sollen EPOS und SGA-EM Säulen eingesetzt werden, um beide Lösungen mit dem Pool-Car Use Case zu testen

3.3.10.2 Auswahl der technisch erforderlichen Ladestationen

Zur Unterstützung des eCarsharing Prozesses waren von der Ladestation neben dem Laden selbst zusätzlich folgende Funktionen erforderlich

- i. Das eCarsharing Management System kann verschiedene Infrastrukturmanagementsysteme verwalten (z.B.: SityControl, EMOP...).
- ii. Einheitliche ID-Leseinrichtung zum An- und Abmelden des Nutzers beim Laden des Fahrzeuges (Siemens-MA-Ausweis)
- iii. Statusanzeige der Ladeeinrichtung (technischer Zustand) und ob Ladestation frei oder reserviert (geblockt) verfügbar ist

- iv. Ladestationen können fallweise mit einer aktiven Parkplatzüberwachung ausgeführt werden.
- v. Laden der Fahrzeuge entsprechend IEC61851 Mode 2; 3-phasig,

3.3.10.3 Anzahl der Ladestationen und Standorte

Die Auswahl der Aufstellorte, Anzahl sowie Typ der Ladestationen wurde in einer gesonderten Liste festgelegt ("Liste der Standorte Berlin").

Anzahl und Orte der Ladestationen wurden an Hand der geschäftlich bedingten Fahrziele und ggf. Routen der teilnehmenden Berliner Organisationen ermittelt. Bei der Ermittlung sollten folgende Vorgaben gelten:

- i. Die für den Flottenversuch vorgesehenen Ladestationen stehen auf Firmengelände oder sind in angrenzenden Bereichen für Siemens Mitarbeiter reserviert.
- ii. Das eCSM System unterstützt beliebige Kombinationen von Ladestationstypen (EPOS bzw. SGA-EM) an den Standorten. (Die Festlegung der Aufteilung erfolgt in der „Liste der Standorte Berlin“.)

3.3.10.4 Telematikssäule mit Detektor

Um Belegungsinformationen pro Stellplatz – unabhängig von einem angeschlossenen Elektrofahrzeug – erfassen zu können, wurde ein Stellplatzsensor in die Front der Standsatelliten eingebaut.

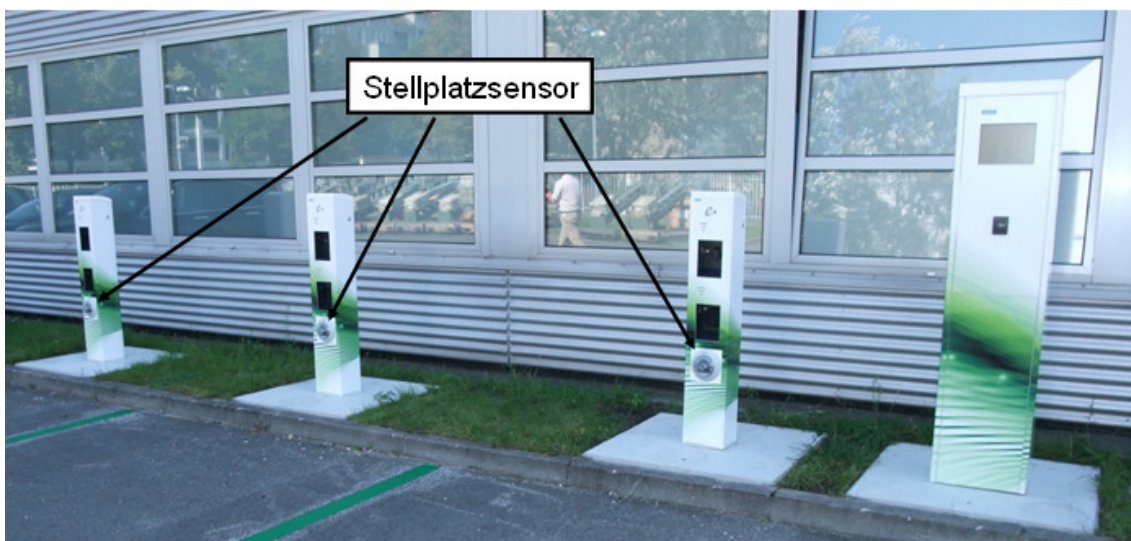
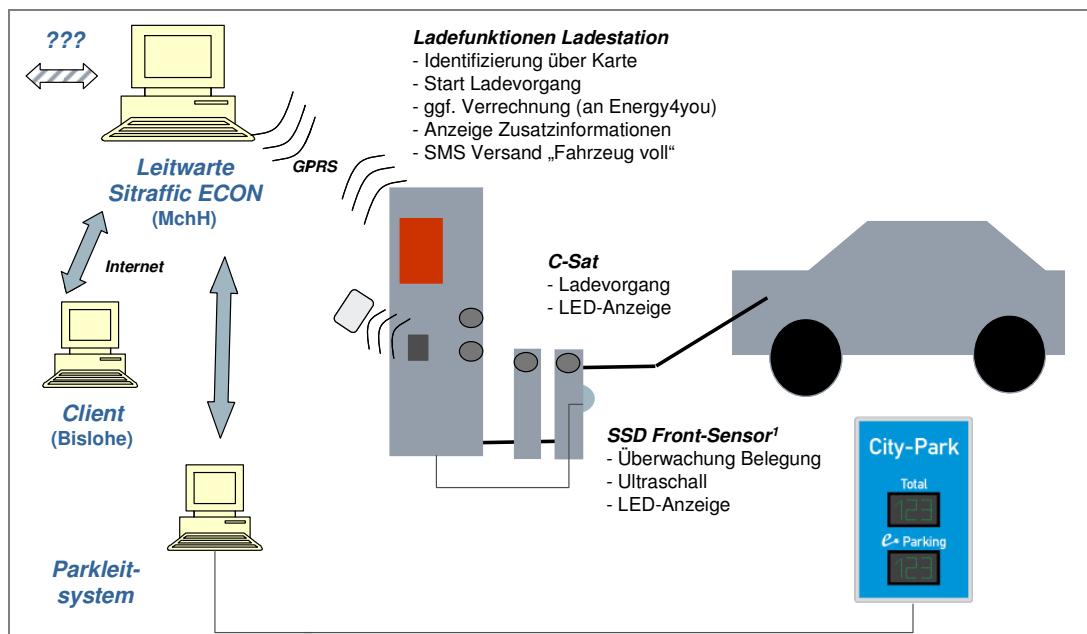


Bild mit Stellplatzsensoren vom Standort Eisenstrasse

Die Detektoren werden mechanisch / elektrisch in das Elektroladesystem SitrafficEPOS integriert.

Die Stellplatzsensoren melden an die Ladesäule die Zustände „Frei“ und „Belegt“ an die Ladesäule. Die Ladesäule schickt die Belegungsinformationen – Anzahl Parkplätze, Anzahl freier und belegter Parkplätze – bei Zustandswechsel eines Parkplatzes an das Back Office System.



Das Back Office System verbindet diese Daten mit den Namen und Standort der Ladesäule und schickt dieses Datenpaket, sogenannte „Infrastrukturdaten“, weiter an den E-Mobility Server. Diese Softwarekomponente hat die Aufgaben, diese Daten an verschiedenen 3rd Party Software Systeme weiterzuleiten.

Im 4S Projekt werden diese Daten dazu verwendet, um Belegungsinformationen im Flottenverwaltungssystem und im Navigationssystem anzuzeigen.

Die Belegungsdaten können über eine noch zu definierende Schnittstelle an weitere Systeme (Parkleitsystem, Reservierungssystem,...) weitergegeben werden.

3.3.10.5 Verschiedenes zu Ladesäulen

Ladesysteme anderer Lieferanten als Siemens wurden für das 4S Projekt Berlin nicht vorgesehen.

Alle Ladestationen, die am eCSM aktiv teilnehmen, mussten die im eCSM-Projekt verwendeten ID-Karten (Siemens MA-Ausweis) akzeptieren.

Parkt ein Fahrzeug ohne Buchung und / oder Reservierung oder Anmeldung per ID vor einer Ladesäule ohne Parkraumüberwachung, so erkennt das eCSM dieses in der Regel nicht automatisch. Der Flottenbetreiber hat festzulegen, wie solche Fälle aufzudecken und zu behandeln sind (z.B. in dem sich ein Nutzer per Service Phone des Fahrzeuges meldet, dass sich eine für ihn vom System als frei gemeldete Ladestation nicht anfahren lässt, weil ein Fahrzeug davor parkt).

Hält ein 4S Fahrzeug vor einer Ladesäule, so muss der Fahrer sich unmittelbar nach seiner Ankunft mit seiner ID am der Ladesäule identifizieren.

Ladesäulen, die im Rahmen des Projektes errichtet wurden, sind ausschließlich von den am eCarSharing teilnehmenden und vom eCSM verwalteten Fahrzeugen nutzbar. Fremdfahrzeuge verwaltet das eCSM System in der ersten Ausbaustufe nicht.

3.3.11 Parkraum- und Charging Station Management

3.3.11.1 Parkraummanagement

Folgende Funktionen sind im Parkraummanagement enthalten:

i. Charging in car park

In der Lösung wird eine Ladesäule verwendet, die nicht mehr als 80A Gesamtstrom entnimmt, so dass lediglich die Anschlussleistung ausreichend ausgelegt wird.

ii. Parkplatzüberwachung. Die Parkplatzüberwachung ermittelt die Belegung des Parkraumes durch ein Fahrzeug und überträgt diese Information an das eCSM System und gegebenenfalls Parkraumanzeigen.

iii. Technical Monitoring and Support

Diese Funktion bezieht sich auf die Instandhaltung und Management der Systeme und Parkplätze. Hierbei spielen Tools für Parkplatzmanagement, Error-Detection, Maintenance und Support die zentrale Rolle. Folgende Funktionen werden in diesem Zusammenhang abgedeckt:

· Ladestation defekt

Fehler und Ort des Fehlers werden an die Service Center übertragen und dort angezeigt. Optional werden diese Meldungen dem Servicepersonal per SMS oder eMail gemeldet.

3.3.11.2 Charging Station Management System

Zur Unterstützung des aktiven eCarsharingprozesses sind von der Ladestation neben dem Laden selbst zusätzlich folgende Funktionen erforderlich:

i. Telekommunikation mit der Zentrale, entweder direkt oder über eine zwischengeschaltete Automatisierung wie z.B. SITY-CONTROL, zur Übertragung von Belegungsdaten.

ii. Remote updates zur Aktualisierung von Software-Elementen

3.3.11.3 Ladeinfrastruktur Back office

Um eine Verwaltung der Park&Charge Ladeinfrastruktur zusammen mit Parkscheinautomaten zu ermöglichen wurde eine neue Generation der Back Office Software erstellt. Die Back Office Software übernimmt die Kommunikation zu den Ladesäulen und zu den Parkscheinautomaten, nimmt alle Meldungen und Events der Geräte entgegen und speichert sie ab und ermöglicht das Eingreifen aus der Leitzentrale.

Speziell im Forschungsprojekt musste das Kommunikationsprotokoll der Parkscheinautomaten um die Funktionalität der Ladesäulen erweitert werden. Um die erweiterten Fehlermeldungen und Nachrichten verwalten und abspeichern zu können, wurde die bestehende Datenbankstruktur überarbeitet und erweitert.

3.3.12 Fahrzeuggeräte

Jedes Elektrofahrzeug verfügt über

· OBU inkl.

a. ID Reader

b. Fahrzeugschnittstelle

c. Servicephone

d. Statusanzeige

· Navigation inkl. HMI

3.3.12.1 Onboard Unit (OBU).



OBU mit RFID Empfänger unterhalb von Etikett und Statusanzeige (grün) darüber

Die OBU stellt die fahrzeugseitige Recheneinheit, Ortung, Telekommunikation, Fahrzeuganbindung, Bedien- und Anzeigenverarbeitung und Schnittstelle zum Navigationsgerät zur Verfügung.

Die OBU Status-Anzeige signalisiert dem Benutzer den aktuellen Buchungszustand des Fahrzeugs sowie den aktuelle Batterieladestand des Fahrakkus. Dabei werden Buchungsinformationen des eCar Sharing Managementsystems (eCSM) als auch Informationen des Fahrzeugs von der OBU Software ausgewertet und zur Anzeige gebracht.

Die Statusanzeige wurde in Form von verschiedenen färbigen LEDs (grün, blau, gelb, rot) direkt auf die Hauptleiterplatte der OBU integriert. Damit die Statusanzeige auch von außerhalb des Fahrzeugs gut sichtbar ist, wurde sowohl die OBU Gehäuse Rückschale, als auch der OBU Halter aus einem durchsichtigen Material gefertigt.

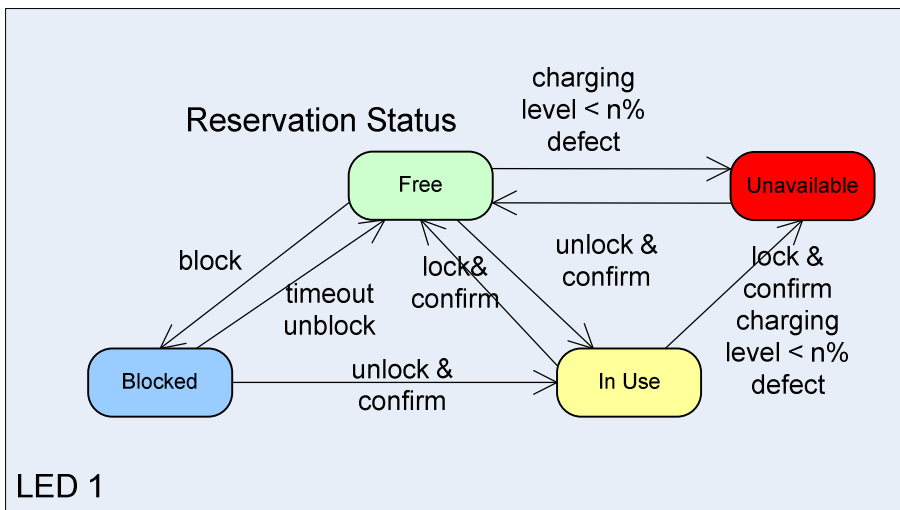
Während der Fahrt (= Zündung ein) ist das Status-Display aus Sicherheitsgründen ausgeschaltet.



Benutzer öffnet Fahrzeug mittels Siemens Mitarbeiterausweis

Der RFID-Reader der OBU muss in der Lage sein, Siemens Mitarbeiterausweise außerhalb des Fahrzeuges lesen zu können. Neben dem RFID-Reader war auch eine von außerhalb des Fahrzeuges ablesbare Status-Anzeige vorzusehen. Hierbei sollten Ablesewinkel, Helligkeit und Farbschtheit des Displays einen Gebrauch unter allen zu erwartenden Umgebungsverhältnissen ermöglichen.

Insbesondere musste das Display auch unter Sonneneinstrahlung von außen durch den Kunden ablesbar sein. Der Ablesewinkel musste hierbei mindestens 45 Grad betragen. Das Status Display der OBU zeigte den Status des Fahrzeuges an. Folgende Zustände waren vorgesehen:



Zustände des Fahrzeugs über OBU Status Display angezeigt

Die OBU war sicher auszulegen. Im Falle eines Systemfehlers (Ausfall, Stromzufuhr unterbrochen o.ä.) durften keine fahrzeugtechnischen Einschränkungen auftreten.

Fahrzeugschnittstelle

Die Schnittstelle zwischen der OBU mit dem Fahrzeug unterstützt folgende Funktionen:

- Tür auf/zuschließen
- Batterie- und Fahrzeugstatus
- Ladestatus
- Losfahrschutz aktivieren/deaktivieren
- Bereitstellen der berechneten Reichweite

3.3.12.2 Navigation:



WayteQ X850 Navigationsgerät

Die Abbildung zeigt das eingesetzte Navigationsgerät vom Typ WayteQ X850 PND (Portable Navigation Device). Das Navigationsgerät verfügt über die selben gängigen Navigationsfunktionen wie andere handelsübliche Geräte.

Nach Identitätsprüfung mittels Siemens Mitarbeiterausweis oder Servicekarte am RFID-Empfängers der OBU müssen sich Benutzer bei jeder Inbetriebnahme des eCars am Navigationsgerät mittels PIN authentifizieren und ggf. Bestätigungsmeldungen positiv quittieren.



PIN -Eingabe

Nach erfolgreicher Authentifizierung wird der Losfahrschutz des Fahrzeugs deaktiviert und es kann mittels Zündschlüssels, der im Handschuhfach zu finden ist, gestartet werden.

Während des Fahrens mit dem Fahrzeug wird über die OBU die aktuelle Fahrzeugposition mittels GPS-Empfänger bestimmt und an das Navigationsgerät zur Berechnung und Darstellung weitergeleitet. Zusätzlich werden diese Trackingdaten auch für die Erkennung der Geofence Anwendung herangezogen.

Am Navigationsgerät läuft die Navigations-Software mit eCar-Sharing spezifischen Erweiterungen, welche den Benutzer über durchzuführende Aktionen informieren. Im Rahmen der eCar-Sharing Benutzerführung werden spezielle Hinweistexte in Form von Hinweismeldungen auf dem Navigationsgerät-Display eingeblendet.

Rückmeldungen der Benutzer erfolgen über 2 eingeblendete Buttons. Das Navigationsgerät unterstützt hinsichtlich des eCar-Sharing Betriebs die Sprachen Deutsch und Englisch. Die Sprachauswahl erfolgt über das Display des Navigationsgerätes.

Die Bedienung des eCar Sharing Systems im Fahrzeuginneren erfolgt nur über das Navigationsgerät. Die OBU selbst steuert zwar die gesamte Anwendungslogik, hat Verbindung zum Fahrzeug und mit der Zentrale, eine Bedienung an den OBU Benutzerschnittstellen im Fahrzeuginneren ist aber für die Benutzer nicht erforderlich.

3.3.12.2.1 Basisfunktionen

Die Basisfunktionen des Navigationssystems sollen denen herkömmlicher Navigationssysteme entsprechen und in Verbindung mit dem HMI zumindest folgende Anzeigen und Bedienungen unterstützen:

- Standortanzeige und Zieleingabe
- Darstellung der berechneten Route
- Darstellung der Reichweite auf Basis des aktuellen Ladezustands.
- Status der Ladestation
- Auswahl der angezeigten Ladestation als Zielort
- Belegungszustand der Stellplätze vor der Ladesäule, soweit sinnvoll darstellbar

Das Navigationsgerät wird visualisiert durch einen separaten Bildschirm ausreichender Größe. An folgenden Eckdaten ist sich hierbei zu orientieren:

- LCD, Touchscreen
- Mind. 320 x 240 Auflösung
- Mind. 3,5 Zoll
- Mind. 4096 Farben

Das Navigationsgerät wurde im Fahrzeuginneren für den Benutzer einsehbar installiert und musste mit einer Hand bedienbar sein. Die Verbindung zur OBU geschieht z.B. per USB-Kabel. Alle Kabel sind möglichst unsichtbar verlegt.

Das Navigationsgerät sollte so umgesetzt werden, dass eine Erweiterung z.B. in Richtung OEM-Anbindung möglich ist. Weiterhin war auf hochwertige grafische Aufbereitung nach gängiger Technik zu achten (z. Bsp. TomTom). Zusatzfunktionen wie z.B. das Einblenden von Polygonen (bzgl. GeoFencing) und das Einblenden von Ladesäulen musste mit möglichst wenig Aufwand zu realisieren sein.

Es war insbesondere zu beachten, dass die grafische Darstellung der Ladesäulen einen ausreichenden Detaillierungsgrad erlaubt, so dass Ladesäulen mindestens als frei oder reserviert markiert werden können.

Weiterhin sollte die Unterscheidung zwischen reservierbaren und nicht-reservierbaren Ladesäulen möglich sein. Weiterhin sollte das System die Anzeige von Parkplätzen erlauben, die auch als frei oder reserviert markiert werden können.

3.3.12.2.2 Funktionalitäten

Folgende Funktionalitäten werden durch die Kombination OBU und Navigationsgerät im Detail abgedeckt:

i. Ortung / Ortsbestimmung

Die Ortsbestimmung geschieht über das in der OBU eingebaute GPS Modul. Ortsinformationen sollen zur Verarbeitung an das eCSM System übertragen werden können. Genauigkeit, Refresh-Rate und sonstige Merkmale der GPS Ortung sind so auszulegen, dass handelsübliche Spezifikationen erreicht werden und somit eine state-of-the-art Navigation möglich ist (z.B. Chipsatz SiRF Star III).

ii. Routenberechnung und Zielführung

Die Routenberechnung und Zielführung erfolgt im Navigationsgerät. Diese verarbeitet auch Informationen, die das eCSM System zur Verfügung stellt (Ziele und Zwischenziele). Im Zuge der Zielführung werden weitere Informationen dargestellt (z. Bsp. Ladesäulen mit Stati).

iii. Reichweitenberechnung


Die fahrzeugeigene Reichweitenberechnung wird über den CAN-Bus abgefragt und am Navigationsgerät dargestellt.

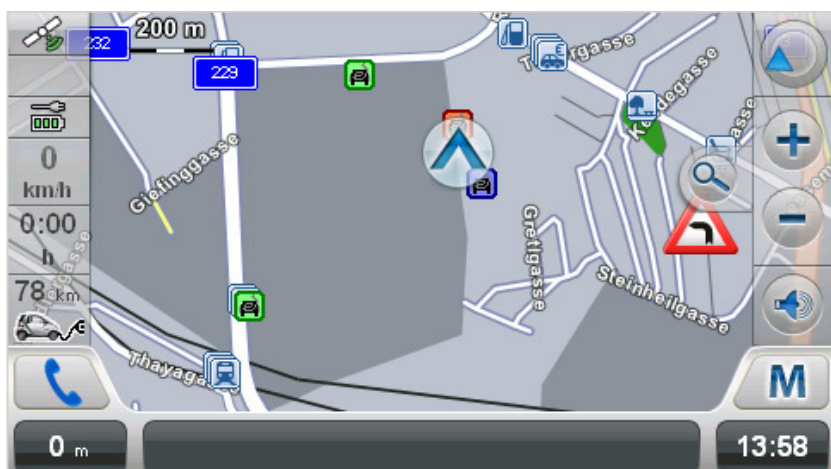
iv. Geofencing

Das System detektiert die Überschreitung von festgelegten Zonengrenzen und reicht diese Daten in mit dem Überschreitungzeitpunkt, Ort und Kilometerstand an das eCSM weiter.

3.3.12.2.3 Auffinden von freien Ladestationen

Das Navigationsgeräte-Display zeigt in der Kartendarstellung Ladesäulen mit einem

spezifischen Icon an: 



Ladesäuledarstellung am Navigationsbildschirm

3.3.12.2.4 Quicksearch-Menü

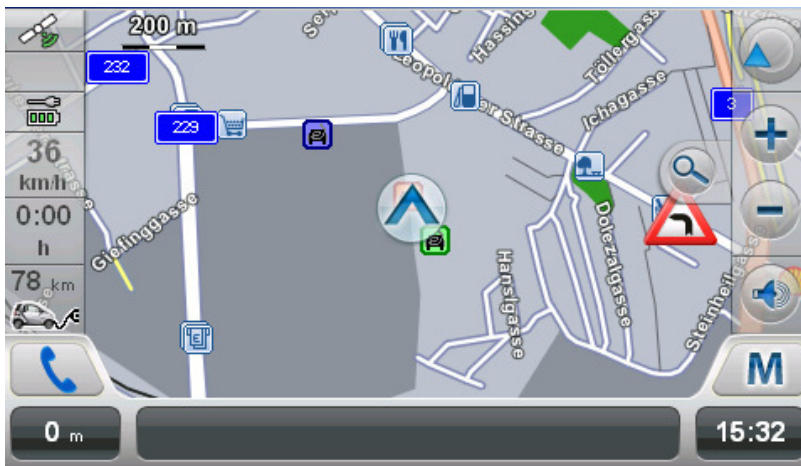
Mittels des Menüpunkts im Quicksearch-Menü ‚Ladesäulen in der Nähe‘ bzw. ‚Verfügbar in der Nähe‘ können Ladesäulen als Navigations-Zwischenziel ausgewählt werden.



Quick Menü zur Auswahl einer Ladesäule

3.3.12.2.5 Reichweitenberechnung

Die maximale Reichweite bei 100% Batterieladung der im 4S-Projekt eingesetzten eCars beträgt rund 120km. Die aktuelle Reichweite wird von der OBU über CAN vom Fahrzeug abgefragt und wird am Navigationsgerät am linken Displayrand in ‚km‘ angezeigt.



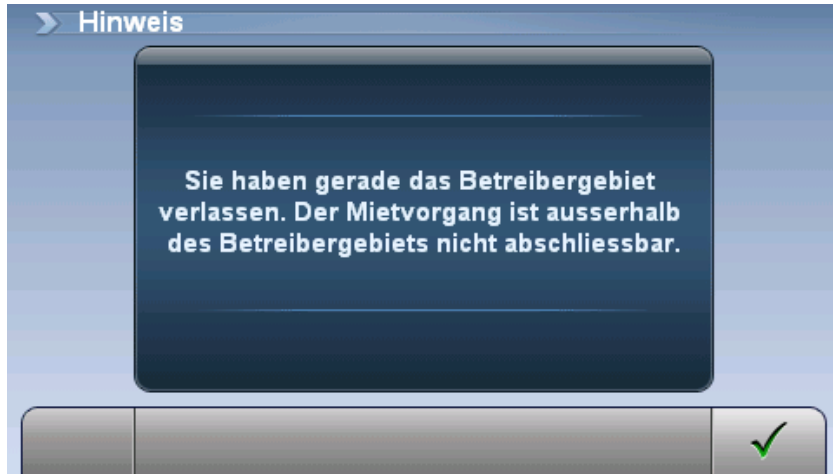
Beispiel für aktuelle Reichweite

Sinkt die Batterieladung des Fahrzeugs unter 20%, bzw. beträgt die Restreichweite nur mehr ca. 20 km, wird der Benutzer mittels Texthinweismeldung aufgefordert, eine erreichbare Ladesäule anzunavigieren und dort zwischenzuladen.

3.3.12.2.6 Anwendungsfall geozonenabhängige Tarifierung und Betreibergebiet

Bei einem Umweltzonen-Grenzübertritt wird der Benutzer durch die OBU mittels eines kurzen akustischen Signals verständigt. Die Daten über Ein- bzw. Ausfahrt in eine solche Zone werden in der OBU mit entsprechendem Zeitstempel gesammelt und im Zuge der Fahrzeugrückgabe an das eCar Sharing Managementsystems (eCSM) zur weiteren Verarbeitung und Abrechnung mit dem Benutzerkonto weitergeleitet.

Das Ein- und Ausfahren in den Betreiberbereich wird mit einer Texthinweismeldung am Navigationsgeräte-Display angezeigt und muss vom Benutzer mit „ok“ quittiert werden.



Hinweismeldung beim Verlassen des Betreibergebiets

Beim Wiedereintritt ins Betreibergebiet wird der Benutzer ebenfalls mittels Texthinweismeldung darauf hingewiesen.

3.3.12.2.7 Anwendungsfall Servicetelefon

Um mit dem Service-Center des Betreibers in Kontakt zu treten, kann der Benutzer durch Betätigen des Servicetelefonbuttons auf dem Display des Navigationsgeräts eine Sprachverbindung hergestellt werden. Dazu verwendet die OBU die im Fahrzeug vorhandene Freisprechfunktion des Autoradios wohin eine Bluetooth Verbindung aufgebaut wird.



Servicetelefonbutton in Statusleiste

3.3.12.3 HMI:

Das HMI ermöglicht als Touchscreen die Eingabe von Ziffern, Buchstaben und Befehlen und zeigt z. B. Zustände und Informationen an.

- Alle oben gelisteten Eingaben / Anzeigen für das Navigationssystem
- PIN-Code des Nutzers
- Initiierung eines Servicecall
- Bestätigungsmeldungen
 - Fahrzeug ok, keine Schäden
 - Fahrer ist fahrfähig
 - Fahrer hat noch gültige Fahrerlaubnis
 - Fahrzeug ist von Ladestation getrennt
- Als Sprache soll das HMI mindestens Deutsch unterstützen

Das HMI stellt die Anzeige und Bedienung aller Funktionen mit heute üblichen Eingabe/Anzeigeverfahren dar. Heute übliche Anzeigeverfahren orientieren sich sowohl grafisch als auch funktionell an den Navigationsgeräten der OEM Hersteller (Bsp. Audi MMI (http://www.audi.de/de/brand/de/tools/advice/glossary/mmi.browser.filter_i_m.html), TomTom (<http://www.tomtom.com/>)).

Folgende Funktionen umfasst die Benutzerführung über das HMI im speziellen:

1. Navigationsfunktionen wie zuvor beschrieben.
2. Anmelden und Abmelden
3. Bestätigungsmeldungen bei Fahrzeugübernahme (Fahrfähigkeit, Zustand des Fahrzeuges, Kabel abgezogen, etc.)
4. Bestätigungsmeldungen während der Fahrt (Bestätigung des Zielortes bei Annäherung, Bestätigung einer Ladesäulenreservierung, Nachlade-Hinweis, etc.). Das Auftreten dieser Bestätigungen ist vom jeweiligen Anwendungsfall (Bsp. IOC Fürth, 4S Berlin) abhängig und wird für die Umsetzung von 4S in Berlin abgeschaltet.
5. Bestätigungsmeldungen nach Abgabe des Fahrzeuges (Kabel angesteckt, Mietvorgang abgeschlossen)
6. Fahrzeugzustand

Das Navigationsgerät zeigt ein Symbol bzgl. des Fahrzeug-Ladezustandes und das Ergebnis der Reichweitenberechnung an. Diese Informationen werden wie die üblichen Routeninformationen (Entfernung zum Ziel, voraussichtliche Ankunftszeit etc.) am Rande des NavigationsgeräteeBildschirmes möglichst nicht störend angezeigt.

7. Einblenden von Polygonen und Ladesäulen auf der Karte. Zusatzinformationen wie frei, reserviert über die Ladesäulen können wie beschrieben durch unterschiedliche Symbole dargestellt werden. Es ist darauf zu achten, dass diese Symbole für den Fahrer gut erkennbar sind und auch groß genug, so dass eine Auswahl einer Ladesäule auf dem Touchscreen möglich ist.

3.3.12.4 ID-Reader:

Der ID Reader der OBU erfasst den Nuterausweis des Nutzers (Siemens-MA-Ausweis), den dieser von außen präsentiert, und überträgt die relevanten Daten an die OBU.

Die ID soll die gleiche sein, mit der die Ladestationen freigeschaltet werden.

3.3.12.5 Fahrzeugschnittstelle:

Die Fahrzeugschnittstelle steuert die Türöffnung des Autos an, empfängt den Zustand des Fahrzeugs, soweit diese Daten vom Fahrzeug verfügbar sind:

- Technisch ok
- Service erforderlich

und liest die Daten vom Batteriemanagementsystem:

- Batterie wird geladen
- Batterie ist ok
- Restkapazität
- Ggf. Daten des Geschwindigkeitsmessers (Geschwindigkeit, Weg)

3.3.12.6 Servicephone:

Die OBU stellt eine Servicephone Funktionalität zur Verfügung, mit der mittels Freisprechen der Kontakt zur Zentrale aufgenommen werden kann. Die Aktivierung erfolgt über das HMI.

Entsprechende Audio-Integration ist mit dem Fahrzeughersteller abzustimmen.

Funktional beinhaltet das Service Telefon die Möglichkeit eine fest definierte Rufnummer anzurufen (Rufaufbau per Eingabe über HMI).

3.3.12.7 Statusanzeige im Fahrzeug:

Teil der OBU ist eine von außen sichtbare Anzeigeeinrichtung, die den Status (frei, reserviert/blockiert, defekt) des eCarsharingprozesses in 3 unterschiedlichen Farben signalisiert (siehe Systemlastenheft).

3.3.12.8 Installation und Inbetriebsetzung

Die Installation der Fahrzeuggeräte erfolgte koordiniert durch Corporate Technology (CT) durch die Firma Fräger.

Das liefernde Gewerk liefert alle Fahrzeuggeräte samt Einbaumaterialien, Installations- und IBS-Anleitungen.

Der Einbau, die Bedienung und die Geräte selbst sollen eine Qualität, Haptik und Optik erreichen, die Kundenpräsentationen gerecht werden.

Bei der Inbetriebsetzung waren durch den Installateur (Fa. Fräger) für jedes Fahrzeug alle Funktionen zu prüfen, die für den Fahrer relevant sind und die das Auto ansteuern.

Das Testergebnis war für jedes Fahrzeug zu dokumentieren.

3.3.12.9 Anzahl der Fahrzeuggeräte

Es sollten in Berlin X+1 (Reserve) komplette Fahrzeugeinrichtungen geliefert werden.

X=10 => 11 Fahrzeugeinrichtungen plus aller zum Einbau und überprüfbarer IBS erforderlichen Materialien und Dienstleistungen.

3.3.13 ETBO

Das ETBO (Electronic Tolling Back Office) verwaltet die OBUs und deren Daten, die in den Fahrzeugen installiert sind und verbindet diese mit dem eCSM Backoffice.

Die ETBO Applikationssoftware läuft auf Servern, idealerweise am Standort der Server für das eCSM.

3.3.14 Webportal

Fahrer von eCars haben die Möglichkeit, über ein Webportal entsprechende Buchungen von eCars vorzunehmen. Das Webportal ist unter der Adresse

<https://4s.siemens.com>

innerhalb des Siemens-Intranet erreichbar.

Da im Rahmen einzelner Buchungsschritte auch sensible, personen-bezogene Daten wie z.B. Namen, Geburtsdaten, Führerscheindaten, Bestellreferenzdaten etc. übertragen werden, ist das Webportal nur über eine sichere, verschlüsselte Verbindung via HTTPS-Protokoll erreichbar.

Nach Eingabe der oben genannten Portaladresse erscheint zunächst eine Begrüßungsseite, siehe auch Abbildung 1. Dieser Begrüßungsbildschirm vermittelt dem Fahrer bereits einen grundlegenden Eindruck vom Ausleih-, Fahr- und Rückgabeprozess durch die Einblendung einer sehr anschaulichen Übersichtsgrafik.



Abbildung 1: Webportal - Begrüßungsbildschirm

Bereits im Begrüßungsbildschirm ist rechts oben eine Menüleiste zur Auswahl einer der Punkte „Abholung und Rückgabe“, „Preismodell“, „FAQ“ bzw. „Datenschutzrichtlinie“ zu erkennen. Diese Menüleiste bietet dem Fahrer, der über das Webportal mit dem Backoffice des eCSM interagiert, weitere wertvolle Hinweise.

So veranschaulicht beispielsweise der Menüpunkt „Abholung und Rückgabe“ auf bildhafte Weise den gesamten Prozess von der Ausleihe einzelner Fahrzeuge bis zu deren Rückgabe mit vielen Details, vgl. Abbildung 2.

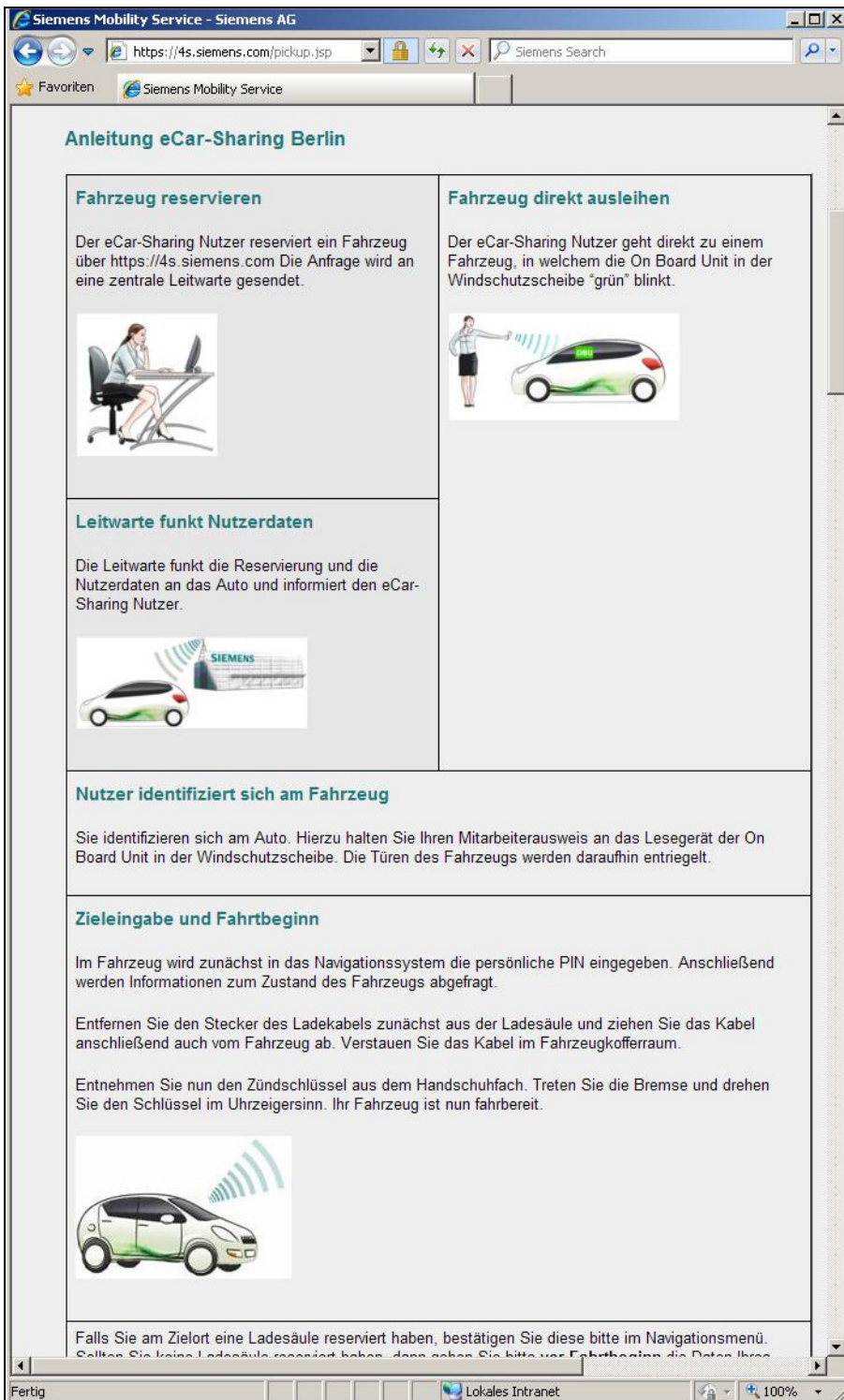


Abbildung 2: Webportal - Beschreibung des Abholung- und Rückgabeprozesses

Dazu gehören beispielsweise ausführliche Erklärungen

- zum Unterschied zwischen dem spontanen Buchen eines eCars und dessen langfristiger Reservierung,
- zur Bedienung der OnBoardUnit und des Navigationssystems, die in den eCars installiert sind und der Interaktion mit dem Fahrer im Fahrzeug dient,
- zu den unterschiedlichen Möglichkeiten der Strombetankung an Zwischenzielen und am Endziel über aktive und passive Elektroladesäulen sowie
- zu den Details der Rückgabe der eCars am Fahrtende.

Darüber hinaus erhält ein Fahrer über den Menüpunkt „FAQ“, wie in Abbildung 3 zu sehen, wichtige Antworten zu häufig gestellten Fragen zu den Kategorien

- „Kontakt“,
- „Allgemeines“,
- „Buchung/Reservierung“,
- „Bezahlung“,
- „Losfahren“,
- „Während der Fahrt“,
- „Das Fahrzeug zurückgeben“,
- „Beschädigungen am Fahrzeug“,
- „Pannen“ und
- „Bereifung“.

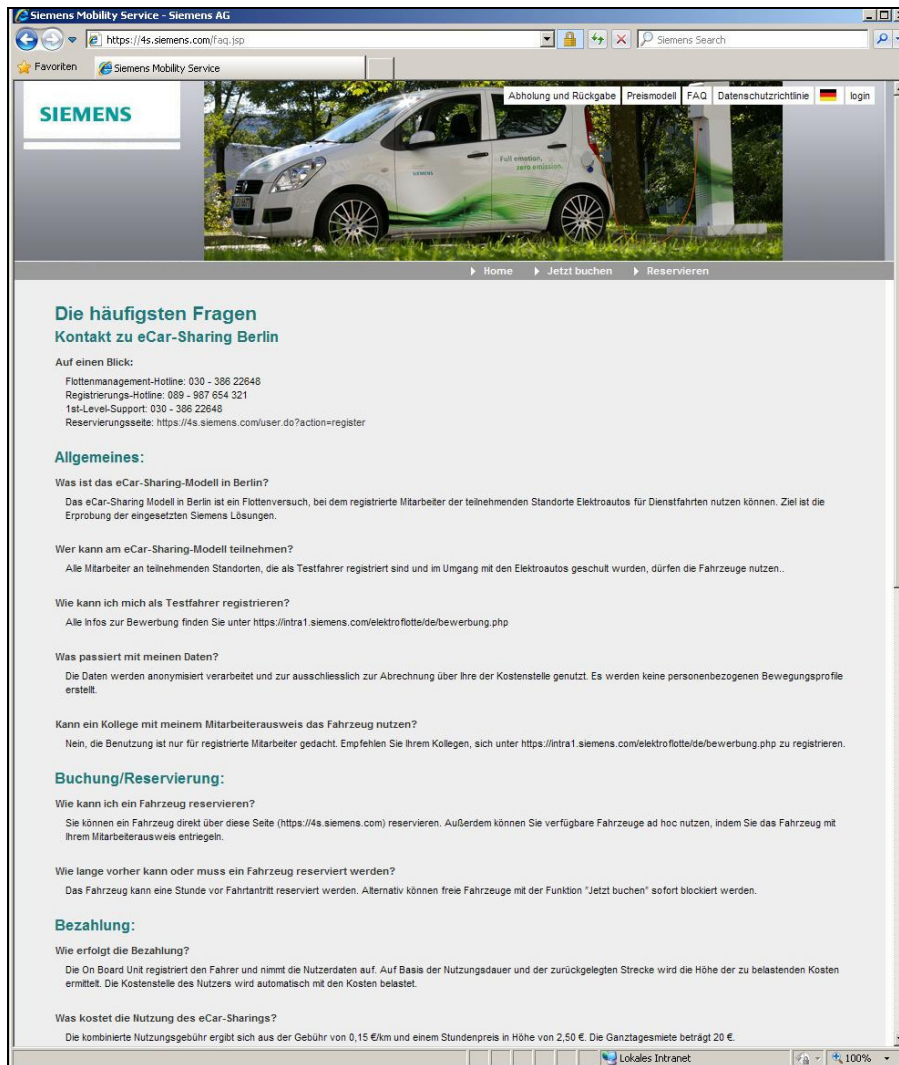


Abbildung 3: Webportal – Antworten auf häufig gestellte Fragen

3.3.14.1 Use Case „Neuen Benutzer registrieren / Login“

Zur Buchung eines eCars muß sich der Fahrer zunächst mit seinem Benutzernamen und seinem Paßwort ins Webportal einloggen, siehe Abbildung 4.

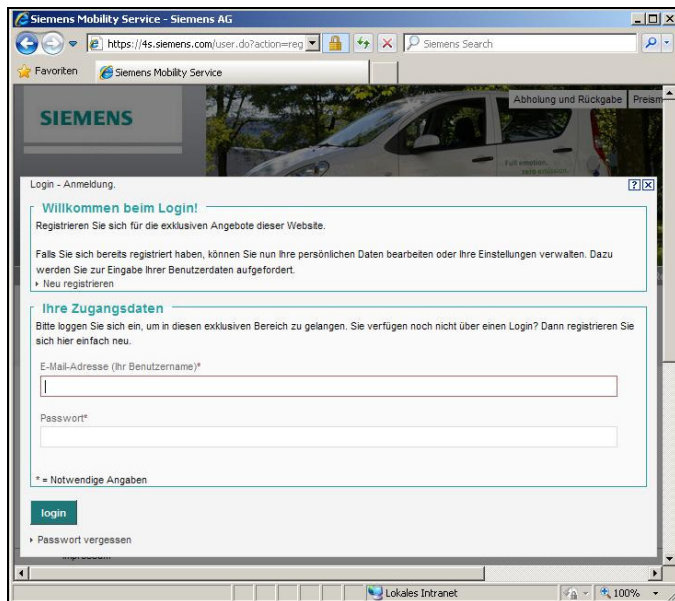


Abbildung 4: Webportal – Login registrierter Fahrer

Falls der Fahrer noch nicht über einen Login verfügt, so muß er sich zuvor über das Webportal am eCSM registrieren. Hierzu muß er, wie in Abbildung 4 gut zu sehen, auf „Neu registrieren“ klicken.

Dadurch öffnet sich dann eine Registrierungs-Maske, wie in Abbildung 5 zu erkennen. Zur Registrierung muß ein neuer Fahrer seine

- Login-Daten
- Persönlichen Daten
- Führerscheindaten und
- SAP-Daten

eingeben. Über verschiedenen Info-Buttons sind kleine Hilfstexte einblendbar, mit deren Hilfe z.B. die genaue Syntax sicherer Paßwörter beschrieben werden oder auf eine Siemens-Intranet-Seite zur Überprüfung der SAP-Daten verwiesen wird.

Schließt der Fahrer den Registrierungsprozeß ab, dann bekommt er eine eMail zugesandt, die einen Link enthält. Durch Klicken auf diesen Link wird die während der Registrierung angegebene eMail-Adresse verifiziert.

Bevor der Fahrer tatsächlich ein eCar ausleihen kann, muß er sich persönlich beim Operator in der Leitwarte vorstellen. Der Operator nimmt hierbei eine Überprüfung der eingegebenen Führerscheindaten sowie der SAP-Buchungsdaten vor. Anschließend wird der Operator, wie im Zusammenhang mit Abbildung 12 noch beschrieben wird, den Fahrer auf „aktiv“ setzen. Nur aktiv gesetzte Fahrer können – wie im Folgenden beschrieben – eCars ausleihen.

Registrierung.

» Login

Login Daten.

Anrede*
Herr

Vorname*

Nachname*

E-Mail-Adresse (Ihr Benutzername)*

Bestätigung E-Mail-Adresse*

Passwort*

Bestätigung Passwort*

Persönliche Daten.

Straße und Haus-Nr.*

Postleitzahl / Stadt*

Information reserviertes Fahrzeug durch
E-Mail

Mobilnummer*

Ihr Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)*

Führerscheindaten

Führerscheinnummer*

Führerscheinklasse*

Ausgestellt von.*

Ausstellungsdatum (TT.MM.JJJJ)*

Gültig bis (TT.MM.JJJJ)

SAP-Daten

OrgID *

Bestellreferenz *

Ich habe die Datenschutzrichtlinie gelesen und akzeptiere sie *

Registrierung bestätigen * = Notwendige Angaben

Abbildung 5: Webportal – Registrierung neuer Fahrer

3.3.14.2 Use Case „Benutzerdaten ändern“

Login-Daten, Persönlichen Daten und SAP-Abrechnungsdaten können vom Fahrer jederzeit nachträglich geändert werden, vgl. Abbildung 6.

Um Mißbrauch vorzubeugen, sind die Führerscheindaten jedoch nicht mehr nachträglich durch den Fahrer eigenständig änderbar. Ist dies gewünscht, so muß sich der Fahrer mit seinem Führerschein in die Leitwarte zum Operator begeben. Nur der Operator kann die Führerscheindaten nachträglich ändern.

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://fs.siemens.com/user.do?action=display>. The page title is "Siemens Mobility Service - Siemens AG". The navigation menu includes: Home, Jetzt buchen, Reservieren, Benutzerdaten ändern, Beschwerdeticket, and Meine Buchungen. The main heading is "Hier können Sie Ihre Benutzerdaten ändern".

Login Daten.

Anrede*	Herr	E-Mail-Adresse (Ihr Benutzername)*	Henrik.Kinnemann@siemens.com
Vorname*	Henrik	neues Passwort*	
Nachname*	Kinnemann	Bestätigung neues Passwort*	

Persönliche Daten.

Straße und Haus-Nr.*	Rudower Chaussee 29	Mobilnummer*	017212345678
Postleitzahl / Stadt*	12489 Berlin	Ihr Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)*	01 01 1960
		Information reserviertes Fahrzeug durch	E-Mail

SAP-Daten

OrgID *	3222
Bestellreferenz *	c=A1235*g=74654

Daten aktualisieren * = Notwendige Angaben

Abbildung 6: Webportal - Änderung der Benutzerdaten eines Fahrers

3.3.14.3 Use Case „Spontanes Buchen eines eCars“

Nach dem erfolgreichen Login ins Webportal hat der Fahrer die Möglichkeit, ein eCar spontan zu buchen. Dies bedeutet, dass er bereits 15 Minuten nach Abschluß des Buchungsprozesses losfahren kann.

Wie in Abbildung 7 zu sehen, wählt der Fahrer dazu nach Eingabe seines Standortes (rot-farbiges Symbol in Abbildung 7) eines der verfügbaren eCars in seiner näheren Umgebung aus. Verfügbare eCars werden dabei auf einer Google-Maps-Karte als grün-farbiges Symbole dargestellt. Ein eCar ist nur dann verfügbar, wenn der Beladungszustand seiner Batterie oberhalb eines durch den Operator frei wählbaren Schwellwertes zwischen 0 und 100% liegt.

Auf der Google-Maps-Karte in Abbildung 7 kann der Fahrer sich einzelne Charakteristika der sich in seiner Umgebung befindlichen und verfügbaren eCars anzeigen lassen. Dazu gehören neben dem aktuellen Beladungszustand der Batterie auch der Autotyp, das Autokennzeichen und die Entfernung des eCars zum spezifizierten Standort.

Durch Klick auf „Jetzt losfahren“ im rechten Teil von Abbildung 7 in der Mitte wird der Buchungsprozeß nach Auswahl eines verfügbaren eCars abgeschlossen.

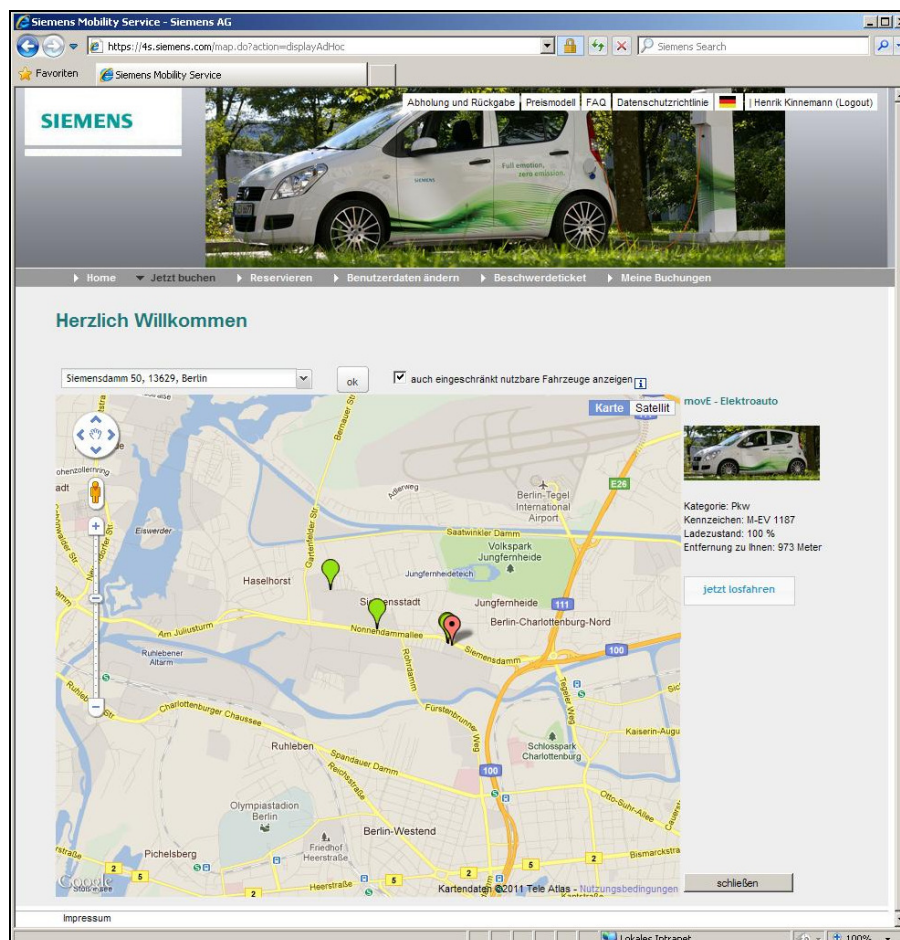


Abbildung 7: Webportal - Spontanes Buchen eines Elektroautos

3.3.14.4 Use Case „Langfristiges Reservieren eines eCars“

Neben dem spontanen Buchen ist über das Webportal auch ein eher langfristig orientiertes Reservieren möglich. Beim langfristigen Reservieren will der Fahrer nicht sofort innerhalb der nächsten 15 Minuten losfahren. Er spezifiziert vielmehr durch Auswahl eines genauen Start- und Endzeitpunktes ein in der Zukunft liegendes Buchungsintervall für irgendein eCar, welches an einem durch den Fahrer spezifizierten Standort in der Zukunft verfügbar sein wird. Welches eCar dies konkret sein wird, obliegt der Buchungsalgorithmik des eCSM.

Die auf der Google-Maps-Karte von Abbildung 8 eingezeichneten grünen und grauen Symbole bedeuten im Use Case „Langfristiges Reservieren“ daher nicht die Verfügbarkeit konkreter, körperlich vorhandener eCars. Vielmehr wird durch diese Symbole hier eine der möglichen, auswählbaren Stationen in der Nähe eines spezifizierten Standortes bezeichnet.

Ein grünes Symbol Abbildung 8 ist ein Standort mit einer aktiven Ladesäule, die bei der späteren Rückgabe des eCars automatisch mit dem eCSM kommuniziert. Für den Fahrer wird dadurch die Rückgabe des eCars erheblich einfacher.

Ein graues Symbol in Abbildung 8 ist ein Standort mit einer passiven Ladesäule. Will der Fahrer an dieser sein eCar später zurückgeben, dann muß er telefonisch mit dem Operator in der eCSM-Leitwarte Kontakt aufnehmen, um den Rückgabeprozess abzuschließen.

Durch die Einbindung aktiver und passiver Ladesäulen, auf die später noch im Zusammenhang mit Abbildung 15 eingegangen wird, hat Siemens die Möglichkeit geschaffen, auch nicht vollständig integrierbare Ladesäulen schnell und einfach in das Gesamtnetz der Ladesäulen-Infrastruktur einzubinden. Solche passiven Ladesäulen können z.B. Ladesäulen von anderen Firmen oder der öffentlichen Hand sein.

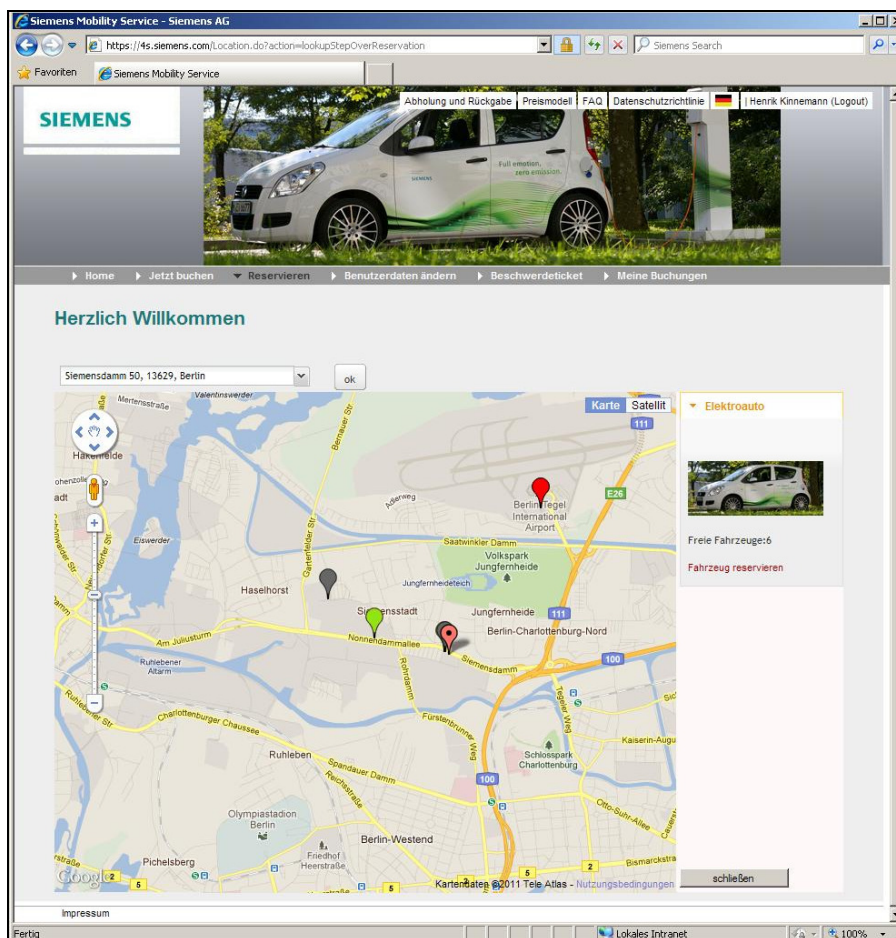


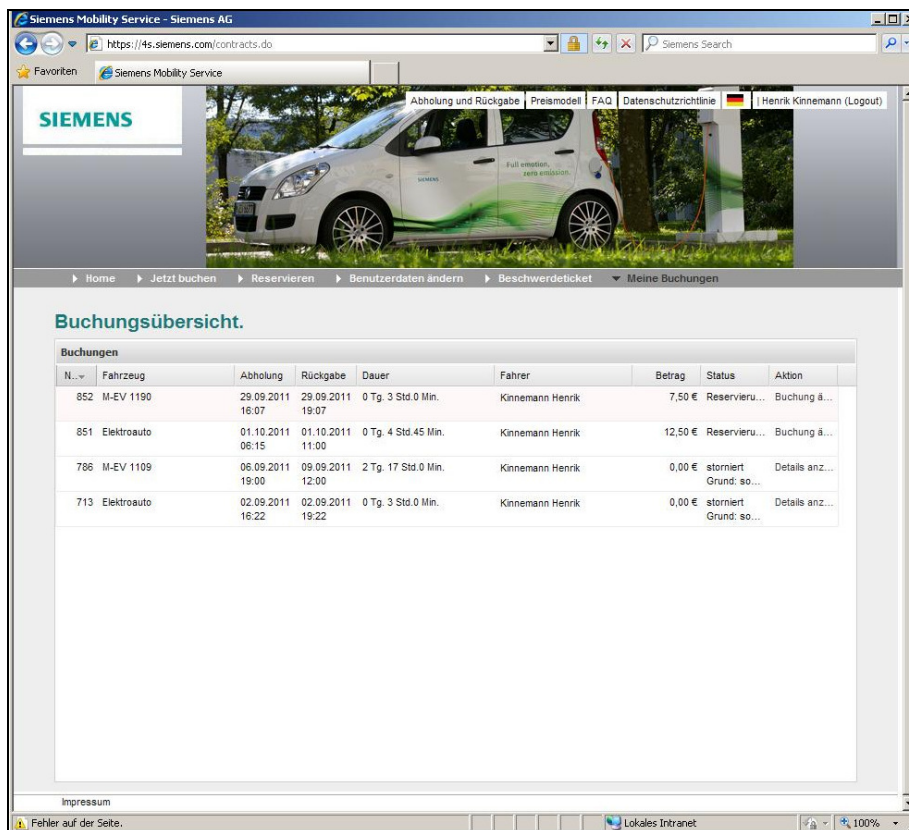
Abbildung 8: Webportal - Langfristiges Reservieren eines Elektroautos

3.3.14.5 Use Case „Buchungsübersicht anzeigen / Buchungen stornieren“

Alle getätigten Buchungen, egal ob spontane Buchung oder langfristige Reservierung, werden im BackOffice des eCSM verwaltet, wie später noch im Zusammenhang mit Abbildung 16 diskutiert wird.

Jeder Fahrer kann die durch ihn vorgenommenen spontanen Buchungen und langfristigen Reservierungen über das Webportal im Menüpunkt „Meine Buchungen“ einsehen, vgl. Abbildung 9. Dieses Einsehen kann z.B. dann sinnvoll sein, wenn ein Fahrer Details seiner Buchungen einsehen will.

Neben dem bloßen Ansehen hat jeder Fahrer über diesen Menüpunkt auch die Möglichkeit, bereits vorgenommene, aber noch nicht begonnene Buchungen kostenfrei zu stornieren.



The screenshot shows the Siemens Mobility Service web portal. The browser address bar displays 'https://4s.siemens.com/contracts.do'. The page features a navigation menu with options like 'Home', 'Jetzt buchen', 'Reservieren', 'Benutzerdaten ändern', 'Beschwerdeticket', and 'Meine Buchungen'. The main content area is titled 'Buchungsübersicht.' and contains a table with the following data:

N...	Fahrzeug	Abholung	Rückgabe	Dauer	Fahrer	Betrag	Status	Aktion
852	M-EV 1190	29.09.2011 16:07	29.09.2011 19:07	0 Tg, 3 Std, 0 Min.	Kinnemann Henrik	7,50 €	Reservieru...	Buchung ä...
851	Elektroauto	01.10.2011 06:15	01.10.2011 11:00	0 Tg, 4 Std, 45 Min.	Kinnemann Henrik	12,50 €	Reservieru...	Buchung ä...
786	M-EV 1109	06.09.2011 19:00	09.09.2011 12:00	2 Tg, 17 Std, 0 Min.	Kinnemann Henrik	0,00 €	storniert Grund: so...	Details anz...
713	Elektroauto	02.09.2011 16:22	02.09.2011 19:22	0 Tg, 3 Std, 0 Min.	Kinnemann Henrik	0,00 €	storniert Grund: so...	Details anz...

Abbildung 9: Webportal - Anzeige der Buchungsübersicht

3.3.14.6 Use Case „Beschwerdeticket aufgeben“

Jeder registrierte Fahrer hat jederzeit die Möglichkeit, über das WebPortal ein Beschwerdeticket aufzugeben. Solche Tickets werden dem Operator in der eCSM-Leitwarte dann zur Bearbeitung vorgelegt. Der Operator kann bei Vorliegen eines Tickets telefonisch oder per eMail Kontakt zum Fahrer aufnehmen.

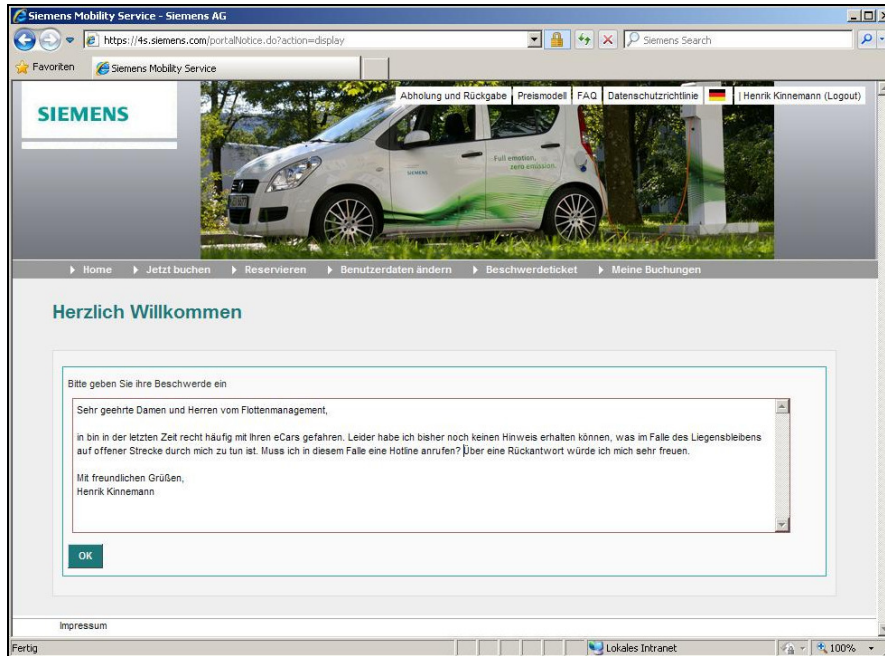


Abbildung 10: Webportal - Aufgabe eines Beschwerdetickets

3.3.15 Operator GUI

Der Operator in der eCSM Leitwarte wird sich beispielsweise um die Pflege der Daten der eCars, der Fahrer, der Stationen mit Elektroladesäulen und der vorgenommenen Buchungen kümmern.

In allen vier Bereichen wurde die bestehenden Flottenmanagement- und Car-Rental-Lösung um neue Funktionen erweitert, um den Besonderheiten einer Flotte von Elektrofahrzeugen Rechnung zu tragen. Diese Erweiterungen werden im Nachfolgenden näher beschrieben, nicht jedoch die bereits existierende Flottenmanagement- und Car-Rental-Lösung.

3.3.15.1 Use Case „Fahrzeugstamm verwalten“

In der Maske „Fahrzeugstamm verwalten“ wurde, wie Abbildung 11 zeigt, als neue Kraftstoffart „Strom“ mit aufgenommen und der Füllstand der Autobatterie gemessen in Prozent angezeigt.

Abbildung 11: Operator GUI - Maske "Fahrzeugstamm verwalten"

3.3.15.2 Use Case „Geschäftspartner verwalten“

Über den Geschäftspartner-Dialog kann der Operator einen registrierten Fahrer bei Vorlage gültiger Ausweis- und Führerscheinpapiere auf „aktiv“ setzen. Buchungen / Reservierungen können nur durch aktive Fahrer vorgenommen werden.

Der Dialog in Abbildung 12 zeigt ferner auch die Möglichkeit der Zuordnung von CarSharing- und Service-Karten zu einzelnen Fahrern bzw. zu Personen aus der eCSM Leitwarte.

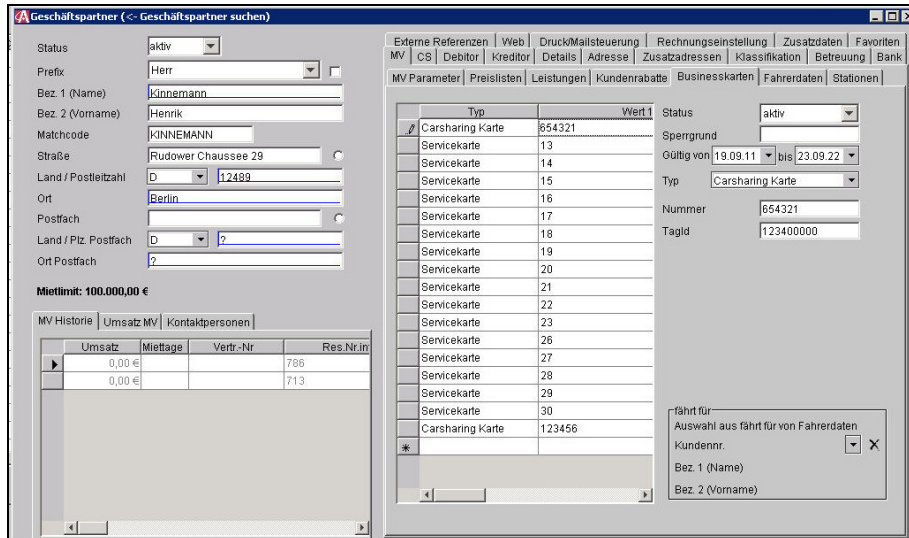


Abbildung 12: Operator GUI - Maske "Geschäftspartner suchen"

Der Geschäftspartner-Dialog bietet darüber hinaus – wie Abbildung 13 zeigt – auch die Möglichkeit, die im Registrierprozess erfassten SAP-Daten einzusehen und im Fehlerfalle auch zu korrigieren.

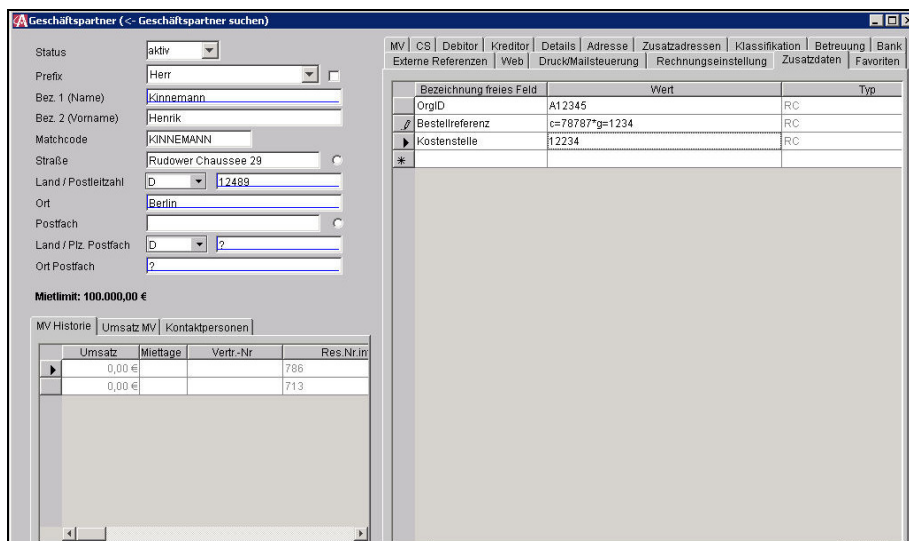


Abbildung 13: Operator GUI - Maske "Geschäftspartner suchen" (cont.)

3.3.15.3 Use Case „Stationen verwalten“

Wie bereits erwähnt, können im eCSM BackOffice-System sowohl aktive, als auch passive Elektroladesäulen eingepflegt werden. Hierzu muss das Auswahlfeld „Typ“ in Abbildung 14 entsprechend gesetzt werden.

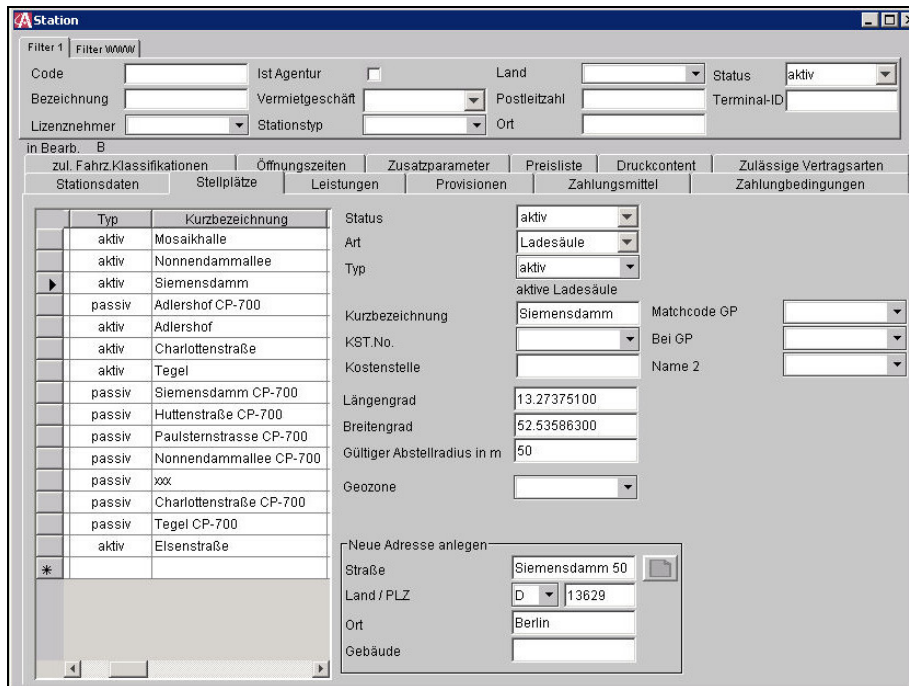


Abbildung 14: Operator GUI - Maske "Stationen verwalten"

Für die passiven Elektroladesäulen ist es möglich, eine sogenannte RFID-Whitelist-Datei zu erstellen. Das entsprechende Menü ist in Abbildung 15 zu sehen. In der RFID-Whitelist-Datei ist vermerkt, welchen Fahrern mit welchen Car-Sharing-Karten erlaubt ist, ein eCar an einer der passiven Elektroladesäulen zurückzugeben bzw. zwischenzuladen.

Die exportierte RFID-Whitelist-Datei wird nach ihrem Export automatisch vom BackOffice-System der jeweiligen passiven Ladesäuleninfrastruktur abgeholt und in die passive Ladesäuleninfrastruktur importiert.

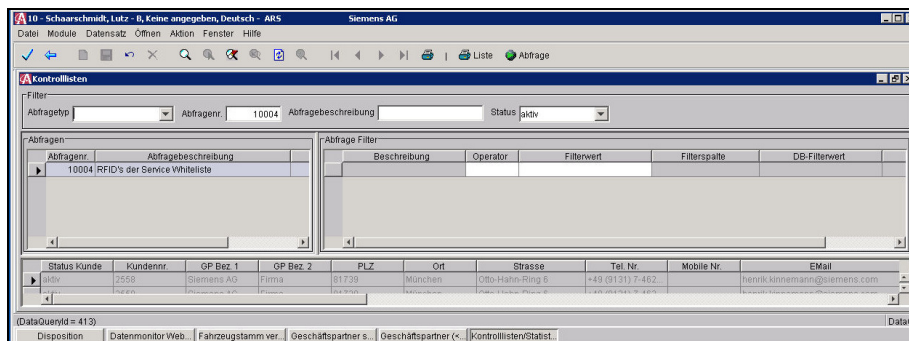


Abbildung 15: Operator GUI - Maske "Kontrolllisten / Statistik"

3.3.15.4 Use Case „Buchungen verwalten“

Der Operator erhält mittels des Dialogs „Datenmonitor Web / Disposition“ einen genauen zeitlichen Überblick über alle Buchungsvorgänge.

Neben einer sogenannten Hauptbewegung, die den eigentlichen Ausleihvorgang eines eCars von der Abholung des eCars bis zu dessen Rückgabe bezeichnet, ist im Dispositions-Dialog auch die zu jeder Hauptbewegung zugeordnete Nebenbewegung eingezeichnet (in Abbildung 16 in rosa Farbgebung).

Der Begriff der Nebenbewegung bezeichnet denjenigen zeitlichen Prozess, in dessen Verlauf das eCar an der Elektroladesäule angeschlossen ist um die Batterie wieder aufzuladen.

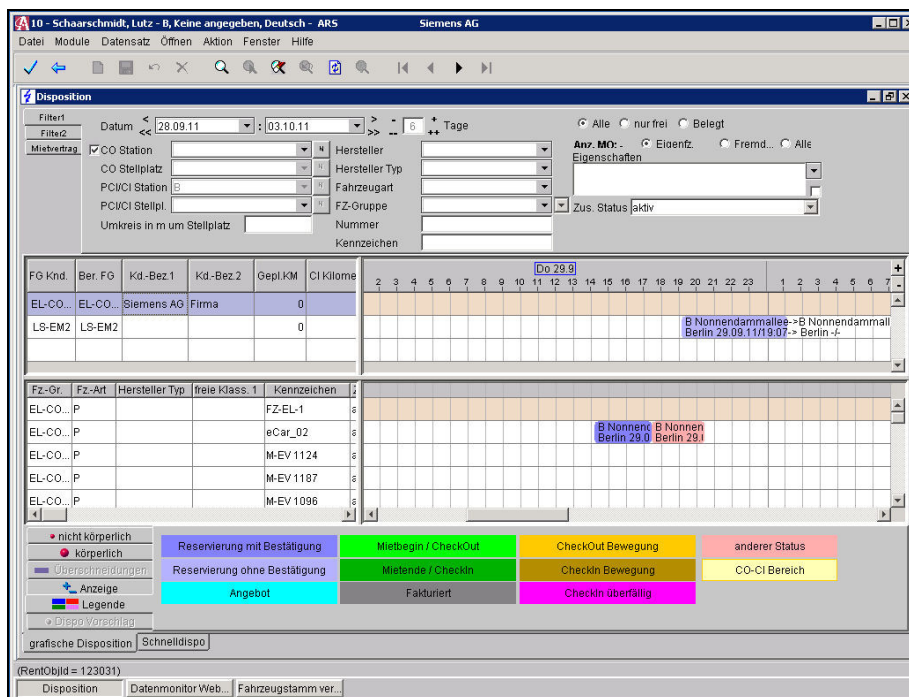
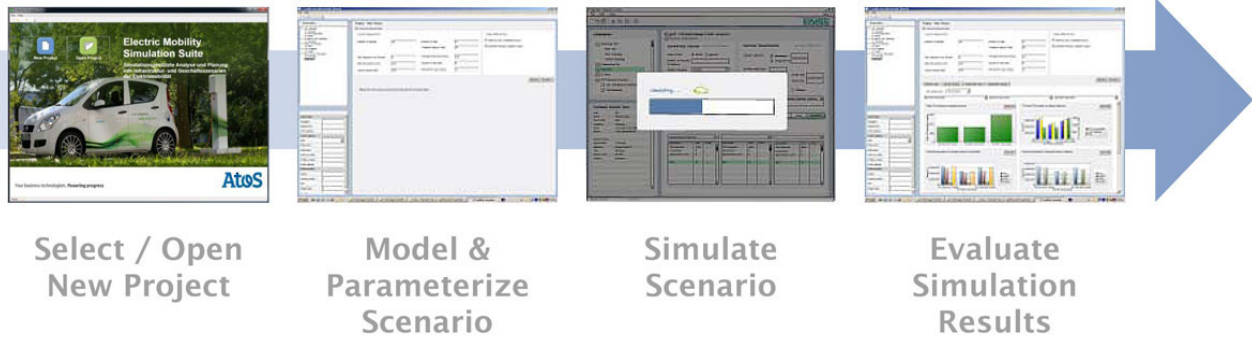


Abbildung 16: Operator GUI - Maske "Datenmonitor Web / Disposition"

3.4 Szenarienmodell als Planungssoftware



Parametrisierung, Modellierung, Simulation und Analyse auf durchgehendem Datenstrang

Ganzheitlicher Lösungsansatz: Simulationsgestützte Analyse und Planung von Infrastruktur- und Geschäftsszenarien der Elektromobilität

Analyse und Planung von Elektromobilitätsszenarien werden durch Simulation unterstützt.

Hierzu wird ein ganzheitlicher, multidisziplinärer Ansatz verfolgt, welcher sowohl technische als auch kaufmännische Kriterien und deren Wechselwirkungen in die simulationsbasierte Analyse einbezieht.

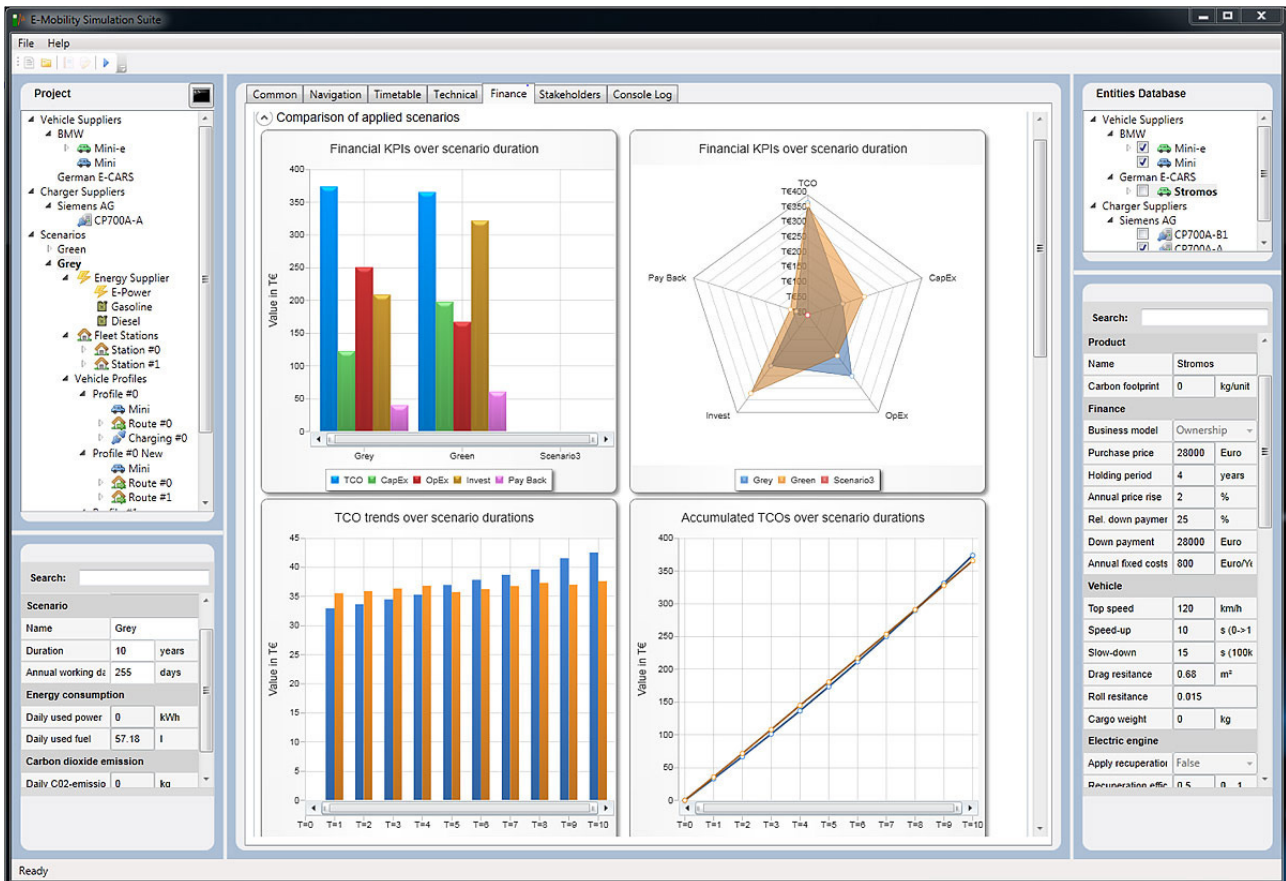
Mit Fertigstellung von „Funktionsmuster zur Demonstration der Planungssoftware“ sind die Entwicklungsziele bzgl. der Software EMSS im Rahmen von AP5 vollständig erreicht.

Die erste Version des EMSS-Demonstrators (D5.4) wurde bereits am 6. September 2011 der Fach- öffentlichkeit vorgestellt im Rahmen des 4-S Launch Events in Berlin.

Die abschließende Präsentation und Übergabe der Projektergebnisse an den Auftraggeber CT soll im Rahmen eines „4S-EMSS-Workshops“ erfolgen. Hierzu wird ein Termin im Oktober / November 2011 angestrebt.

Das gemeinsam mit CT erstellte Konzept zur exemplarischen Demonstration einer Cloud-gestützten Einbeziehung von Fahrzeug-Echtzeitdaten in das Planungswerkzeug EMSS wurde realisiert und kann demonstriert werden.

3.4.1 Nutzen und Mehrwert des Werkzeugs EMSS

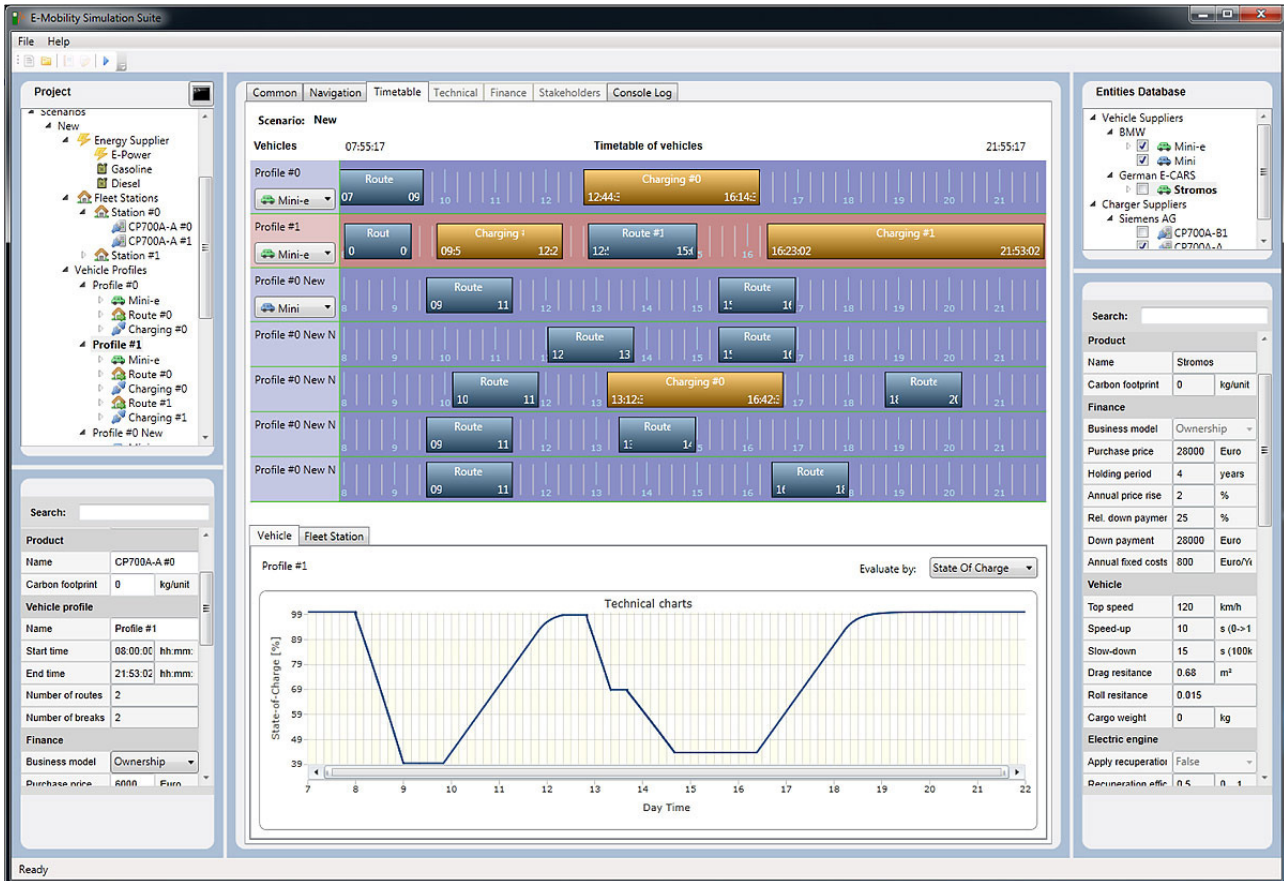


Auswertung kaufmännischer Simulationsergebnisse

Auszug aus Funktionsumfang:

- Schneller Überblick über technische und betriebswirtschaftliche Aspekte einer Elektromobilitätslösung
- Vergleich verschiedener Lösungsalternativen (technische Ausprägung, Wirtschaftlichkeit, ökologische Auswirkungen)
- Unterstützung bei der Analyse und Planung kundenspezifischer Elektromobilitätsstrategien
- Verbesserung der Planungsqualität bei Reduzierung des Planungsaufwands
- Unterstützung bei der Entscheidungsfindung
- Vermeidung von Fehlinvestitionen (Risikoreduzierung)

3.4.2 Deliverables gem. Gesamtvorhabensbeschreibung 4S vom 05.11.2010



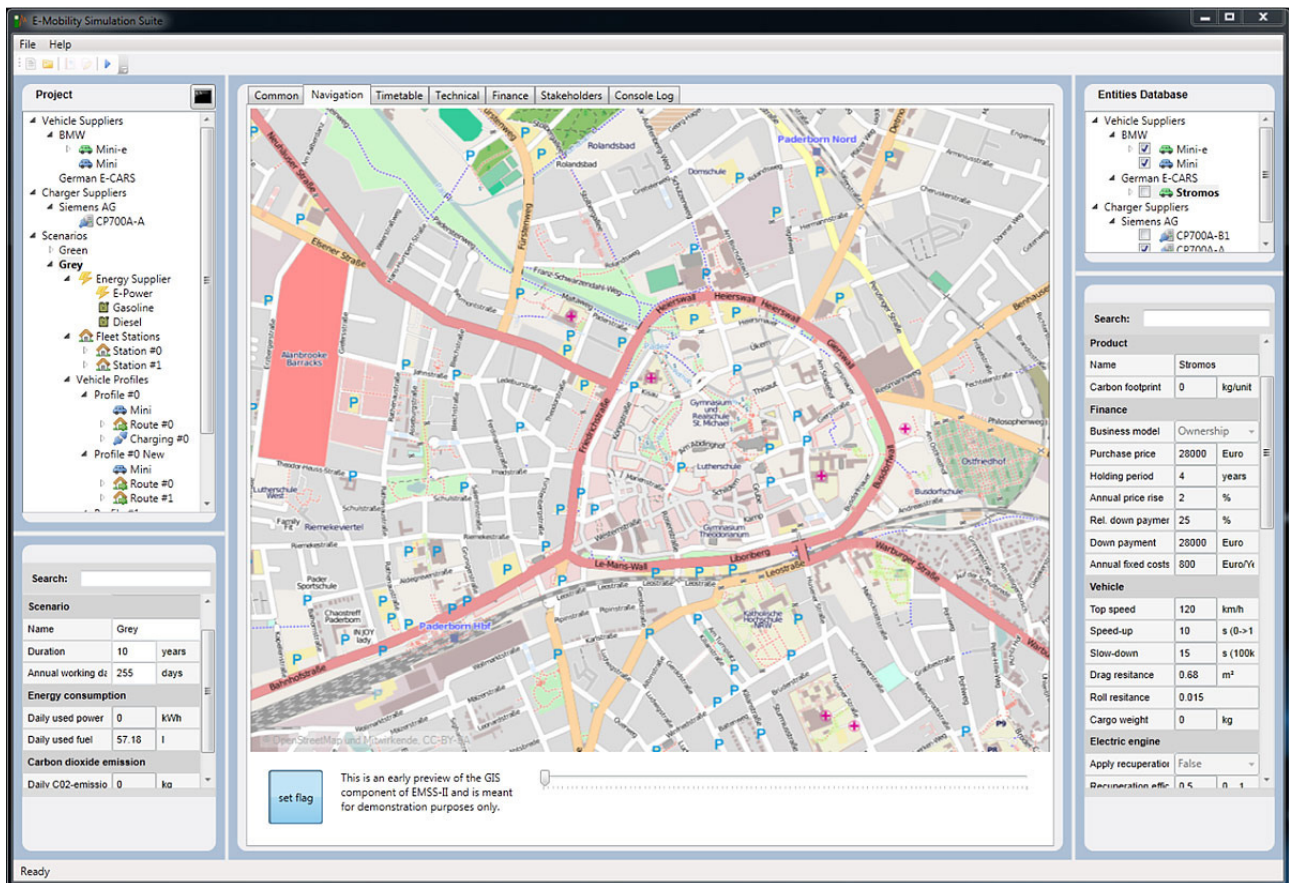
Technische Simulation eines Flottenszenarios

Dokument: „Simulationsszenarien für E-Mobility-Infrastruktur- und Geschäftsplanung“. (Ziel: Identifikation, Konkretisierung und Beschreibung von E-Mobility Szenarien.)

Dokument: „Update Simulationsszenarien für E-Mobility-Infrastruktur- und Geschäftsplanung“. (Ziel: Aktualisierung D5.1-a)

Dokument: „Anforderungsbeschreibung für die Planungssoftware“. (Ziel: Anforderungsbeschreibung.)

Dokument: „Methoden für die Modellierung und Simulation von E-Mobility-Szenarien“. (Ziel: Identifikation einer geeigneten Methode für die Modellierung und Simulation von E-Mobility-Szenarien. Ansatz für die softwaretechnische Implementierung der Methode.)



Simulation von EV-Routen mit GIS Anbindung

Software: Simulatorkern und Modellbibliothek für E-Mobility-Szenarien = Pre-Release der Planungssoftware mit eingeschränkter Funktionalität.

(Simulation einer eCar-Flotte mit variablen Routenprofilen)

(Ziel: Simulationssoftware und Modellstruktur: Konsolenfähige Simulationssoftware, die auf einer wieder verwendbaren, dynamischen Modellbibliothek basiert (keine GUI) und spezifizierte E-Mobility Szenarien numerisch analysiert.)

Software: „Funktionsmuster zur Demonstration der Planungssoftware“.

(Simulation einer eCar-Flotte mit variablen Routenprofilen sowie Anbindung eines GIS)

(Ziel: Demonstration von Planungsfunktionalität anhand von Beispiel-Szenarien:

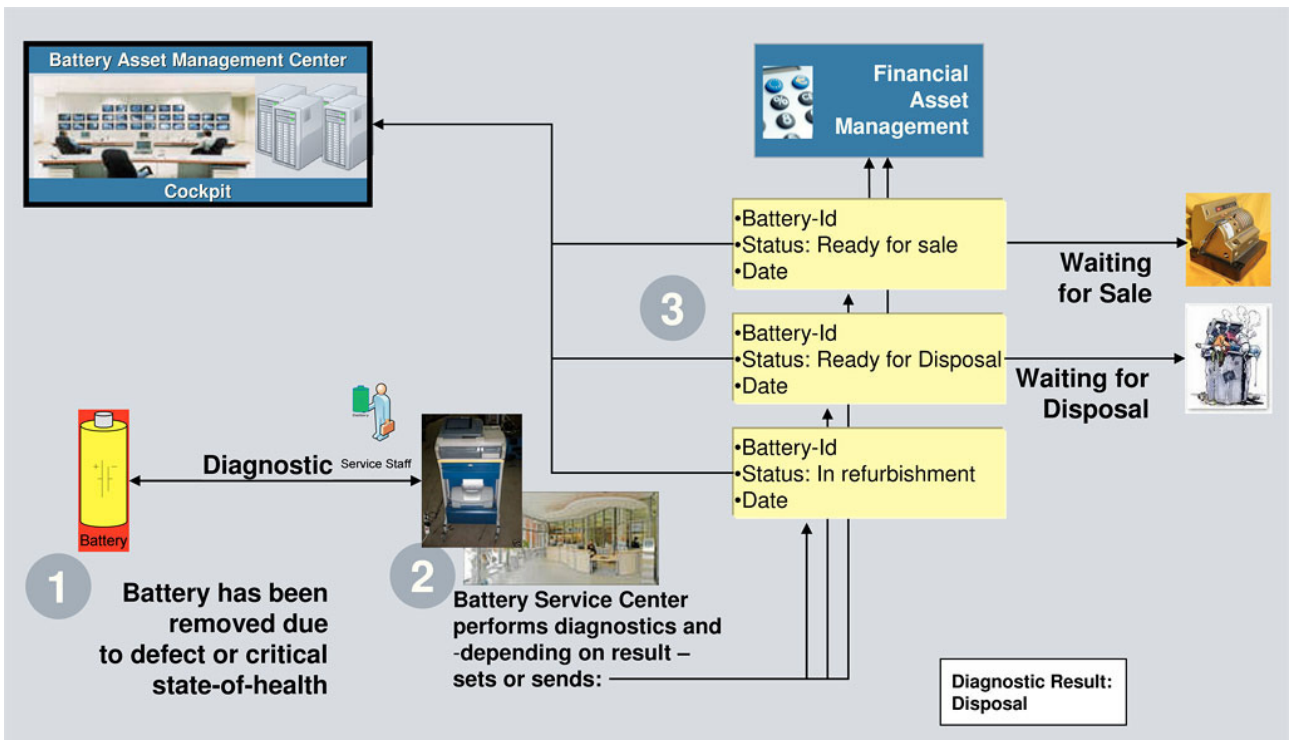
Planungswerkzeug für die Realisierung von spezifizierten e-Mobility Szenarien mit Schnittstelle zum Simulator und der Möglichkeit der Auswertung von Simulationsergebnissen.)

Software: „Funktionsmuster zur Demonstration der Betriebsfunktionalität“.

(Ziel: Demonstration einer rudimentären Einbeziehung von Echtzeitdaten im Hinblick auf künftige Betriebsfunktionalität als Ausbaustufe der Planungssoftware.)

Dokument „Anforderungsbeschreibung für einen Meta-Mobilitätsserver auf Cloud-Basis.“ (Lieferer: Siemens CT).

3.5 Battery Asset Management

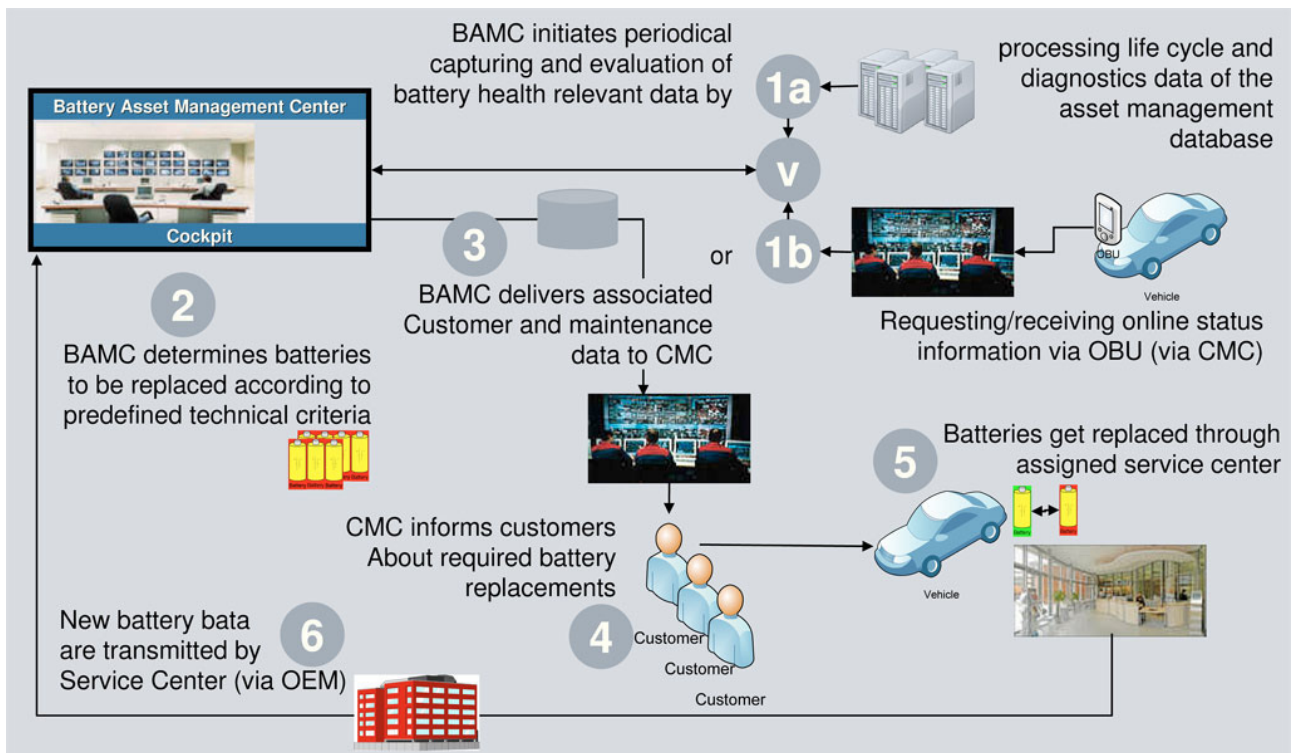


Prozessablauf am Lebenszyklusende

Erforschung und Entwicklung von Lifecycle-Methoden- und -werkzeugen für die Analyse und Planung lebensverlängernder Serviceszenarien für Infrastruktur-Komponenten im Bereich der Elektromobilität.

Planung, Realisierung und systemtechnische Gesamtintegration eines Batterie Lifecycle & Asset Management Systems (BAMS) für die Optimierung der Batterieflotte mit integrierter Fernüberwachung der einzelnen Batterien.

Untersuchung des gesamten Lebenszyklus' der Batterien im Gesamtumfeld „eCar Service Provider“



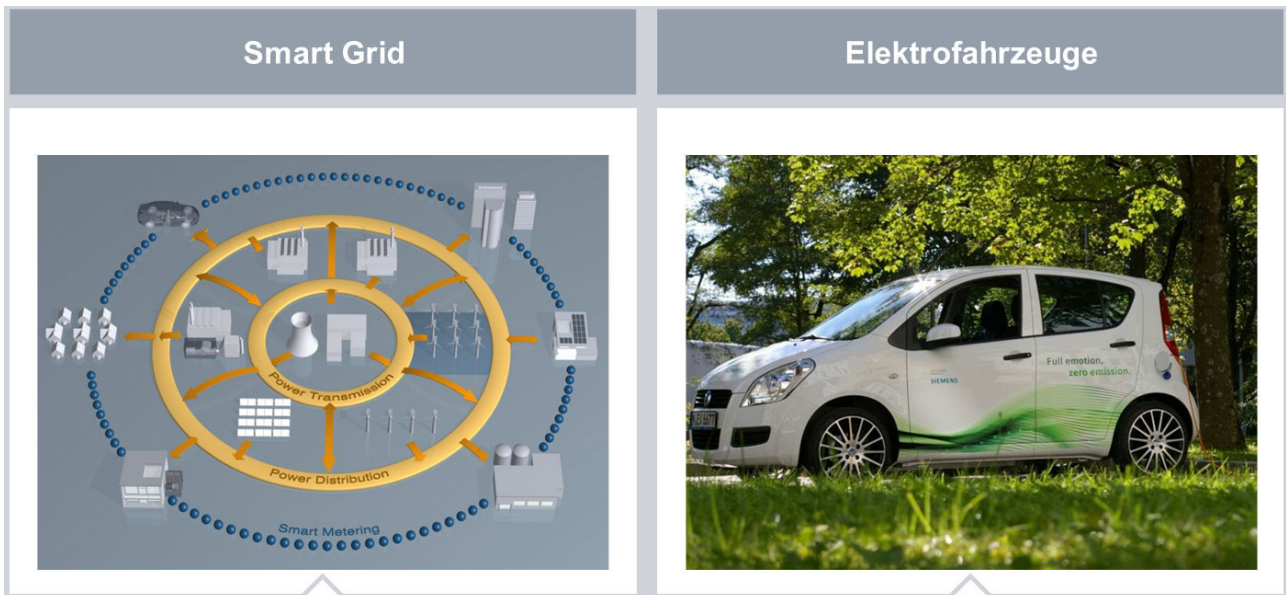
Prozessablauf State of Health Gegenprüfung

Ganzheitlich Analyse des jeweils aktuellen Lebenszykluszustand von Elektromobilitäts-Infrastrukturkomponenten, hier von kleinen bis sehr großen Batteriefлотten für einen definierten Betreiber, eine definierte Region (z. B. eine Kommune) oder eine Batterie-Serviceanbieter.

□ Analyse resultierender Batterie-Zustände vorausschauend auf Servicenotwendigkeiten und ggf. Vorschlag und Einleitung entsprechender Maßnahmen. Berücksichtigung der Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen verschiedenen technischen Lösungsmöglichkeiten für Datenaustausch und weitergehender Prozessintegration bei den verschiedenen Elektromobilitätsszenarien

Implementierung der Lösung mit Hilfe eines Standard PLM-Systems, das am Markt erhältlich ist. Wenn möglich, die Lösung in einer PLM-Cloud verfügbar machen

3.6 Netzmanagement / Ladetechnik



Einbeziehung von Elektrofahrzeugen in das Netzmanagement

Um Produkte für einen internationalen Markt entwickeln zu können, ist es nötig, verschiedene nationale Anforderungen, Regelungen und Gesetze zu kennen. Dazu wurde eine Recherche und Dokumentation zum Thema Gesetze, Vorschriften und Besonderheiten von Niederspannungsnetzen im Hinblick auf den Anschluss von Infrastruktur für E-Mobility aufgesetzt.

Es handelt sich um eine umfassende Recherche und Dokumentation zum Thema Niederspannung, Netze, Gesetze (lokal und regional) und Vorschriften (inkl. Standards) im Hinblick auf den Anschluss von Infrastruktur für E-Mobility (z.B. Ladestationen).

Die Teilnahme an relevanten Gremien, die sich mit den Themen der E-Mobility beschäftigen, bildet die Basis um die Diversifikation der Standards zu begrenzen bzw. Unterschiede frühzeitig an die produktführenden Einheiten zu melden. Hierzu muss der Schulterschluss mit Delegierten anderer Bereiche herbeigeführt werden, um vor anderen mit einer Stimme/abgestimmter Meinung aufzutreten.

AC Wall Box



AC Charging Point



AC Park and Charge



AC satellite system



DC charging system



Swapping Station



Inductive Charging System



Software



Spektrum an Ladetechnologien und Anwendungsbereichen

Die Wettbewerbsanalyse beleuchtete das Fremdprodukt unter folgende Aspekten:

- Dokumentation, Funktionsumfang, Topologieaufbau
- Benutzerfreundlichkeit, HMI-Konzept
- FW Architektur
- SW Integrationsmöglichkeit in übergeordnete Systeme
- Usability
- Skalierbarkeit auf verschiedene Leistungsklassen / Erweiterbarkeit

Ziel war die Überprüfung verschiedener Technologieansätze und Migrationspfade in einem überschaubaren Zeit- und Kostenrahmen.

Bestandsaufnahme zu vorhandenen Lösungen innerhalb und außerhalb des Hauses

- Grundlagenforschung zu verschiedenen Technologieoptionen und -eigenschaften
- Ausgangsanalyse zu Marktanforderungen, -trends, -preisen und -perspektiven
- Bewertung Lösungen einzelner Modellregionen Europa und Regulierungsszenarien
- Normen-, Literatur- und Patentrecherche, Lizenzierungs- und Umgehungsstrategien
- Benchmarking zu Benutzerfreundlichkeit, Einzel-, System-, Herstellungs- und Lebenszykluskosten
- Assessment Wettbewerbs-, Zukunftsfähigkeit, Interkompatibilität, Skalier- und Multiplizierb
- Lastenheft, Zieldefinition, Funktionsbeschreibung, Abstimmung, Koordination
- Schnittstellendefinition, Übergabepunkte und -umfänge, Protokolle, Formate
- Risikominimierung, Implementierung von Fail Save Prozessen, Backuproutinen
- HMI Konzept, Designausarbeitung basierend auf Basiskonzept, Anpassung

3.6.1 Ladetechnologie

Heimladestation



Halböffentliche Ladestation



Öffentliche Ladesäulen



Operation Center



Bandbreite an Ladeorten

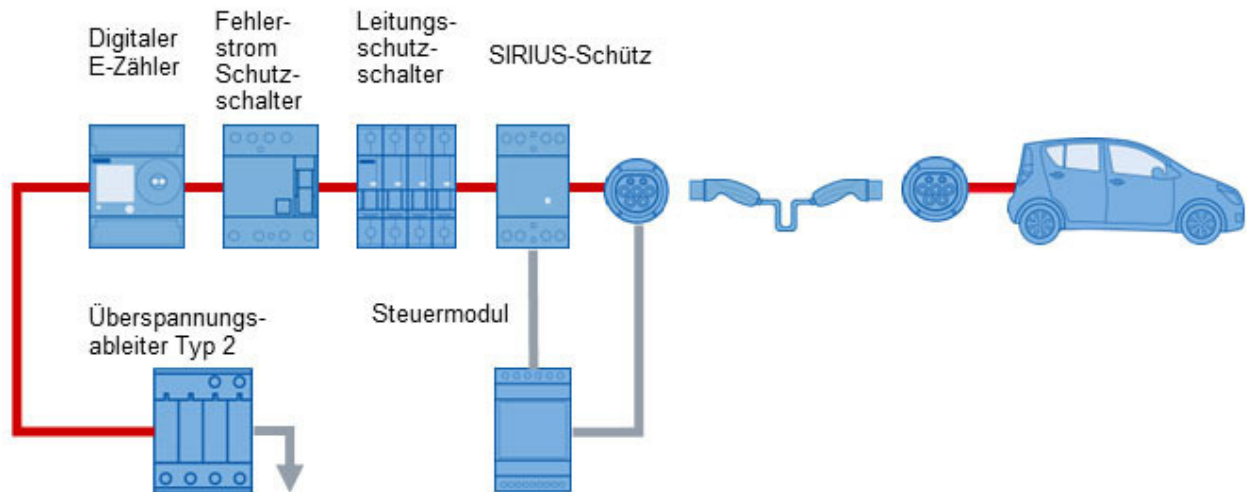
Voruntersuchung der digitalen Kommunikation zwischen EV und EVSE gemäß ISO/IEC 15118. Kommunikation zum Smart Grid nach ISO/IEC 61850.

Implementierung der Kommunikation auf Basis einer Softwaresimulation. Ggf. Aufbau eines Car Simulators zur Untersuchung der PLC Kommunikation im Realeinsatz.

Bei der Kommunikation waren verschiedene Übertragungsprotokolle und Methoden wie EXI zu betrachten.

Der sicheren Kommunikation wurde ein hoher Stellenwert beigemessen, dazu wurde die zertifikat-basierte sichere Übertragung betrachtet.

Konzeptbeschreibung eines Systems mit Schwerpunkt auf typischer, neuer Funktionalität der Elektromobilität wie z.B. datengetriebene Anbindung von Elektrofahrzeugen und Smart Grid Infrastruktur über das Internet, bidirektionale Kommunikation mit dem Fahrzeug über das Internet, z.B. für Komfortfunktionen, oder Diagnosefunktionen die im Störfall Unterstützung der Entstörung leisten.



Funktionsschema und Systemtopologie

Auf Basis des in der Energiewirtschaft gängigen Standards SCADA wurden die Ladepunkte in das übrige Netzmanagement eingebunden. Damit entstand ein neues Modul, das in jeder üblichen IT-Umgebung von Energieversorgern und Netzbetreibern aber auch zukünftigen anderen Geschäftspartnern wie z.B. aus der Branche „Transportation“ (z.B. SIXT) nachgerüstet werden kann.

Dieses Ladepunktmodul geht auf die besonderen Bedarfe wie z.B. Sicherheit und Kommunikation aber auch die Authentifizierung als Weitergabe von Verbrauchsdaten ein. Desweiteren werden auch die Unterstützung von Serviceeinsätzen, z.B. Remote Entstörung (FI-Schalter zurücksetzen) beleuchtet.

Auf Basis vorhandener Normen und ihrer aktuellen Erweiterung um die Belange der Ladepunkte wurden Anforderungsprofile für den Außeneinsatz definiert und auf alle entsprechenden Entwicklungsschritte umgelegt. Dazu gehörte u. a. die Materialspezifikation, entsprechende Lieferantenbriefings sowie Installations- und Wartungsanleitungen. Die diesbezüglich noch unvollständigen Normen wurden vorgebracht.



Technologiebaustein Ladesäule: Schnittstelle für Kommunikation und Energieversorgung

3.6.1.1 Was passiert bei Spannungswiederkehr?

Die Ladesäule führt vor dem Hochfahren einen Selbsttest durch. Dies beinhaltet auch das Aus- und wieder Einschalten der Leistungsstränge inc. FI-Schutzschalter.

3.6.1.2 Wie sieht es mit der Sicherheit der Ladesäule aus?

Sind keine Stecker gesteckt (Typ 2 und Schuko), sind die Leistungspfade immer spannungslos. Sollte einmal ein Schütz kleben bleiben, so wird dies überwacht und die Spannung durch abschalten der Leitungsschutzschalter abgeschaltet. Dann geht die Säule in Störung.

3.6.1.3 Ist Fernwartung über Software möglich?

Mit der Ladesäule ist ein FI-Test direkt aus dem Operation Center möglich. Damit kann die ½ jährige Betätigung der Prüftaste des FISchutzschalters automatisiert werden.

3.6.1.4 Sonneneinstrahlungstests durchgeführt



Klimakammer in hausinternem Spezialinstitut

Ausgangspunkte:

1. CT Russland lieferte eine Temperaturberechnung für die Innentemperatur vom Gehäuse bei Sonneneinstrahlung, die jenseits von 130 °C lag.
2. Vermutung: Bei Sonneneinstrahlung heizen sich die Bedienelemente extrem auf, so dass deren Temperaturen über den zulässigen Berührungstemperaturen liegen würden.

Konsequenzen:

1. Wir bräuchten eine Zwangslüftung!
2. Die Klappe müßte aus Kunststoff gefertigt werden!



Ergebnisse des Sonnentests:

- Wir benötigen keine Zwangslüftung, da wir die Temperaturgrenzwerte einhalten.
- Wir benötigen keine Klappe aus Kunststoff, da wir die zulässigen Berührungstemperaturen für Metall einhalten.

Umweltbedingungen	
Umgebungstemperatur für Betrieb	-25°C...+40 °C
Umgebungstemperatur für Betrieb (beheizt)	Auf Anfrage
Umgebungstemperatur für Lagerung / Transport	-40°C...+70 °C
Schutzgrad	IP44 gem. EN 60529
Schutz gegen mechanischen Schlag	IK10 gem. EN 60068-2-75
Normen und Bestimmungen	
CE-Kennzeichen	Geprüft durch externe akkreditierte Prüfstelle
Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge	IEC / EN 61851
Stecker, Steckdosen, Fahrzeugsteckvorrichtungen und Fahrzeugstecker	IEC 62196-2 / VDE-AR-2623-2-2
Einrichtungen der Informationstechnik – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren	EN 55022
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	EN 61000-3-2
Niederspannung-Schaltgerätekombinationen	EN 61439
Schutz gegen elektrischen Schlag	IEC 60364-4-41/VDE 0100
Klimafestigkeit	EN 60068

Technisches Datenblatt einer Ladesäule mit Angabe der Umgebungstemperaturen

Klimatest

- Temperaturtests bei trockener Kälte und Wärme von -30 °C bis +50 °C
- Klimatest bei feuchter Wärme (Betaungstests) bei konstanter relativer Luftfeuchte von 95%
- mit und ohne Doppelwandigkeit

Test Sonneneinstrahlung

mit 1,12kW/m² bei 40 °C Umgebungstemperatur mit und ohne Doppelwandigkeit

3.6.1.5 Die Ladesäuleninfrastruktur lässt sich komplett remote bedienen



Prozessablauf Bedienvorgang Ladebeginn und -ende

- Regulärer Betrieb
- Wartungsfunktionen (Test einzelner Schaltungen, Rücksetzung)
- Hilfsfunktionen für Kunden (z.B. Karte vergessen)

Dazu gibt diese Userinterfaces:

- Leitwarte auf Basis von PVSS
- Mobile Leitwarte als Website
- Webserver auf der Ladesäule

3.6.1.6 Gleichstromschnellladen: Bestandsaufnahme

Siemens IC MOL CTE EVI R&D EU CU hat in Zusammenarbeit mit den OEMs ein Konzept erarbeitet. Dieses Konzept (Requirement Specification WBxxxD und STxxxD) beschreibt die an das Endprodukt gestellten Anforderungen und stellt zusammen mit dem System-Lastenheft das Ergebnis des Arbeitspakets 19.1.1 dar.

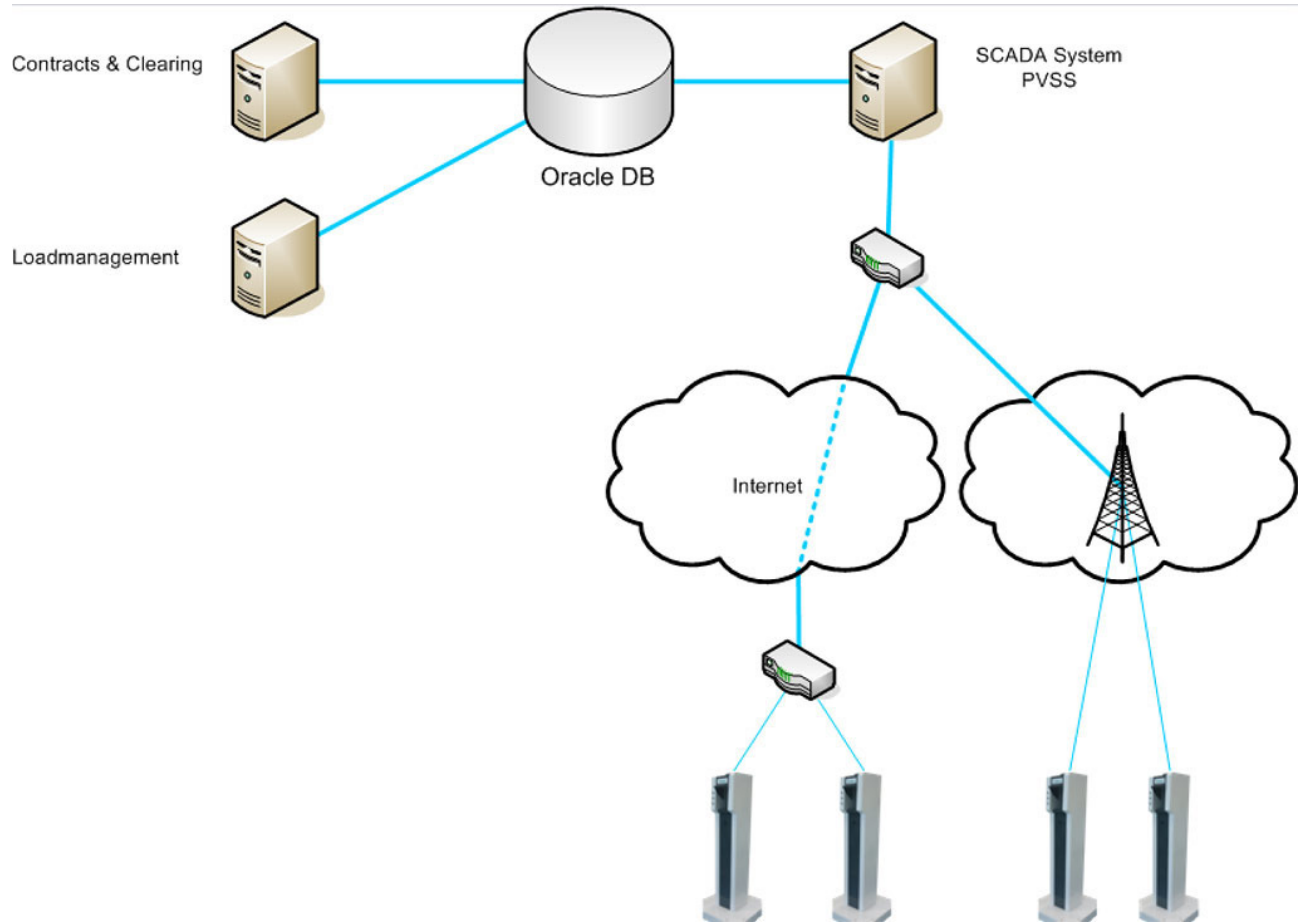
Dieses Lastenheft geht von der Marktsituation, über die Trends bis hin zur detaillierten Anforderungen an das Endprodukt. Diese Arbeit wurde durch die Kooperation und das starke Interesse der deutschen OEMs an einem neuen Standard für Gleichstromschnellladen erleichtert. Es existiert jedoch noch kein fertiger Standard, nach dem die Entwicklung sich richten soll.

Dies macht eine Evaluation und Entwicklungsstrategie völlig offen und stellt insofern ein Problem dar, weil die Markteinführung für Anfang 2013 vorgesehen ist. Erwähnenswert ist auch die Tatsache, dass das System-Lastenheft in fertiger Form vorliegt, während das Produkt-Lastenheft nur als Entwurf vorhanden ist.

Zurzeit arbeitet Siemens E D SGA-EVI zusammen mit externen Leistungselektronik-Zulieferern an einem Konzept, das die vorhandenen Lastenheftanforderungen der OEMs erfüllt. Der nächste Schritt wäre, ein Pflichtenheft zusammen mit dem ausgewählten Zulieferer zu erarbeiten. Die Entwicklung sollte dann Anfang 2012 starten.

3.6.2 Operation Center Demonstrator

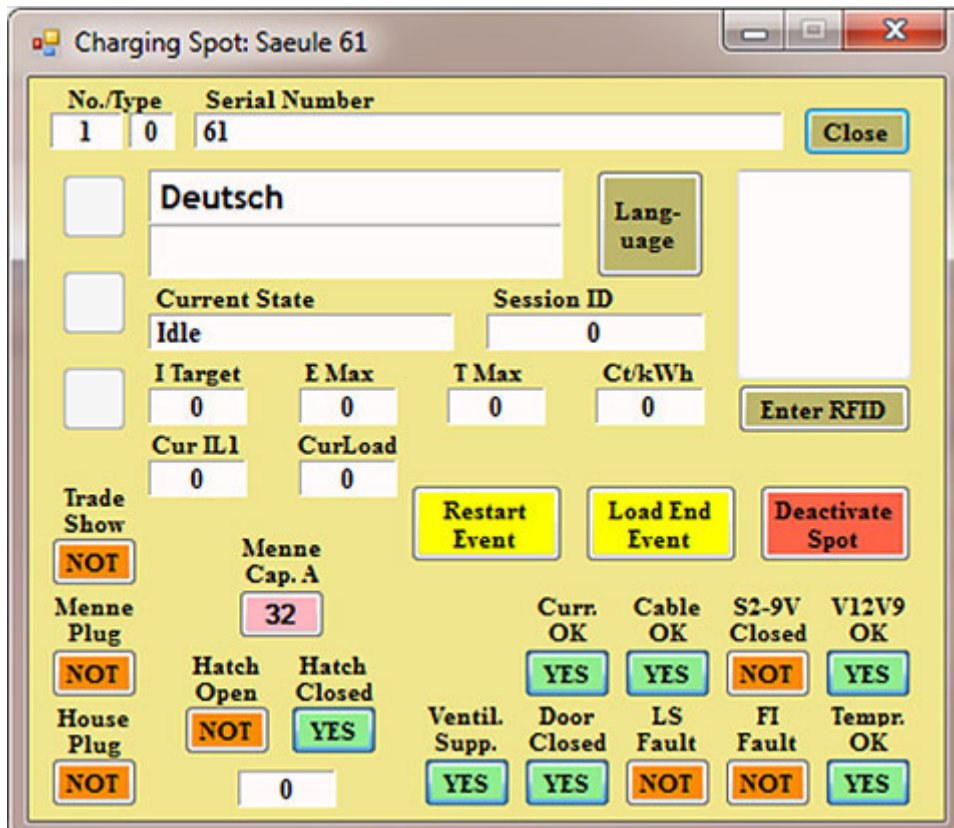
3.6.2.1 Entscheidung für Operation Center Demonstrator



Systemarchitektur Operation Center

- SCADA System: PVSS 3.9 (WinCC OA)
- Kommunikation
 - o XML-basiert auf eigenem Protokoll
 - o Kommunikation per LAN oder Mobilfunk
- Einsatz einer Oracle Datenbank
 - o Verwaltung von Kundendaten für Authentifizierung und Abrechnung
 - o Gemeinsame Schnittstelle für weitere Anwendungen
 - o Verwaltung der Ladevorgänge
- Loadmanagement: Entwicklung der Algorithmen und einer Anwendung mit CT für Lastverteilung und erweiterte Ladeoptionen

3.6.2.2 Herausforderung auf dem Weg zum Demosystem:

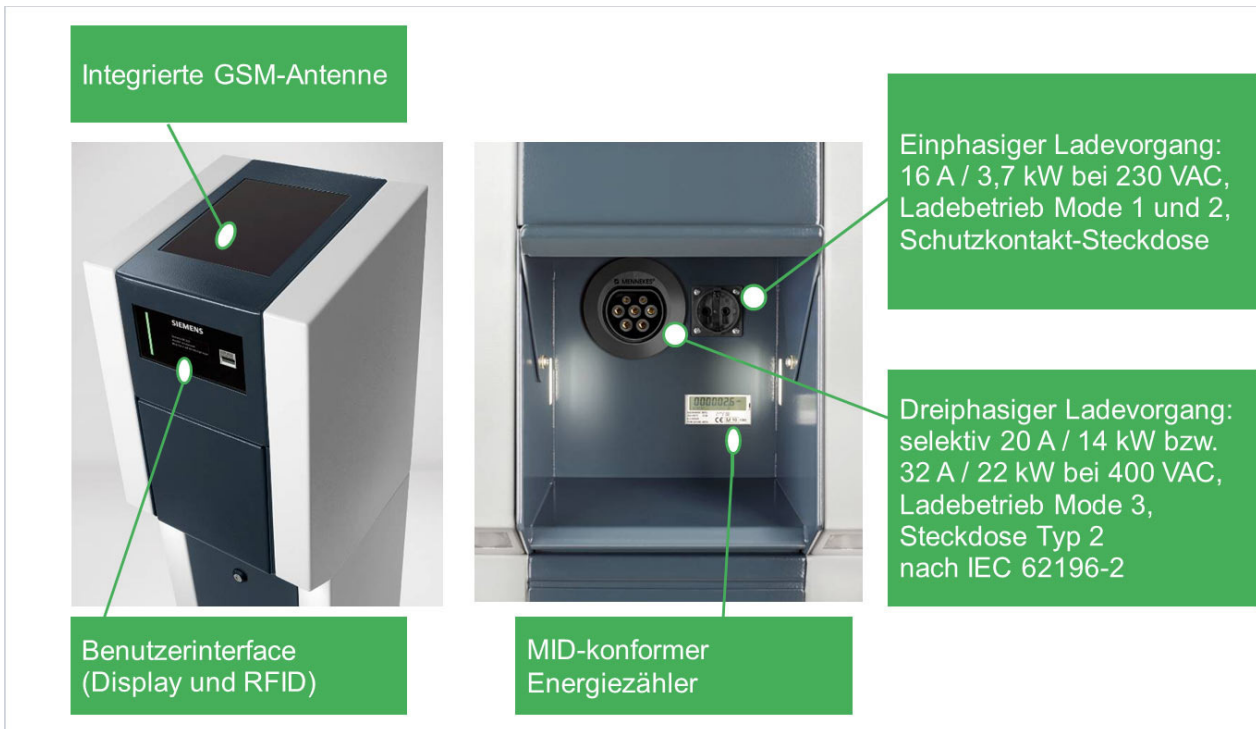


Erste Gehversuche für die Visualisierung

Es war noch nichts vorhanden – aber die Entwicklungen mussten parallel gestartet und synchronisiert werden.

- Definition und Niederschreibung des XML Protokolls
- Bereitstellen einer Entwicklungsumgebung, auf der PVSS eingesetzt wird
 - o Datenbankdesign
 - o Implementierung des Clearing Centers
 - o Festlegung der Backend Schnittstellen DB – PVSS
- Entwicklung eines Säulensimulators
 - o Treiberentwicklung PVSS
 - o Lasttests Grundlage auch für EMOP
- Entwicklung eines Operation Center Simulators
 - o Implementierung der Ladesäulenschnittstelle gegenüber PVSS
 - o Systemtest auch für CS 2.0 Testautomatisierung

3.6.2.3 Operation Center Kommunikation Ladesäule mit OC

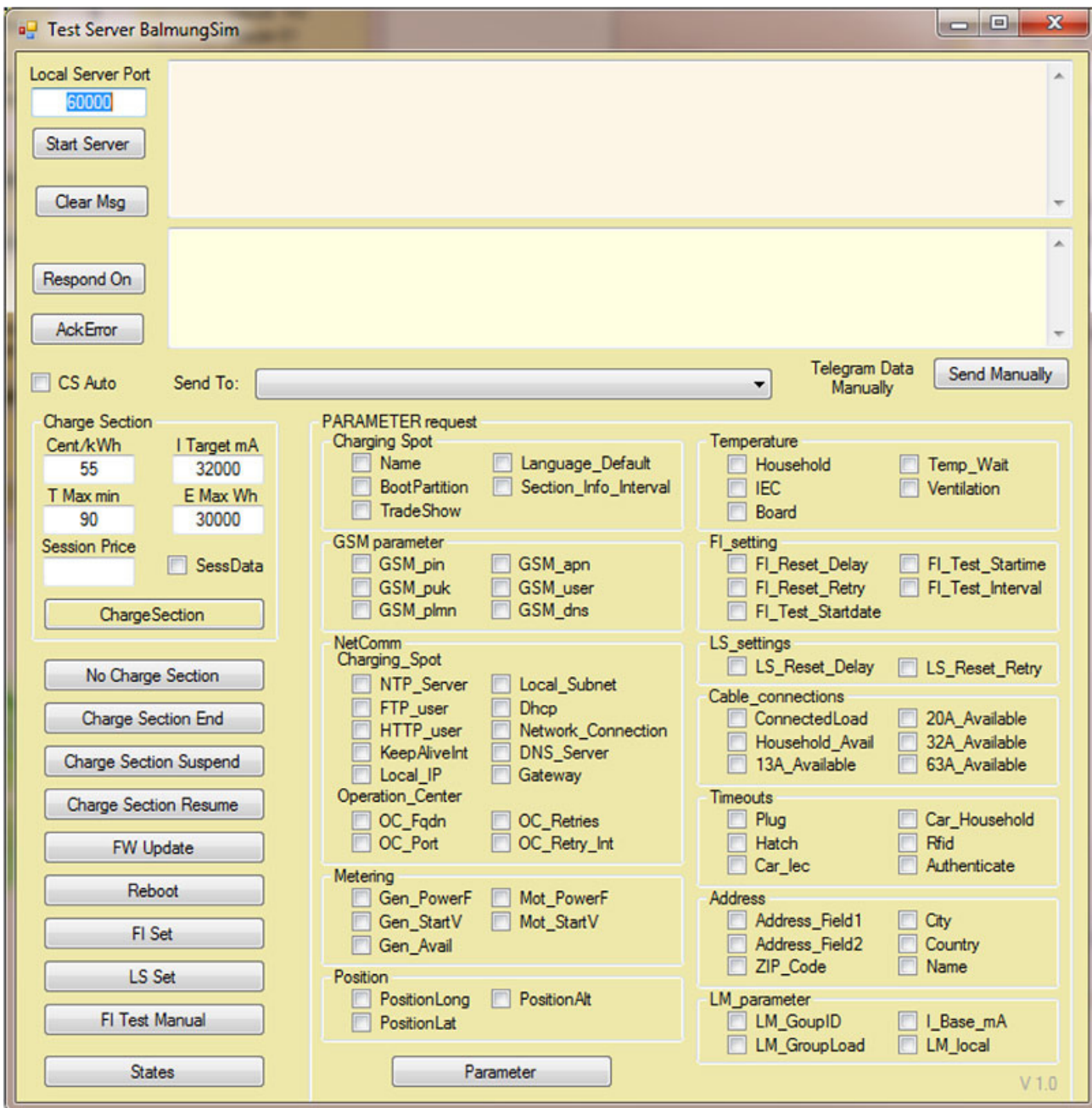


Durchgestaltete Version einer Ladesäule

Kommunikation Ladesäule – Operation Center auf Basis eigener Protokoll Definition in XML:

- Authentifizierung des Kunden
- Steuern des Ladevorgangs
 - o Starten, Beenden, Pausieren
- Übertragen der Verbrauchswerte
- Steuern des Ladevorgangs
- Loadmanagement.
- Servicefunktionen
 - o FI/LS rücksetzen
 - o Freischaltung ohne RFID Karte
- Parametrieren der Ladesäule
- Überwachung des Ladesäulenstatus
- Authentifizierung der Ladesäule am OC
- Firmwareupdate

3.6.2.4 Kommunikation Ladesäule – Operation Center

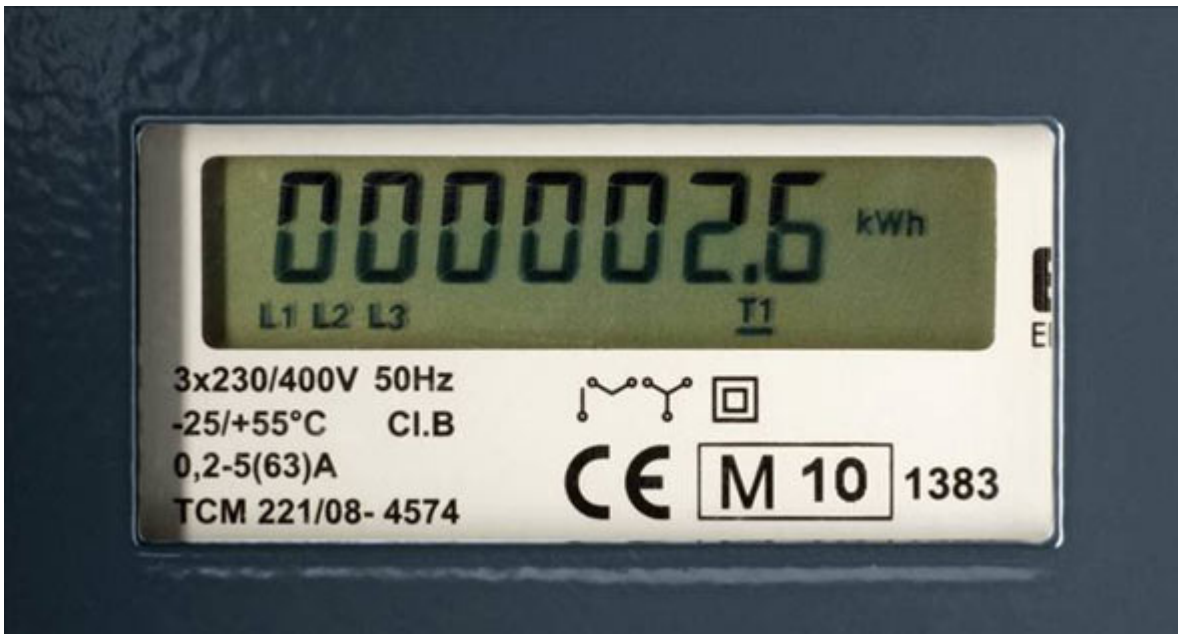


Frühe Benutzeroberfläche für das Operation Center

Funktionen:

- Im lokalen Netzwerk
- Gesichert über das Internet über VPN
- Gesichert im „privaten“ Mobilfunknetz
- „Privates Mobilfunknetz“
- Basierend auf Machine-to-Machine
- Kommunikation bei T-Mobile
- Kostengünstige Implementierung
- Zugriffsrechte können durch Siemens verwaltet werden
- Mobilfunk auch als Fall-Back Lösung

3.6.2.5 Funktionen des Clearing Centers



Stromzähler zur Verbrauchserfassung in der Ladesäule: Geeicht und verplombt

Funktionen des Clearing Centers

- Hinterlegen der Vertragsdaten des Kunden
- Abrechnungsinformationen
- Vertragsarten (Gold-Kunde, „grüner Strom“)
- Zugeordnete Kundenkarten (RFID-Karten)
- Schnittstelle zum SCADA System
- Authentifizierung der Nutzer
- Bereitstellen der Ladesessions
- Anonymisierung der Daten für Fremdsysteme

3.6.2.6 SCADA System auf Basis von PVSS 3.9 (WinCC OA)

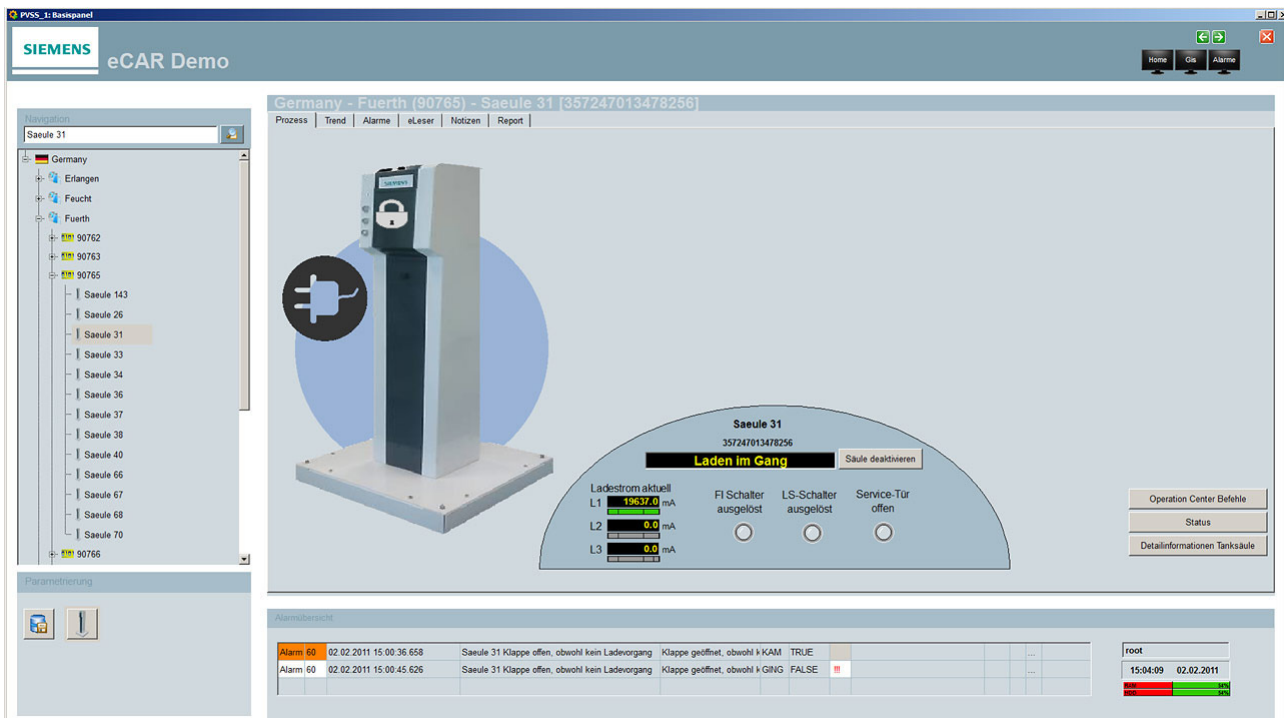


Display mit Antennenfenster für die Erfassung der ID-Karte

SCADA System auf Basis von PVSS 3.9 (WinCC OA)

- Bereitstellen einer hierarchische Übersicht über die Ladesäulen
- Direkte Steuer und Kontrollfunktion pro Ladesäule
- Alarmliste mit Eskalationsfunktion, z.B. SMS Alarmierung
- GIS: Grafisches Informationssystem mit Überblick über alle Ladesäulen
- Zentrale Schnittstelle zu allen Ladesäulen via XML Treiber
 - o Erweiterbares Treiberkonzept
- Schnittstelle zum Backendsystem via Datenbank
 - o Loadmanagement
 - o Clearing Center
- Software für Windows und Linux
- Webinterface für Servicetechniker
- Service Dokumentation
- Historienfunktion
- Auswertungen
- Keine Personendaten im SCADA System

3.6.3 Loadmanagement



Funktionsschema Loadmanagement

Ziel des Loadmanagements ist die Verteilung der zur Verfügung stehenden Ressourcen (Ladestrom-Kapazitäten) auf die aktiven Ladesäulen:

- Vielfältige Algorithmen
- Variable Verteilung auch bei Nichtauslastung der Kapazität
- Variable Anzahl an Restriktionen
- Unterstützung von Prioritäten (Gold, Silber, Bronze)
- Unterstützung von Vertragsarten/Energiemengen (grün, billig, standard)
- Flexible Schnittstelle ->Grundlage für Einsatz in 4S und in EMOP

3.6.3.1 Loadmanagement Basics

Einschränkungen bei der Energiezuteilung:

- Technische Einschränkungen im Energienetz
 - o Belastbarkeit der Anschlusspunkts („Hausanschluss“)
 - o Belastbarkeit der Infrastruktur (Trafostation, Leitungen)
- Vertragliche Einschränkungen
 - o Zugekaufte Energiemengen
 - o Vertrag mit dem Energieanbieter
- Verträge mit dem Kunden
 - o Energieart („grüner Strom“, „Billigstrom“)
 - o Vertragsklassen (gold, silber, bronze)
 - o Flottenszenarien („das leere Auto muss zuerst geladen werden“)

3.6.3.2 Loadmanagement Beispiel

Innovative Technologie für individuelle Mobilität	Mitarbeiterzufriedenheit im Rahmen eines Green Office
Vereinfachtes Zugangs- / Abrechnungskonzept	Einfache Einführung / Umsetzung
Schlüsselfertige Gesamtlösung (von Beratung via Projektierung, Installation, Hotline, Wartung, Schulung)	Alles aus einer Hand

Argumentation für gesteuertes Laden

Loadmanagement Beispiel

- 3 Ladesäulen sind an 63A angeschlossen
- Jede Ladesäule kann für sich mit 63 A laden
- Kunde A ist Gold-Kunde, B und C sind Silber-Kunde
- Gold hat gegenüber Silber die doppelte Gewichtung
 - o Kunde B beginnt an Säule 2 zu laden, Säule 1 und 3 sind nicht belegt
 - o Kunde C beginnt nun an Säule 3 zu laden -> $63A / 2 = 31,5A$ pro Silber-Kunde
 - o Kunde A beginnt nun an Säule 1 zu laden -> Gold Kunde hat doppelte Gewichtung: $2 * 15,75A + 15,75A + 15,75A = 63A$
 - o Kunde B beendet Ladevorgang -> Neuverteilung, Gewichtung: $2 * 21A + 0A + 21A = 63A$

3.6.3.3 Algorithmen

Das Loadmanagement unterstützt verschiedene Verteilungsalgorithmen. Im einfachsten Fall ist dies eine gleichmäßige Verteilung der verfügbaren Kapazitäten. Es können jedoch auch verschiedene Randbedingungen (z.B. unterschiedliche Stromverträge) sowie Prioritäten bzw. Gewichtungen (z.B. für einzelne Kunden) berücksichtigt werden.

3.6.3.4 Funktionen

Für jede Ladesession wird dem Loadmanager ein Maximalstrom mitgeteilt, der Sollstrom wird niemals größer als dieser Maximalstrom. Durch die ständige Überwachung der Ist-Ströme ist der Loadmanager auch in der Lage, Überlastsituationen („Peaks“) bei neuen Ladevorgängen zu vermeiden. Gleichzeitig können so auch ungenutzte Kapazitäten (Iststrom < Sollstrom) umverteilt werden.

3.6.3.5 Schnittstelle

Der Loadmanager arbeitet als OPC-Server und bietet damit eine standartisierte Schnittstelle die eine einfache Integration erlaubt.

3.6.3.6 Fazit

Die Entwicklung lief zügig, insbesondere aufgrund der theoretischen und praktischen (API) Vorarbeiten der CT. Die meisten Probleme waren konzeptioneller Natur (präzise Definition von Abläufen und Anforderungen), die Anforderungen konnten jedoch umgesetzt werden.

Die Tauglichkeit der vorliegenden Implementierung für den Produktiveinsatz, insbesondere in großen Infrastrukturen ist noch zu evaluieren. Neben einfachen Fragen wie Robustheit und Performance werden zukünftige Anforderungen bzw. Use-Cases unter Umständen ein Redesign erfordern. Auch die Implementierung mit C# sowie die verwendete Schnittstelle OPC DA (anstelle von OPC UA) sind kritisch zu überprüfen.

3.6.4 Servicekonzept: Mobiler Kundendienst für die 4S Standorte München, Erlangen und Berlin

Schlüsselfertige Gesamtlösung (von Beratung via Projektierung, Installation und Wartung, Schulung)	Alles aus einer Hand
Durchdachte integrierte Wartungsfunktionen (Design und Service)	Sichere und service-freundliche Wartung
Offene Kommunikation (Software-Lösung)	Hohe Betriebssicherheit integriert im anspruchsvollen Stadtbild <ul style="list-style-type: none">▪ Interoperabilität für Roaming innerhalb übergreifender Betreiberkonzepte

Argumentation Servicekonzept

Es wurde eine Gesamtübersicht über mögliche Servicedienstleister erstellt. Die Gesamtübersicht enthält mittlerweile 8 interne und 11 externe Servicedienstleister und deren Leistungsumfang und Kosten.

Für die 4S Standorte wird der Service durch eine Siemens Serviceeinheit durchgeführt. Zur Sicherstellung eines effektiven Einsatzes (auch hinsichtlich Kosten) wurden die Serviceeinsätze sehr sorgfältig geplant und vorbereitet und wo möglich konsolidiert. Als Vorbereitung und Kompetenzaufbau für die Service Ressourcen wurden in Abstimmung mit PLM spezielle Schulungsunterlagen erarbeitet und zur Verfügung gestellt.

Dazu wurde unter Berücksichtigung der Schulungsinhalte und Anpassung an die Schulungsbedürfnisse der Teilnehmer ein modulares Schulungskonzept definiert, entwickelt und implementiert.

3.6.4.1 Dokumentierte Fehlerbetrachtung und –behebung

Zur Fehlerbetrachtung und -behebung wurden Reparaturprotokolle gemeinsam mit den Serviceeinheiten entwickelt und verbessert. Diese Protokolle werden nach jedem Einsatz ausgefüllt und in Projekt archiviert und ausgewertet.

3.6.4.2 Zentraler Ansprechpartner für Servicefragen aller Art

Für das Projekt 4S wurde ein 3 stufiges Servicekonzept definiert und eingeführt. Für die Level 1 Service Teams (Hotline) wurden erstmalig und erfolgreich eintägige und für die Level 2 Service Teams (Servicetechniker) erfolgreich mehrtägige Schulungen durchgeführt. Level 3 wird durch die eigene Entwicklungsmannschaft realisiert. Koordiniert wird ein Serviceeinsatz durch die zentrale Hotline (Level 1) mit Hilfe eines Ticket Systems.

3.6.4.3 Abgeleitete Produktverbesserungen

Bemessungseingangsspannung / Frequenz	400 VAC / 50 Hz
Bemessungseingangsstrom	40 A
Max. zulässiger Anschlussquerschnitt	5 x 35 mm ²
Fehlerstromschutz	FI-Schutzschalter 30 mA Klasse A (Klasse B optional)
Temperaturüberwachung	Je Buchse, Innenraum
Energiemessung	Optional: Zähler (MID-konform)
Ladepunkt 1, 3-phasig	
Bemessungsausgangsspannung / Frequenz	400 VAC / 50 Hz
Steckdosenart	Steckdose Typ 2 nach IEC 62196-2
Ladebetriebsart	Mode 3 (L1-L2-L3-N-PE + 1 Proximity (PP) + 1 Control Pilot (CP))
Anschlussarten für Elektrofahrzeuge	Fall A (Kabel dauerhaft an Fahrzeug) und B (Kabelgarnitur)
Ladestrom / Ausgangsleistung	20 A / 14 kW – 32 A / 22 kW
Leistungsschutz	3 x 20 A – 3 x 32 A
Ladepunkt 2, 1-phasig	
Bemessungsausgangsspannung / Frequenz	230 VAC / 50 Hz
Steckdosenart	Schutzkontakt-Steckdose (L1-N-PE)
Ladebetriebsart	Mode 1 und 2
Anschlussarten für Elektrofahrzeuge	Fall A (Kabel dauerhaft an Fahrzeug) und B (Kabelgarnitur)
Ladestrom / Ausgangsleistung	16 A / 3,7 kW
Leitungsschutz	1 x 16 A
Steckerverriegelung	Stecker während des Ladevorgangs über verriegelte Klappe gesichert

Datenblatt jüngste Generation

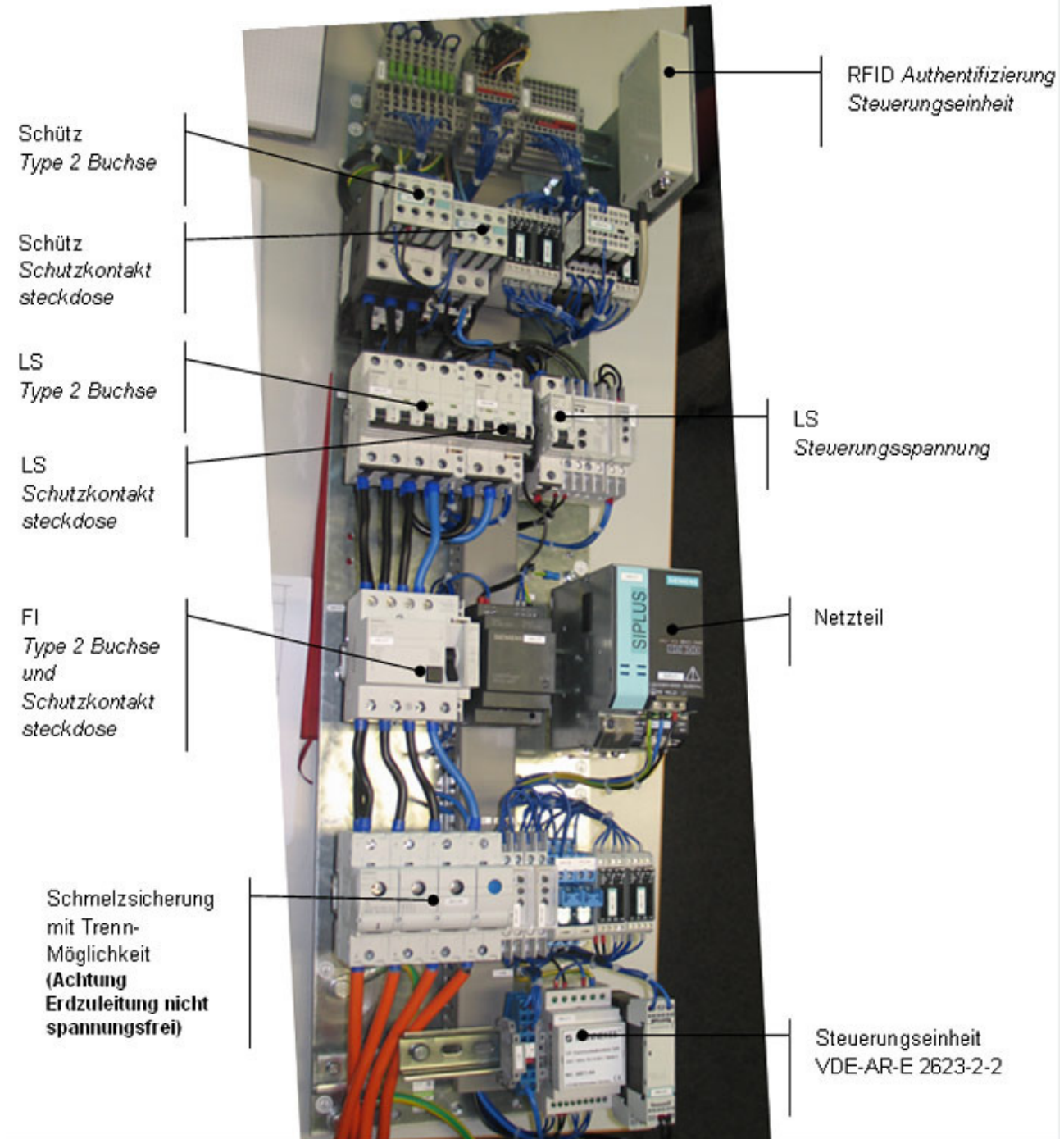
Eine regelmäßige Störungsberichterstattung in den Projektstatusmeetings wurde durchgeführt. Davon abgeleitet wurden Vorschläge für notwendigen Maßnahmen zur Produktverbesserung gemacht z.B. Displaytausch, Klappenmechanik verbessern, Ansteuerung des Verriegelungspins abändern, Verdrahtungsfehler korrigieren.

Zur Überprüfung der Ladesäulen wurden Testgeräte (EV Tester) bereitgestellt und überarbeitet. Es wurde ein Prozess zum Firmwareupgrade entwickelt, getestet und validiert. Neue Funktionalitäten an Hardware und Software wurden kontinuierlich nachgeschult.

Zur Sicherstellung der Aktualität nach Änderungen an Hardware und Software (erweiterter Funktionsumfang) wurden die Schulungsunterlagen regelmäßig um die neuen Funktionen erweitert.

3.6.4.4 Welche unerwarteten Schwierigkeiten sind aufgetaucht?

Einzelkomponente und Aufgaben:



Komplexes Innenleben einer Ladesäule

Zu Beginn des Projekts wurden Fehler immer mit der Beschreibung "Das Auto kann nicht geladen werden" gemeldet. Zu diesem Zeitpunkt konnte noch nicht die Ursache für diesen Fehler erkannt werden.

Als mögliche Ursache kam das Auto, die Infrastruktur, die Ladesäule oder der Nutzer in Frage. Die Lokalisierung der Ursache konnte erst durch die Entwicklung und den Einsatz von Testgeräten schnell und effektiv ermöglicht werden.

3.6.5 Infrastrukturmanagementsoftware: CRM_Vehicle_Management



Funktionsdetails Ladesäule

Ziel des CRM Electrovehicle Management ist es, die durch die Nutzung der Elektromobilität geforderten Anforderungen bezüglich eines CRM_Systems zu ermitteln und entsprechend eine IT-Applikation zu realisieren. Hierzu gehören u.a. auch die Stammdatenhaltung und die CRM Prozeßabbildung.

3.6.5.1 Funktionen

Die zur Erfassung, Änderung und Löschung der Electrovehicle Daten notwendigen Prozesse werden mit dem CRM_Electrovehicle_Data Management unterstützt.

Hierzu gehören auch das Verwalten der entsprechenden Stammdaten (z.B. Electrovehicle Daten) aber auch Transaktionsdaten (wie z.B. Electrovehicle-Ladetransaktions-Daten).

Zu den Electrovehicle Daten können Fahrzeug Hersteller aber auch Typdaten hinterlegt werden als auch die technischen Anschlußmöglichkeiten. Hierunter sind u.a. die möglichen Ladearten wie z.B. AC / DC oder Induktion oder Ladegeschwindigkeit und Kapazitäten zu verstehen.

Über die Verknüpfung mit den zugehörigen Vertrags- und Elektrofahrzeug-Daten können sogenannte Value-Added Services wie z.B. auf das Electrovehicle zugeschnittene Reservierung von Ladepunkten oder Fahrzeugkomfortfunktionen gesteuert werden.

3.6.5.2 Schnittstellen

Das CRM_Vehicle_Managementsystem hat entsprechende IT-Schnittstellen zu Ladeinfrastruktur Applikationen als auch zum Electrovehicle.

3.6.6 Infrastrukturmanagementsoftware: CRM_Contract_Management

Ziel des CRM Contract_Management ist es, die durch die Nutzung der Elektromobilität geforderten Anforderungen bezüglich eines CRM Contract_Systems zu ermitteln und entsprechend eine IT-Applikation zu realisieren.

Hierzu gehören u.a. auch die Contract Stammdatenhaltung und die CRM Contract Prozeßabbildung.

3.6.6.1 Funktionen

Die zur Erfassung, Änderung und Löschung der Contract Daten notwendigen Prozesse werden mit dem CRM_Contract_Data Management unterstützt.

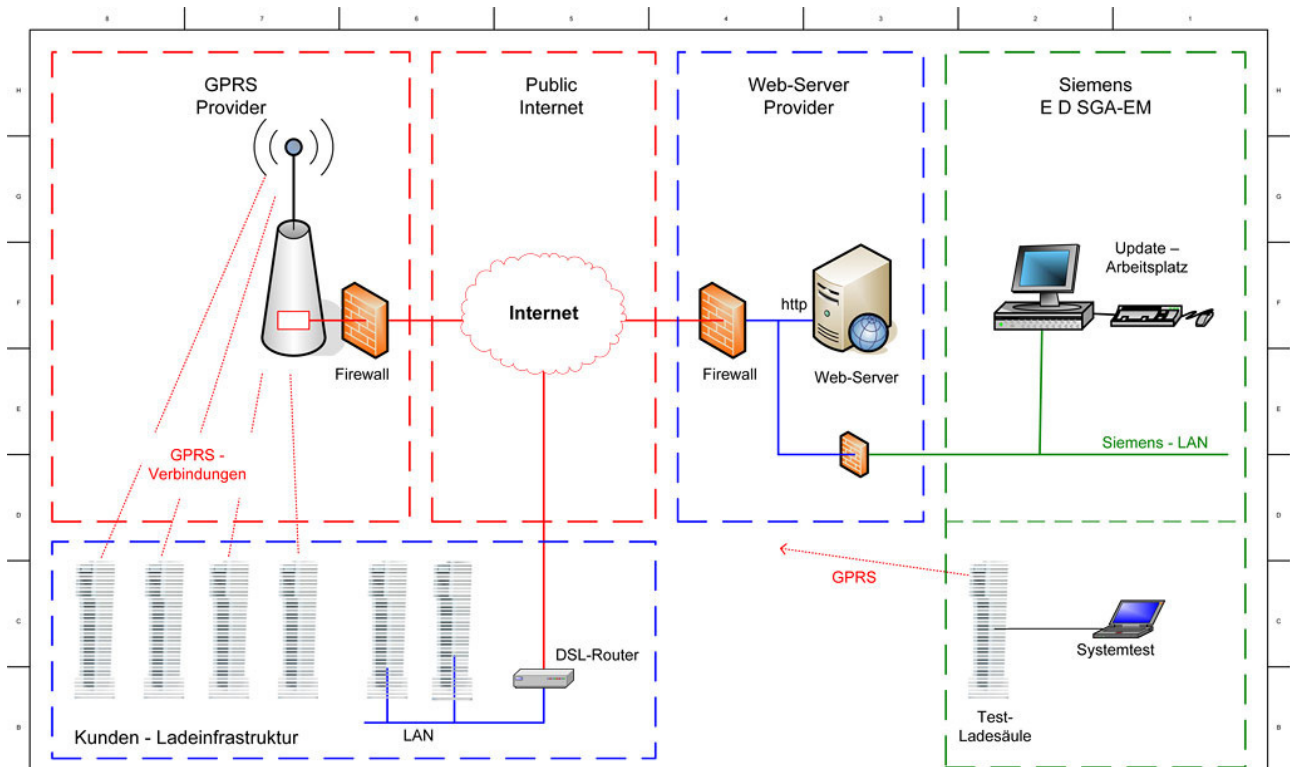
Hierzu gehören auch das Verwalten der entsprechenden Stammdaten (z. B. Vertragskonditionen, RfiD-Karten, SLA-Zeiten) aber auch Transaktionsdaten (wie z. B. Contractabrechnungen, Contract-Ladetransaktionen, Contract-Reservierungstransaktionen).

Über den Vertrag können vereinbarte Leistungen von Elektromobilitäts-Betreiber für den Enduser transparent gemacht werden. Für den Enduser besteht dann die Möglichkeit einen Vertrag mit den dazugehörigen vereinbarten Leistungen (z.B. vereinbarte Anzahl Ladevorgänge oder Ladepunktreservierungen) abzuschließen.

Durch die Integration von Payment Systemen können verschiedenen Zahlungsarten wie z.B. Prepaid, jährliche Rechnung oder nach Nutzung abgewickelt werden.

Über die Verknüpfung mit den zugehörigen Elektrofahrzeug-Daten können sogenannte Value-Added Services wie z.B. die Reservierung von Ladepunkten oder Spezielle Ladeprofile gesteuert werden.

3.6.6.2 Schnittstellen



Das CRM_Contract_Managementsystem hat entsprechende IT-Schnittstellen zu Ladeinfrastruktur Applikationen als auch Payment (z.B. Paypal) Systemen.

3.6.7 Infrastrukturmanagementsoftware: CRM_User_Customer_Data

Ziel des CRM User_Customer_Data_Management ist es, die durch die Nutzung der Elektromobilität geforderten Anforderungen bezüglich eines CRM_Systems zu ermitteln und entsprechend eine IT-Applikation zu realisieren.

Hierzu gehören u.a. auch die Stammdatenhaltung und die CRM Prozeßabbildung.

3.6.7.1 Funktionen

Die zur Erfassung, Änderung und Löschung der User / Customer Daten notwendigen Prozesse werden mit dem CRM_User_Customer_Data Management unterstützt.

Hierzu gehören auch das Verwalten der entsprechenden Stammdaten (z.B. Adresdaten) aber auch Transaktionsdaten (wie z.B. Nutzung der Elektromobilitätsinfrastruktur durch den einzelnen User).

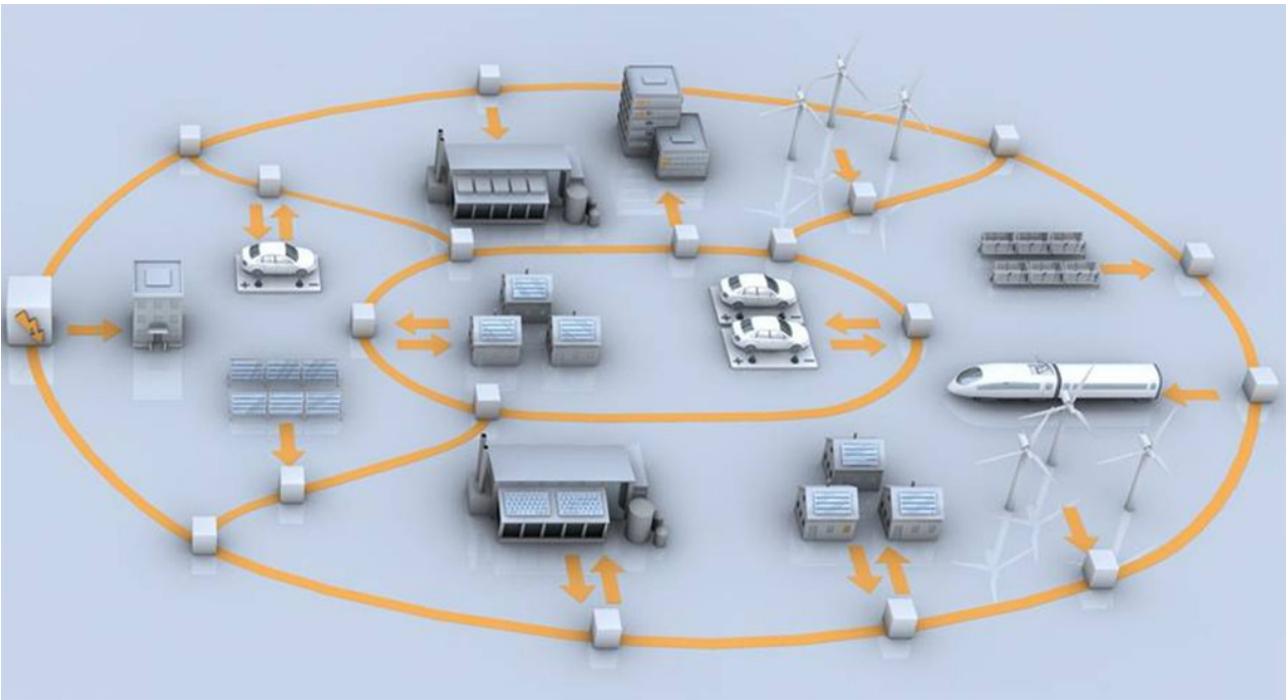
Desweiteren sind sogenannte Selfservice-Funktionen (z.B. Erfassung und Auskunftsfunktionen) für den Enduser als auch die Business-Prozeß-Support-Funktionen wie z.B. Unterstützung von Servicedeskmitarbeiter oder Administratoren enthalten.

Über die Verknüpfung mit den zugehörigen Vertrags- und Elektrofahrzeug-Daten können sogenannte Value-Added Services wie z.B. die Reservierung von Ladepunkten oder Fahrzeugkomfortfunktionen gesteuert werden.

3.6.7.2 Schnittstellen

Das CRM_User_Customer_Managementsystem hat entsprechende IT-Schnittstellen zu Ladeinfrastruktur Applikationen als auch Payment (z.B. Paypal) Systemen.

3.7 Virtuelles Kraftwerk



Systemschema virtuelles Kraftwerk

In Bezug auf die für eCar-Flotten vorhandenen Elektrospeicher, dem generellen Ausbau dezentraler Energieerzeugung und der Möglichkeit, diese in einem „Virtuellen Kraftwerk“ zusammenzufassen wurde die Entwicklung eines dieser Anforderungen entsprechenden Automatisierungssystems AS3000 aufgesetzt:

- Voll integrierter Automatisierungs-Server
- Engineering und Konfiguration über die Workbench von SPPA-T3000
- Nahtlose Integration in das SPPA-T3000-System
- Unterstützung bewährter SIM-Module
- Voller Funktionsumfang eines Automatisierungs-Servers mit Echtzeit-Runtime-Container

Geringer Systemaufwand

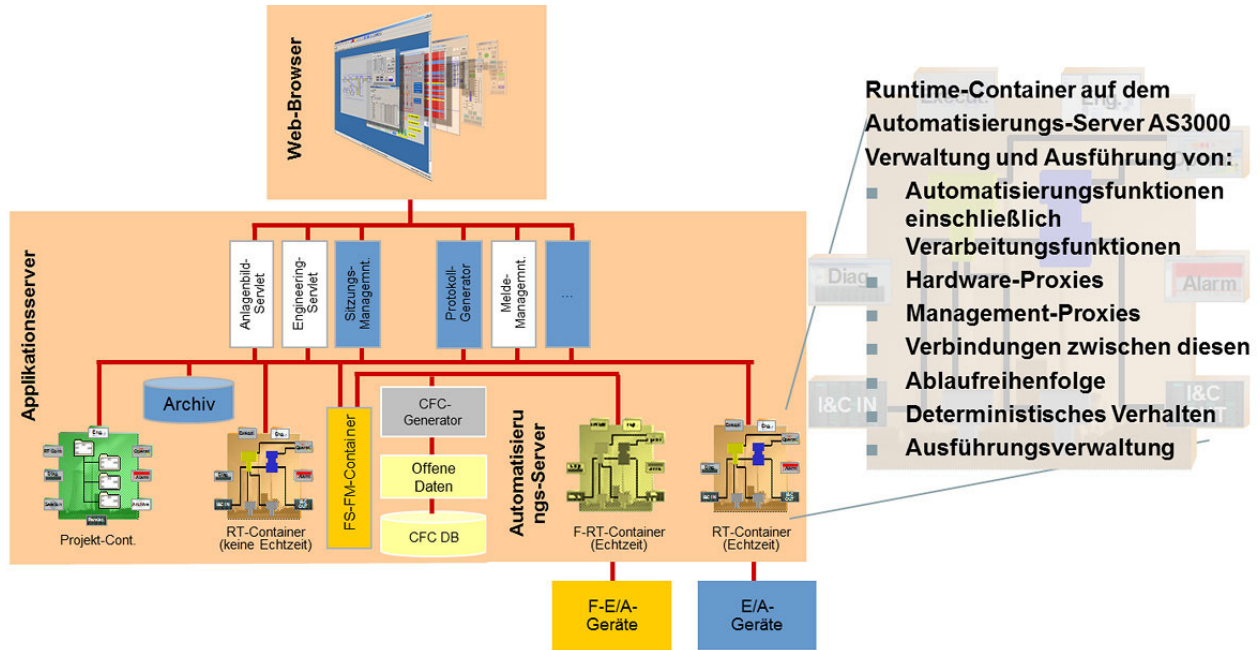
- Reduziert Erstinvestition
- Reduziert Gesamtunterhaltungskosten

Der Automatisierungsserver AS3000 ist skalierbar und mit nachhaltigen Kostenvorteilen gegenüber des herkömmlichen Automatisierungssystems für Großanlagen.

Im Lastenheft wurden folgende funktionale Schwerpunktthemen bearbeitet:

- System Software
- Redundancy
- Time Synchronization
- Monitoring Functions
- Load
- Failure Reaction
- Communication
- NERC Compliance
- Online Migration to Successor AS3000
- Supported I/O and interface

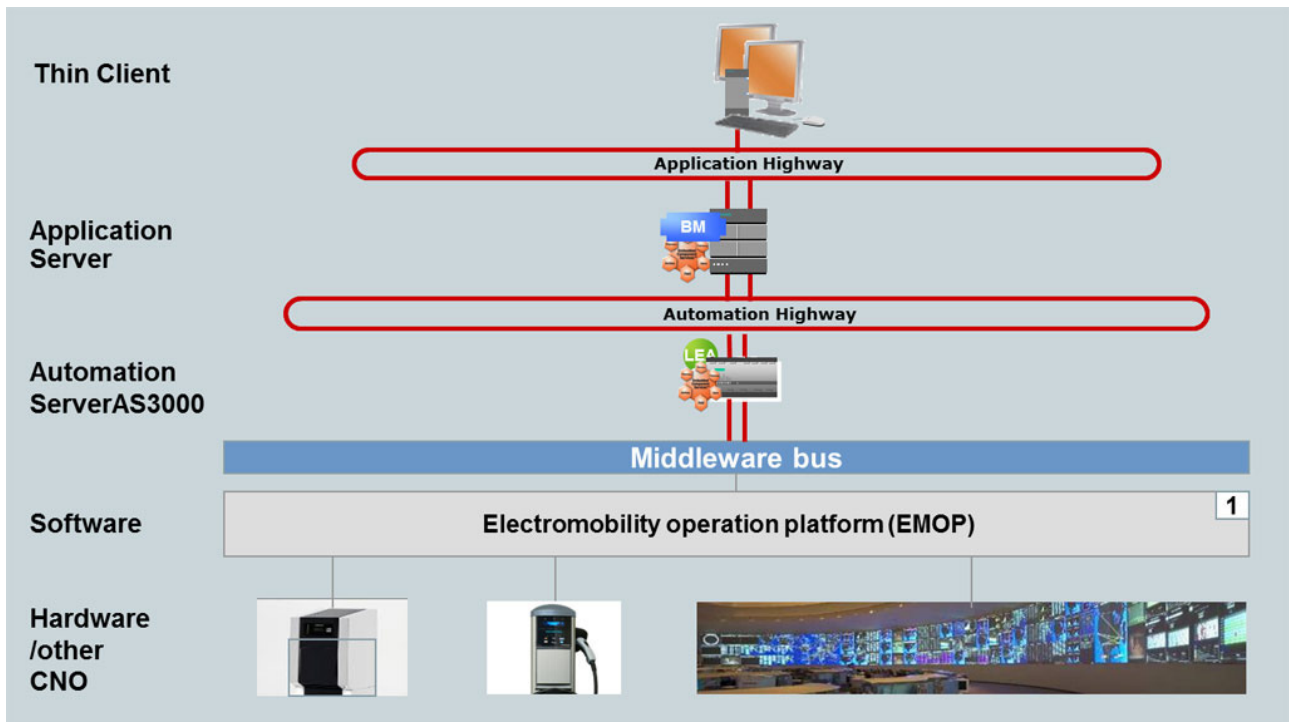
3.8 Funktionsarchitektur virtuelles Kraftwerk



In Lasten- und Pflichtenheft wurden sicherheitsspezifische Anforderung hinsichtlich Redundanzen und NERC berücksichtigt

Abgleich mit den Projektbeteiligten von EMOP (Electromobility operation platform) bzgl. Anbindung, Datenaustausch und Verwendung Standard-Protoll (IEC 61850).

Im Hinblick auf die Ausrichtung VPP und verteilter Energieerzeuger wurde eine Pilotanlage (exemplarisch für eine Solaranlage) aufgebaut. Hierfür wurden Testszenarien und Testspezifikationen erstellt, deren Durchführung in entsprechenden Testdokumentation festgehalten wurden.



Schichtenmodell der Informationsebenen im virtuellen Kraftwerk

Umsetzung vorhandener Automatisierungs-SW und deren Funktionen in ein HW-unabhängiges JAVA-Framework.

Unter Sicherheits- / Verfügbarkeitsgesichtspunkten ist die AS3000 mit einem Redundanzkonzept ausgestattet und ist nach NERC-CIP qualifizierbar.

Dieses JAVA-Framework ist dann in das übergeordnete Leittechniksystem SPPA-T3000 voll integriert.

Die PC-Basis ermöglicht den Einsatz kostenreduzierter Hardware, was gerade bei kostensensitiven Kleinanlagen von Vorteil ist. Damit sind Konkurrenzfähigkeit und wirtschaftliche Vorteile gegeben, welche den Einsatz von AS3000 in diesem Marktsegment erst möglich machen.

Mit AS3000 können somit auch kompakte Hardware-Bauweisen unter erweiterten Einsatzbedingungen (z.B. 60 o C) zur Verwendung kommen.

AS3000 ist nicht nur für die Automatisierung ausgerichtet sondern kann auch Kommunikationsaufgaben übernehmen (z.B. standardisierte Protokolle wie IEC61850) oder als Datenkonzentrator für bestimmte Erzeugertypen (z.B. Biomasse u. a. verteilte Energiequellen wie Flotten) eingesetzt werden.

3.9 HGÜ für höhere Übertragungsleistungen, weniger Übertragungsverluste und –leitungen

3.9.1 Problemstellung



HGÜ als integrierter Bestandteil des Smart Grid

Um die für Deutschland gemäß Energiekonzept gewollten 80 GW Offshore-Kapazität zu erreichen, müssen 16.000 Windräder der 5 MW Klasse an Nord- und Ostsee gebaut werden. Gleichzeitig muss der Strom an die Küste und von der Küste abtransportiert werden.

Bereits 2009 mussten 1,6 GW Windleistung abgeschaltet werden. Regenerative Energie konnte dadurch nicht eingespeist werden. Dieser Überschussstrom musste aufgrund von Engpässen im Netz verworfen werden.

4 GW nicht übertragbare Leistung gibt es laut Dena-Netzstudie 2:

"Mit der prognostizierten Belastungssituation 2020 und auf der Basis des bis 2015 als in Deutschland realisiert vorausgesetzten Übertragungsnetzes ergeben sich für das in der dena-Netzstudie II zugrunde gelegten Erzeugungsszenario (einschließlich Demand-Side-Management) an 70 % aller Grenzen zwischen benachbarten Regionen deutliche, nicht übertragbare Leistungen. In einigen Fällen liegen diese in der Größenordnung von 2 GW bis 4 GW. ...

Für Offshore-Windparks in der Ostsee mit geringeren Leistungen und Küstenentfernungen sind ggf. auch Einzelanschlüsse auf der Basis von Drehstromkabeln die geeignetste Lösung.

... In Verbindung mit so genannten Multiterminallösungen zur Verknüpfung mehrerer HGÜ-Leitungen sind darüber hinaus folgende Optionen denkbar:

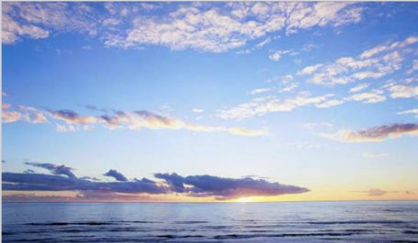
- Fortsetzung der Netzanbindung an Land in die Lastzentren ggf. unter Anschluss weiterer Erzeugungsleistung. ...

Netzanbindung von Offshore-Windparks. In der Ostsee sind Anschlüsse von Offshore-

Windparks als Erweiterung der Interkonnektoren in Richtung Dänemark und Skandinavien denkbar. In der Nordsee wird derzeit im Auftrag der Anrainerstaaten ein mögliches Nordseenetz in den nächsten Jahren untersucht.

- Nutzung von Synergien bei der Netzanbindung verteilter Offshore-Windpark-Cluster durch die Verknüpfung und Zusammenführung der HGÜ-Netzanbindungen bis hin zur Bildung eines Offshore-Netzes.

Für die in der dena-Netzstudie II untersuchten Varianten werden für die Anbindung der Offshore-Windparks bis 2020 Seekabel mit einer Länge von insgesamt 1.550 km benötigt, für die jährliche Kosten in Höhe von 340 Mio. €11 anfallen."

Demografische Dynamik	Ressourcenknappheit	Klimawandel
 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bevölkerungswachstum 7,5 Mrd. in 2020 (+1,1 Mrd.) ▪ Megacities (>10 Mio. Einw.) 27 Megacities im Jahr 2025 	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geopolitik 70% der globalen Reserven an Öl und Gas befinden sich in einigen wenigen Ländern ▪ Ölpreisschwankungen 	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimaziele Politische Programme zur langfristigen Reduktion von CO₂-Emissionen

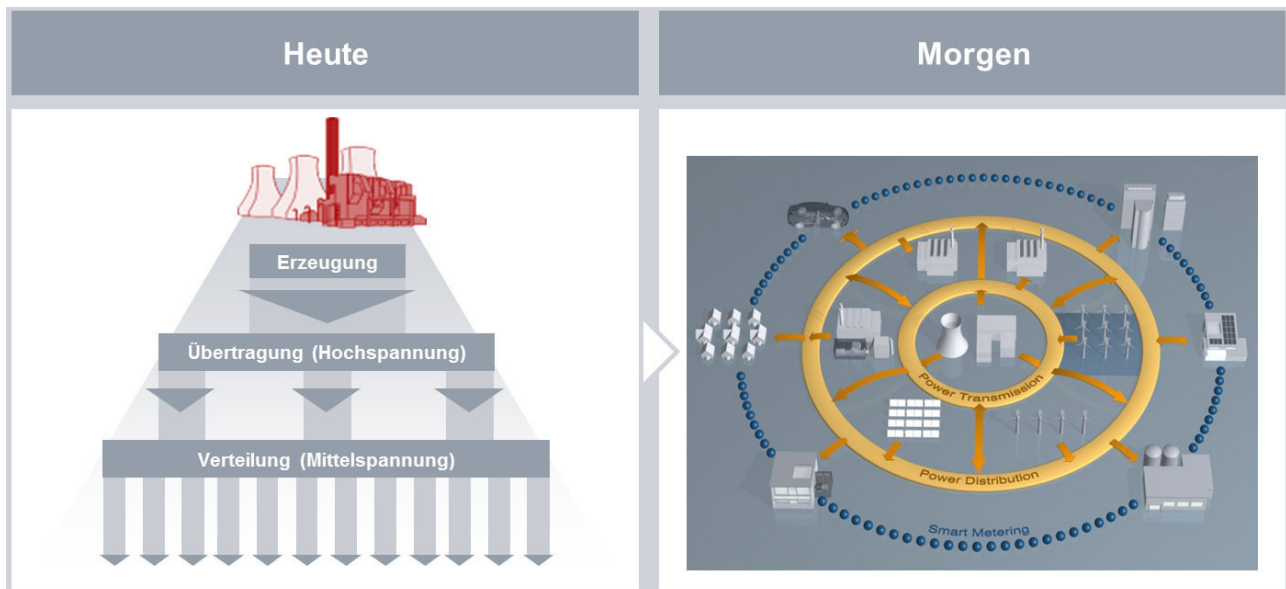
Diese Quelle zeigt eindrucksvoll wie groß die Übereinstimmung mit den förderpolitischen Zielen und die wirtschaftliche Anschlussfähigkeit beim Thema HGÜ ist. Für die Elektromobilität und die Erneuerbaren bedeuten die Übertragungsnetze ohne weitreichende Maßnahmen einen weiteren Flaschenhals. Schon heute sind paneuropäische Geschäftsmodelle mit Pumpspeichern in Alpenländern oder der Windparkvernetzung in der Nordsee Haupttreiber des Netzausbaus. Der Technologiebaustein HGÜ liegt also exakt im Technologiepfad des Projektes.

Schlüsselkomponenten zur Verringerung dieser Ausfallarbeit von 4 GW – das entspricht ca. 6,8 Mrd. Euro pro Jahr - sind Leitungen und Trafos. Ohne Innovationen in diesen Produktgruppen kann weder der Anteil an Erneuerbaren noch der an Elektromobilität wachsen.

Für die Trassen über Land zu den wichtigsten Verbrauchszentren im Süden ist der Trafo gleichzeitig Schlüsselkomponente und Flaschenhals. Die derzeit fortschrittlichste Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs (HGÜ) Technik wurde von chinesischen Kunden bei Siemens bestellt. Nach erfolgreicher Erprobung beginnt dort erfahrungsgemäß die Multiplikation mit der damit einhergehenden Abwanderung einer weiteren Schlüsseltechnologie.

Vor diesem Hintergrund besteht jetzt die industriepolitisch historische Chance, mit Siemens-HGÜ-Technik der nächsten Generation, die flächendeckende Windstromversorgung in Deutschland sicher zu stellen. Im weltweiten Benchmark-Vergleich würden sich hiermit führende Vergleichswerte hinsichtlich Übertragungsleistung und –verlusten erreichen lassen.

Dies ist nicht zuletzt auch eine unabdingbare Voraussetzung für ökologisch vertretbare Elektromobilität und ganzheitliches Netzmanagement über die Verteilnetze hinaus. HGÜ-Trassen sind dabei das Rückgrat der Netze, der Vernetzung von virtuellen Kraftwerken und somit auch des Netz- und Flottenmanagements. Diese Überlegungen werden auch von einer im Projektzeitraum veröffentlichten VDE-Studie zu Overlay-Netzen bestätigt.



Strukturwandel in der Netztopologie

Bei näherer Betrachtung erwiesen sich einzelne Technologiebausteine als Schlüssel zur Behebung der Engpasssituation. Auf diese Technologiekomponenten ist das Projekt – ähnlich wie beim Radnabenmotor oder der 800 V- Zwischenkreisspannung auf Fahrzeugseite – gezielt mit entsprechenden Arbeitspaketen eingegangen. Zwei konkrete Problemstellungen seien hier exemplarisch genannt:

- Große Transformatoren für die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) sind üblicherweise Einphasentransformatoren, die in der Anlage zu einer Transformatorenbank zusammengeschaltet werden. Wegen der großen Leistung der Einheiten wird die Leistung auf mehrere Wicklungsstreugruppen, die sich auf mehreren Kernschenkeln befinden aufgeteilt. Die Ventilwicklungen werden dann außerhalb der Wicklung mit sog. Ventibleitungen parallel geschaltet. Falls aufgrund der Transportabmessungen des Transformators der hierfür zur Verfügung stehende Bauraum nicht ausreicht, müssen die Ventibleitungen außerhalb des Transformators in separaten mit Isolieröl gefüllten Kesseln untergebracht werden. Diese werden dann für den Transport abgenommen und in der Anlage wieder angebaut. Dieser Vorgang ist, da die Sauberkeitsanforderungen sehr hoch sind, sehr aufwändig. Bei einem leistungsstarken 1100 kV Transformator mit großen Volumina gestaltet sich diese Lösung als sehr aufwendig.
- Erste Konzeptstudien zeigten, dass die Transportabmessungen eines 1100 kV UHVDC Transformators Dimensionen erreichen, die einen Transport auf Straßen und Schienenwegen schwierig oder gar unmöglich machen. Deshalb ist es zur Realisierung eines solchen Transformators erforderlich, neue Konzepte, die den Bau eines solch leistungsstarken Transformators der höchsten Übertragungsebene der HGÜ ermöglichen und ebenso die Transportierbarkeit garantieren.

3.9.2 Lösungsansatz

Die Spannungserhöhung von derzeit 800 kV auf 1100 kV bringt eine Halbierung der Leitungsverluste bei gleicher Übertragungsleistung. Die Steigerung der Übertragungsleistung ermöglicht es, zusätzlich die Anzahl der notwendigen Trassen zu verringern.

Ein solcher Bündelungseffekt wird für den Netzausbaubedarf angesichts der geringen Akzeptanz in der Bevölkerung von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung. Ansonsten würden Elektromobilität und Erneuerbare schnell als Verursacher von Netzstabilitätsproblemen dastehen.

Die DENA hat entsprechend erheblichen Handlungsbedarf bei den Übertragungsnetzen festgestellt: "... Demnach müssten in Deutschland bis 2020, zusätzlich zu den nach der dena-Netzstudie I ausgewiesenen 850 Kilometern an neuen Trassen, je nach Technologie Höchstspannungstrassen mit einer Länge von 1.700 bis 3.600 Kilometern gebaut werden. Hinzu käme die Optimierung des bestehenden Verbundnetzes. ...

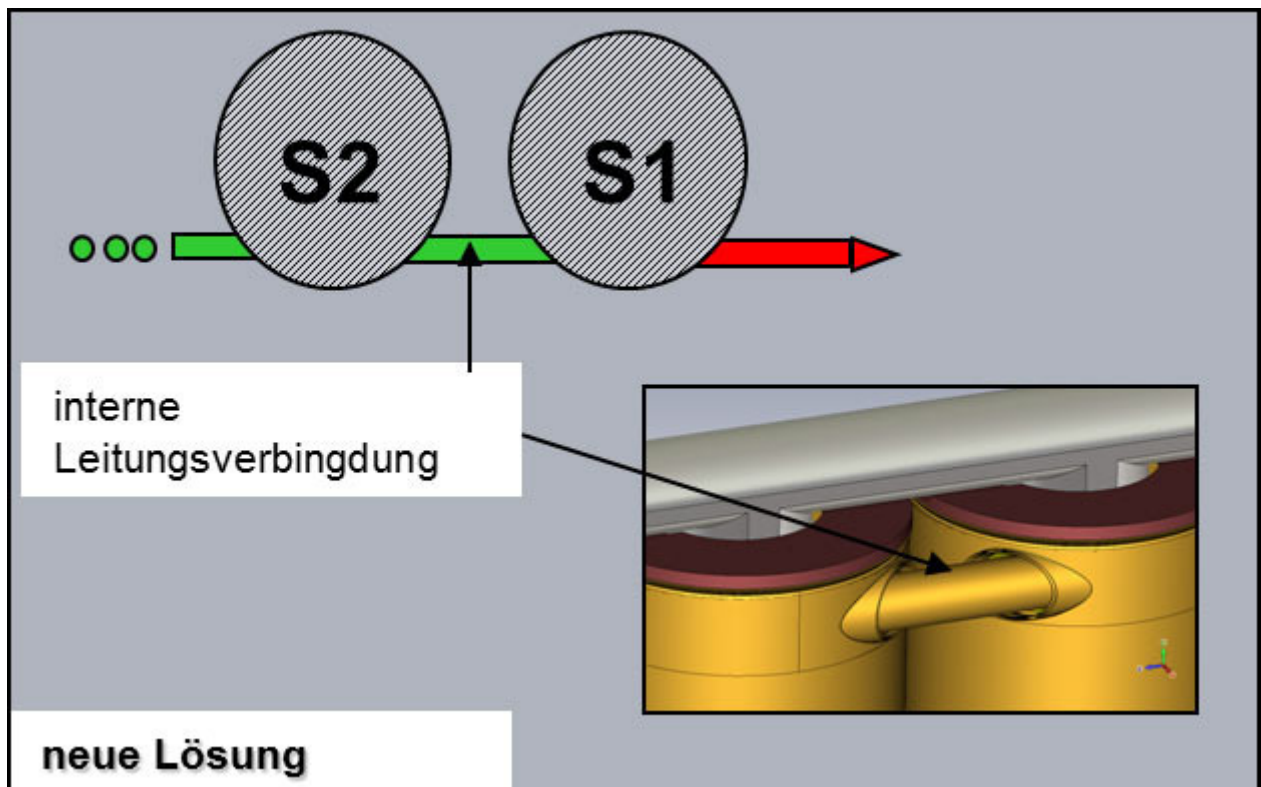
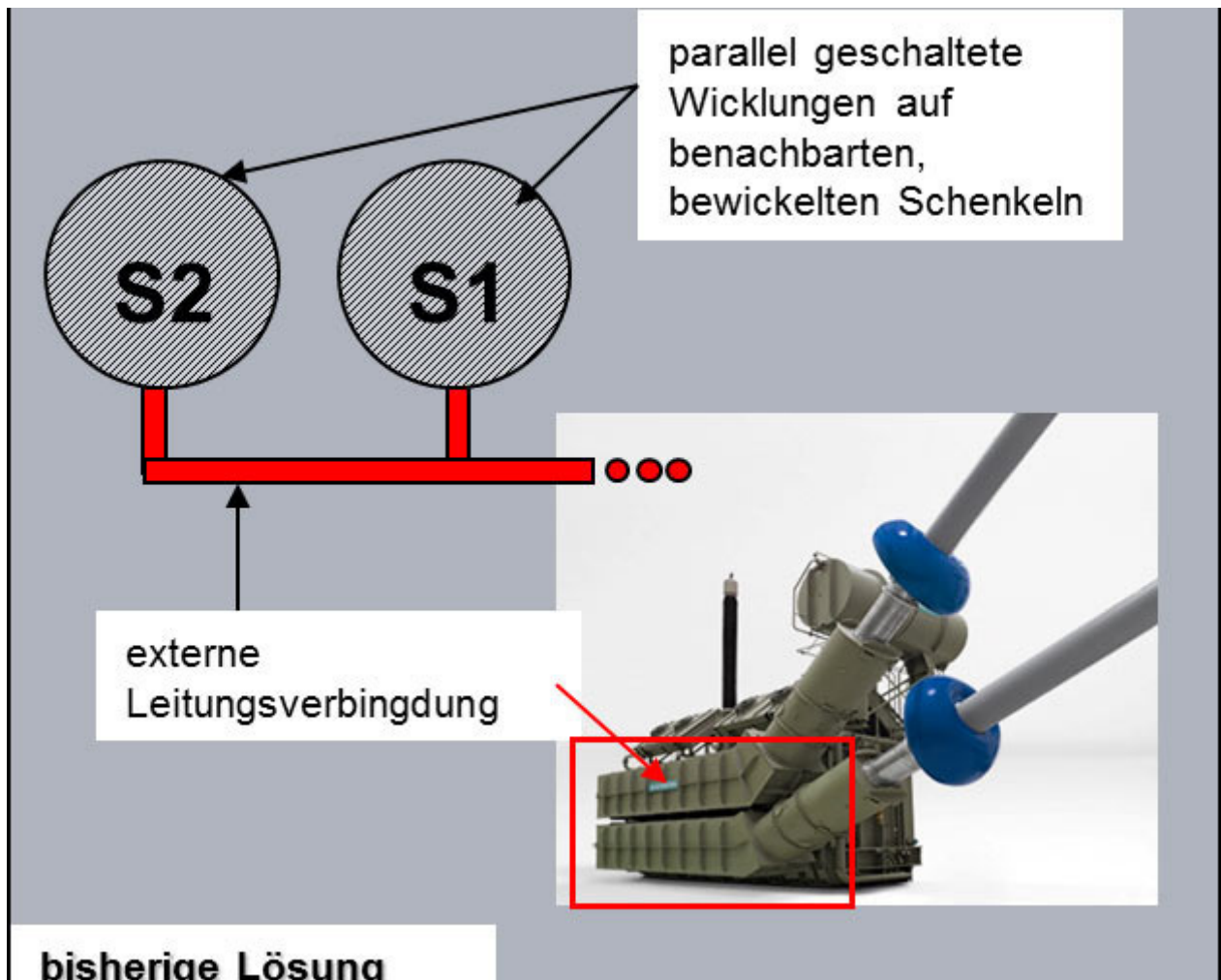
Der ermittelte Netzausbaubedarf gilt unter Berücksichtigung des europäischen Stromhandels und eines marktorientierten Einsatzes konventioneller Kraftwerke sowie aller in den nächsten Jahren verfügbaren Techniken zur Übertragungs- und Systemoptimierung: Temperaturmonitoring, Hochtemperaturleiterseile, Hochspannungsgleichstromübertragung, Erdkabel und Speicher. ...

Während die Kapazitäten der erneuerbaren Energien von Jahr zu Jahr zunehmen, kommt der Ausbau der Netze kaum voran. Von den bereits 2005 in der dena-Netzstudie I ermittelten 850 Kilometern an neuen Trassen, die bis 2015 errichtet werden sollen, wurden bisher nur 90 Kilometer fertiggestellt...."

3.9.3 Ziel

Verringerung der Ausfallarbeit, Entwicklung und Weiterentwicklung der Schlüsseltechnologien hinsichtlich größter Übertragungsleistung und Effizienz in Europa, die Steigerung der Leistung erfordert ein höheres Maß an Material- und Volumeneinsatz. Die Weiterentwicklung soll dazu dienen, geeignete Technologien zu finden, um Volumen- und Massenbeschränkungen trotz gesteigerter Leistung zu genügen.

3.9.4 ILV "innenliegende Verbindung"



3.9.4.1 Problemstellung:

In Einphasentransformatoren müssen die parallelen Wicklungen benachbarter bewickelter Schenkel verbunden werden. Dies geschieht üblicherweise innerhalb des Transformatorbessels. Bei Projekten mit hohen Übertragungsspannungen ($>800\text{kV DC}$) ist es u.U. möglich, dass aufgrund von Transportbeschränkungen des Bessels der Platzbedarf innerhalb des Bessels für die Verbindung nicht ausreichend groß genug ist.

Bisherige Lösung:

Verbindung der parallelen Schenkel außerhalb des Transformatorbessels in einem separaten Leitungskasten

Neue Lösung (insbesondere bei Spannungen $> 800\text{kV}$ wirtschaftlich erforderlich):

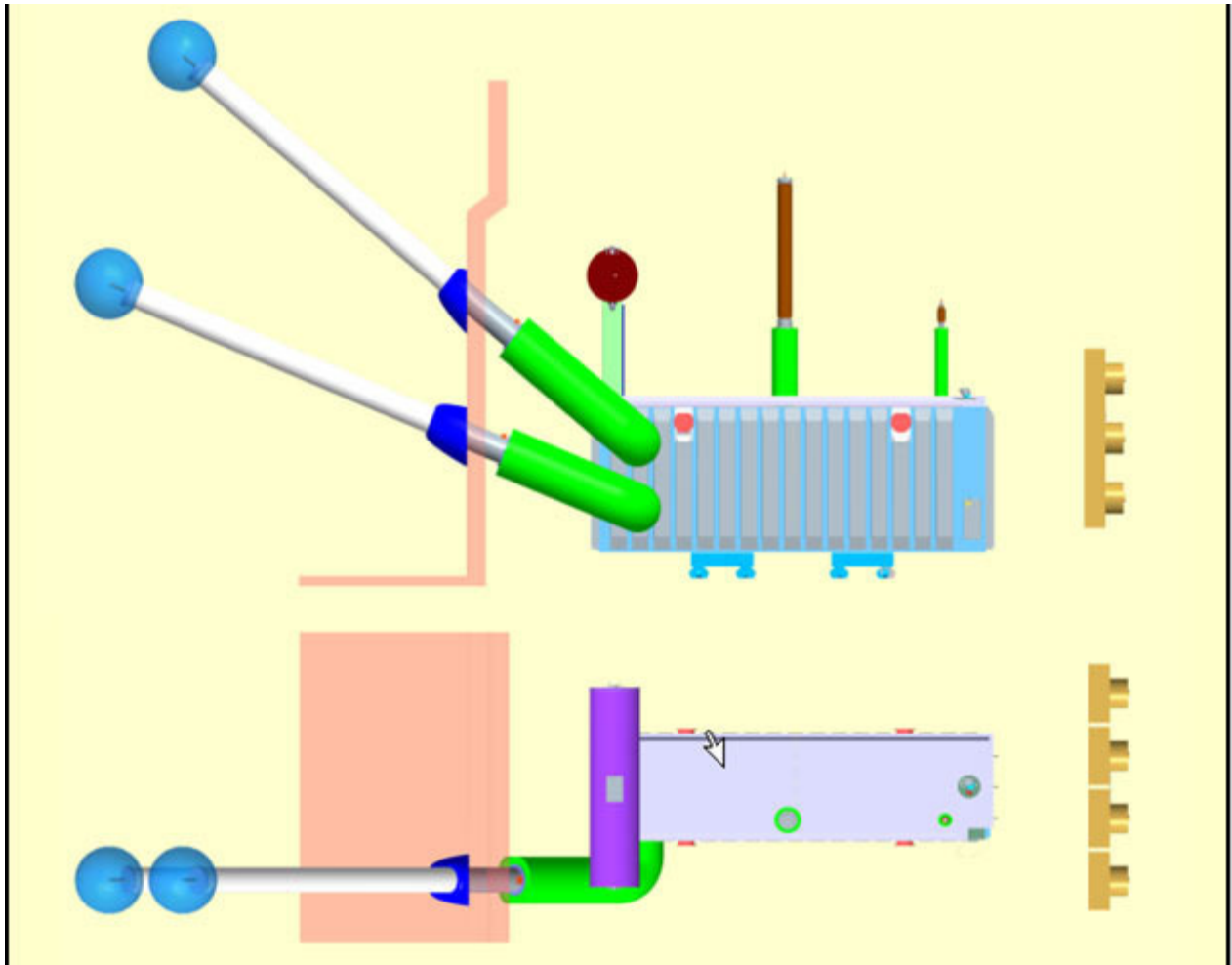
Verbindung innerhalb des Transformatorbessels unter gleichen Randbedingungen.

Randbedingungen: die Transportbeschränkungen und somit die maximal zulässigen Besselabmaße müssen eingehalten werden, die Prüfpegel des Transformators bleiben gleich, die Übertragungsleistung des Transformators ist größer als bei der Lösung mit der außen liegenden Verbindung

3.9.4.2 Lösung

Anstatt die Verbindung in axialer Richtung ober- und unterhalb der Wicklungen zu realisieren wurde eine Verbindungstechnologie entwickelt, die eine horizontale Verbindung direkt zwischen den bewickelten Schenkel vorsieht. Der Platzbedarf sowie der Fertigungs- und Materialaufwand für diese Verbindungstechnologie ist wesentlich geringer als bei der außen liegenden Verbindung.

3.9.5 1100kV HGÜ Transformatorvarianten



3.9.5.1 Problemstellung

Entwicklung einer HGÜ Übertragungsstrecke mit der Übertragungsspannung 1100kV DC. Größere Übertragungsspannungen erfordern höhere Transformatorprüfpegel und somit größere Schlagweiten innerhalb des Transformatorrüssels. Auch die notwendigen Schlagweiten in Luft müssen neu ermittelt werden. Auch bezüglich Abföhrung der Verlustleistung vergrößern sich die technischen Schwierigkeiten

Bisherige Lösung: nicht vorhanden

Randbedingungen: Leistung eines Pols der Konverterstation 6000 MVA. Der anspruchsvollste Transformator der Bröcke (HY) hat eine Leistung von 500 MVA bei 1100kV. Es sollte eine Einphaseneinheit entworfen werden, welche die Platz- und Montageerfordernisse der Ventilhalle beröcksichtigt.

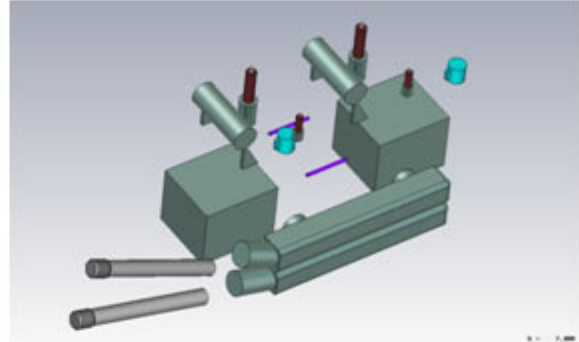
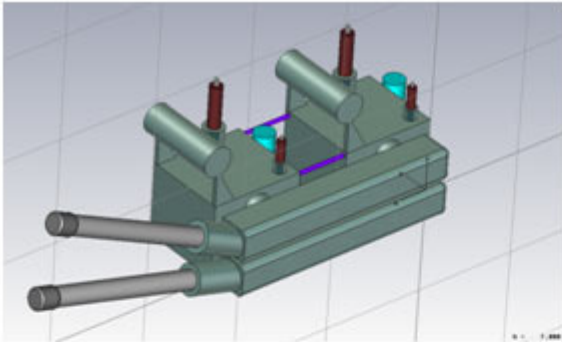
3.9.5.2 Lösung

Es wurde eine Vielzahl von Lösungsvarianten für Einphasentransformatoren erarbeitet. Dabei wurden die elektrischen, thermischen, mechanischen und Transporterfordernisse beröcksichtigt. 6 Varianten kamen in die engere Auswahl und wurden detailliert berechnet.

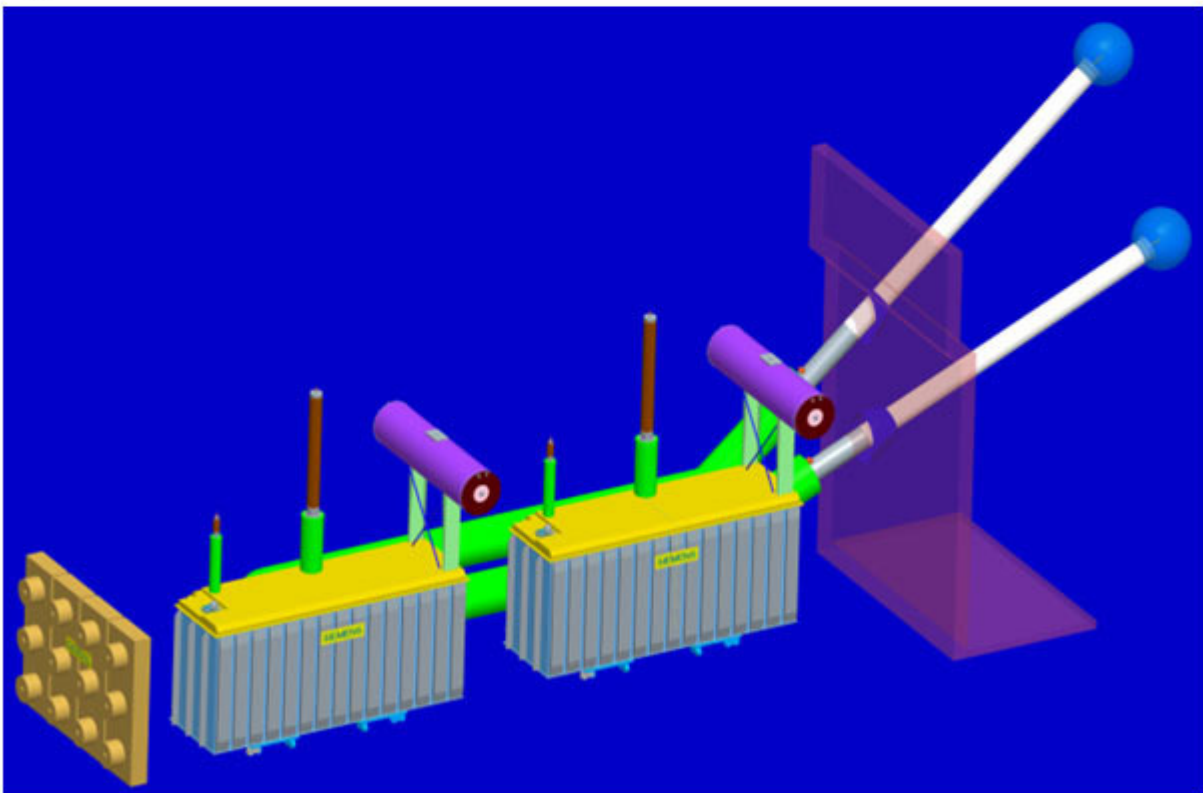
In Absprache mit dem Durchföhrungshersteller und den Ventilhallenfachleuten wurde in mehreren Arbeitsgruppentreffen die optimale Variante ausgewöhlt und ein mechanischer Entwurf des Kessels und des Ableitungssystems erarbeitet.

3.9.6 1100kV HGÜ Transportvarianten

Externes Verschalten kleinerer Einheiten



1100 kV HY Einphasenpol aus 2 parallel geschalteten kleineren Einheiten



Transportkonzepte und -einheiten

3.9.6.1 Problemstellung

Mit immer höher werdenden Spannungen und Leistungen von HGÜ Transformatoren steigen aufgrund der notwendigen elektrischen Isolationsabstände und aufgrund der zu übertragenden Leistung die Baugröße und das Gewicht aller Komponenten des Transformators.

Dadurch steigt das Gewicht und die Abmessung des kompletten Transformators in eine Größenordnung, die die Transportkosten so stark ansteigen lässt, dass es sich lohnt, über neuartige Konzepte zur Verringerung der Transportabmessungen und Gewichte nachzudenken.

Bisherige Lösung: nicht vorhanden

Randbedingungen: Es soll eine Einphaseneinheit entstehen, welche transportfähig und nur mit geringem Aufwand vor Ort noch einmal montiert werden muss.

3.9.6.2 Lösung

Es wurden Lösungsvarianten für Einphasentransformatoren kreiert, bei denen bisher innerhalb des Transformatorbuchs befindliche Komponenten ausgelagert wurden und vor Ort extern montiert werden müssen. Weiterhin wurden Varianten kreiert, bei denen mehrere kleinere Einphasentransformatoren zu einer großen Einphasentransformatoreinheit vor Ort montiert werden können, ohne dabei eine Vor-Ort-Fertigung zu installieren.

Darüber hinaus wurde eine Lösung kreiert, die einen sogenannten Mammut-Transformator vorsieht. Bei diesem wurde zunächst jegliche Transportbeschränkungen außer acht gelassen und ein reiner Straßentransport vorgesehen. Alle Lösungen sind mit mehr oder minder großem technischem Aufwand realisierbar, beinhalten aber dennoch Risikopotenziale, die im Auftragsfall noch detaillierter untersucht werden müssen.

3.10 Windparkanbindung

3.10.1 Funktionserweiterung HGÜ zum Anschluß von Windparks, Windparkintegration in Netzmanagement

Die Funktionserweiterung der HGÜ zur Anbindung von Windparks wurde in Erlangen entwickelt und mit PSCAD simuliert. Die von Siemens weiterentwickelte Regelung der PLUSCONTROL für den Windpark Borwin 2 befindet sich derzeit im Functional Performance Test (FPT).

Hierbei wird die gesamte Leittechnik Hard- und Software mit Hilfe des Real Time Digital Simulator (RTDS) getestet.

Der Windpark und das Netz werden hierbei vom RTDS nachgebildet. Die Schnittstelle zum Windparkcontroller befindet sich derzeit in Klärung mit dem Auftraggeber TenneT TSO Bayreuth.



Beispiel eines Functional Performance Test (FPT) in Erlangen

3.10.2 Weiterentwicklung Leittechnik Windpark, Konzept Betriebsführung

Die für Modular Multilevelstromrichter entwickelte Spannungs- und Frequenzregelung erlaubt die Anbindung von Inselnetzen ohne eigene Generatoren und die Anbindung von Netzen mit geringer Kurzschlussleistung. Die erste Anwendung dieses Regelungssystems erfolgt im Rahmen der Anbindung von Offshore-Windparks.

Hier wird durch den Konverter die Spannung am Anschlusspunkt des Offshore Windparks gestellt und die abgegebene Energie zum Festland übertragen. Der hierfür ebenfalls entwickelte Blackstartalgorithmus erlaubt neben dem Schwarzstart der Inselnetze auch den Schwarzstart von Verbundnetzen. Somit lassen sich Netze mit einem hohen Anteil regenerativer Energien aufbauen und ohne die bisherigen konventionellen Kraftwerke betreiben.

Das Konzept für die Betriebsführung eines Windparks ist sehr umfangreich und komplex. Dazu gehören Strategien wie der Lastabwurf bei Über- oder Unterschreitung der zulässigen Frequenz- oder Spannungswerte als auch die Fehlererkennung und Abschaltung sowie die Begrenzung oder Anhebung der zulässigen Übertragungsleistung.

Bei dem entwickelten Konzept wird eine Spannungsquelle mit einem entsprechenden Spannungs- und Frequenzverhalten nachgebildet. Diese Quelle führt eine unterlagerte Stromregelung (Kaskaden-Regelung) zur Einhaltung der zulässigen Stromgrenzwerte des Konverters.

Neben der Spannungsregelung soll eine weitere Steuerung das Spannungs- und Frequenzverhalten des Konverters vorgeben. Als mögliche Anwendung des neuen Regelungsverfahrens wurde die Anbindung an einen Windpark untersucht.

3.10.3 Studien zur Zusammenführung HGÜ mit übrigen Übertragungs- und Verteilnetz, Netzmanagement

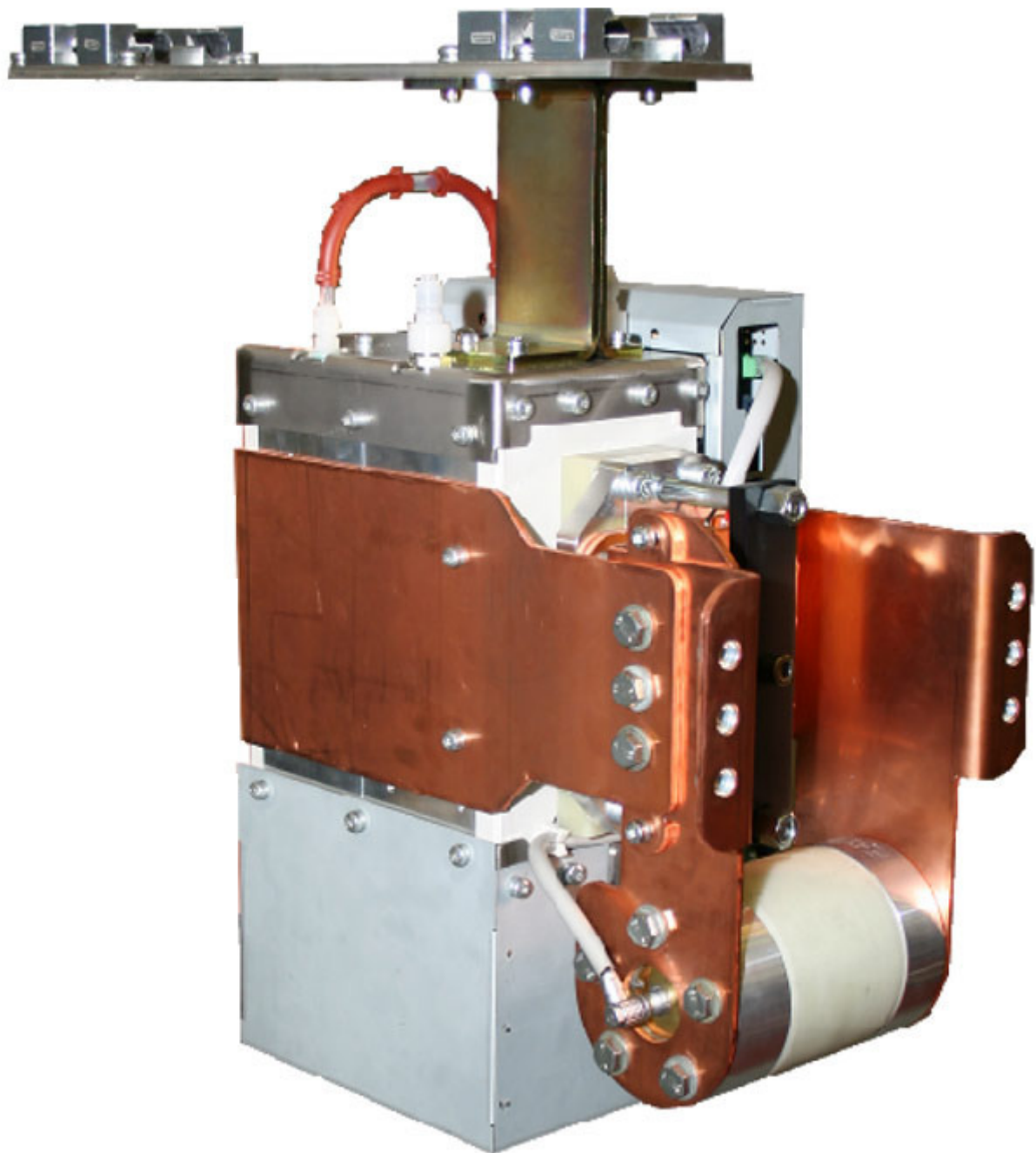
Im Rahmen der Weiterentwicklung liefen bei Siemens Studien zu den Themen parallele HGÜs und Multiterminal mit unterschiedlichen Konfigurationen der Netze und Windparks. Mit dieser neuen Technologie können Windparks untereinander verbunden werden und an örtlich verschiedene Verbraucher die Energie verteilen.

Siemens arbeitet intensiv in den verschiedensten Gremien für Standardisierung und Normen mit. Hier sind beispielsweise die Cigre Working Groups „HVDC Connection of Offshore Wind Power Plants“, „Guidelines for the preparation of connection agreements or Grid Codes for HVDC grids“ und „Devices for load flow control and methodologies for direct voltagecontrol in a meshed HVDC Grid“ zu erwähnen.

3.10.4 Weiterentwicklung des Powermoduls für größere Ströme zur Anbindung größerer Windparks

Um die Projekte „BorWin 2“, „HelWin 1“ und SylWin 1“ des Auftraggebers TenneT TSO Bayreuth verwirklichen zu können hat Siemens das Powermodul für DC Ströme bis zu 1,4 kA ertüchtigt. Auch ist das Modul für Kondensatoren bis zu 6,5 mF qualifiziert worden. Die Entwicklung des Powermoduls ist abgeschlossen und die Fertigung für die Offshore Projekte in Nürnberg hat begonnen.

Es wurde ein Powermodul auf der Basis des TBC Powermoduls entwickelt. Es kommt ein neuer 4,5 kV IGBT zum Einsatz, für einen maximalen DC Strom von 1,35 kA. Zusätzlich ist ein Kondensator mit 6,5 mF zu qualifizieren. Die Modulelektronik wurde auf den technisch neuesten Stand von SVC PLUS angepasst. Bekannte Schwächen aus TBC wurden beseitigt.



Prototyp des neuen Powermoduls

3.10.5 Bremssteller

Im Rahmen der Anbindung von Offshore Windparks an das Stromnetz auf dem Festland sind neue technische Anforderungen entstanden, die eine Funktionserweiterung des bisherigen Spannungszwischenkreisumrichters erforderlich machten. Gleichzeitig sind Offshore Windparks als tragende Säule zur Versorgung von Elektrofahrzeugen mit Erneuerbarer Energie bedeutsam geworden.

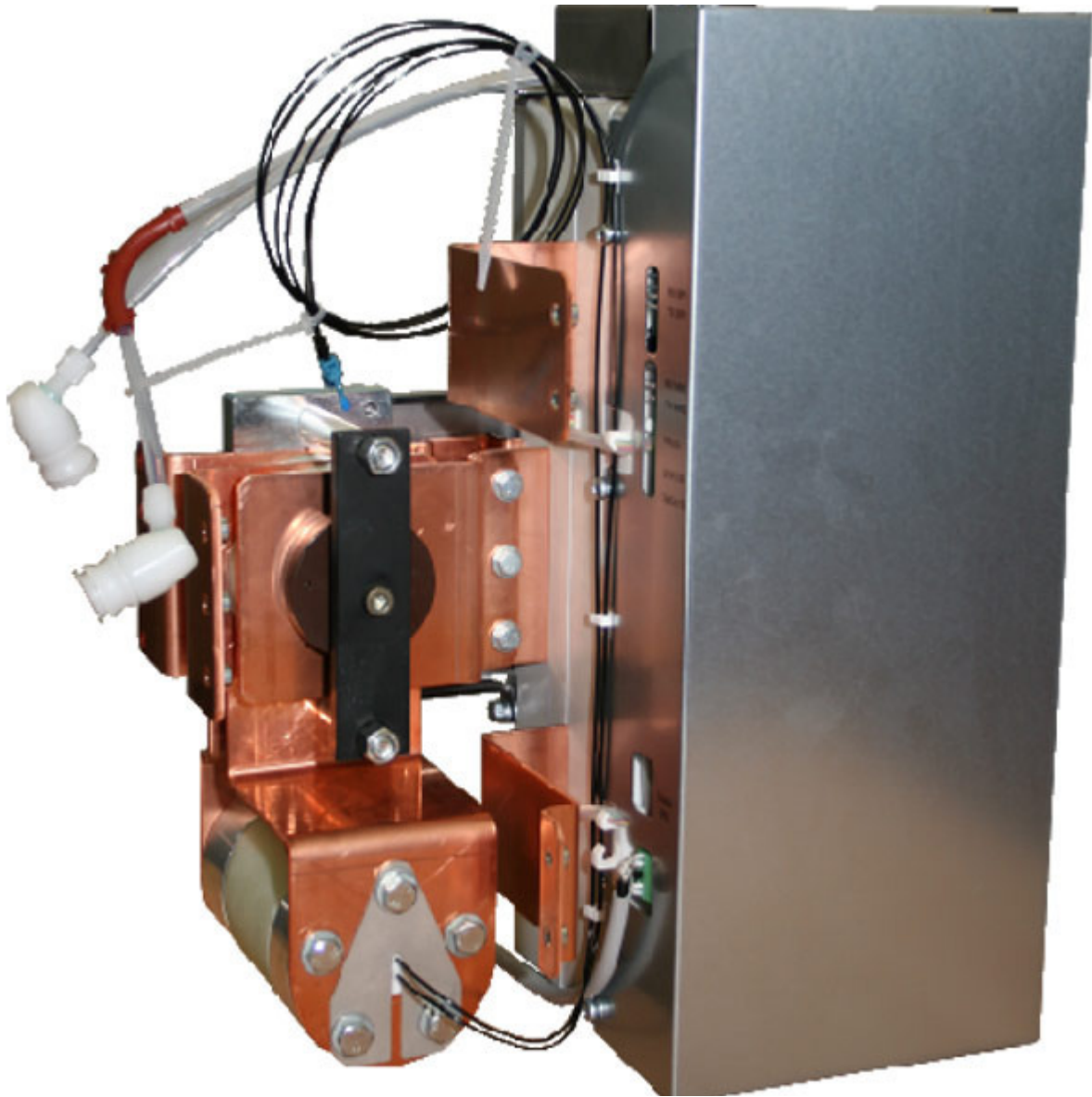
Bei landseitigem Netzausfall ist es notwendig, dass die Übertragung für einen definierten Zeitraum aufrecht erhalten bleibt. Für diesen Zweck sollte die Gleichrichterstation die Spannung konstant halten, wobei die Leistung gezielt abgeführt wird. Die maximal zu überbrückende Zeit wurde mit 2 s spezifiziert. Lösungsansatz.

Diese Aufgaben sollte ein Bremssteller übernehmen. Bei auftretenden Netzfehlern kann die nicht benötigte Energie in entsprechenden Widerständen in Wärme umgesetzt werden. Durch die Realisierung eines Chopper-Bausteins für HVDC PLUS Converter wurde die Erschliessung eines wichtigen Marktsegmentes, z. B. Offshore-Windpark-Anbindungen ermöglicht.

Es ist ein IGBT-Chopperbaustein auf Basis von 4,5 kV-IGBT zur Realisierung eines modular aufgebauten Bremsstellers mit verteilten Widerständen zu entwickelt worden. Die Bausteine sollten ähnlich wie die Converterbausteine in Form einer Reihenschaltung zwischen den DC-Anschlüssen des landseitigen Converters eingesetzt werden. Sie müssen in der Lage sein, bei einem landseitigen Netzfehler die seeseitig eingespeiste Leistung für die Dauer bis zu zwei Sekunden adiabatisch aufzunehmen.

Damit bei kurzzeitigen landseitigen Netzfehlern der Windpark im Betrieb bleiben kann und die Energie aus dem Windpark nach Klärung des Fehlers sofort wieder zur Verfügung steht hat Siemens einen Bremssteller entwickelt. Der Bremssteller nimmt für die Zeit des Netzfehlers die Energie aus dem Windpark auf, damit dieser nicht abgeschaltet werden muss.

Die Abschaltung des Windparks hätte eine längere Anfahrphase zur Folge, die zu Versorgungsausfällen führen würde. Das Bremsstellermodul befindet sich derzeit in der Typprüfung, welche weitestgehend abgeschlossen ist. Die Ansteuerung des Bremsstellers wurde in einer Modellanlage bereits erfolgreich in Betrieb genommen.



Prototyp des neuen Bremstellermoduls

3.10.6 Fehlerkorrektur, Iterationsschleifen, Prüfstandserprobung, Fehlerbereinigung, Schleifen und Feldtests

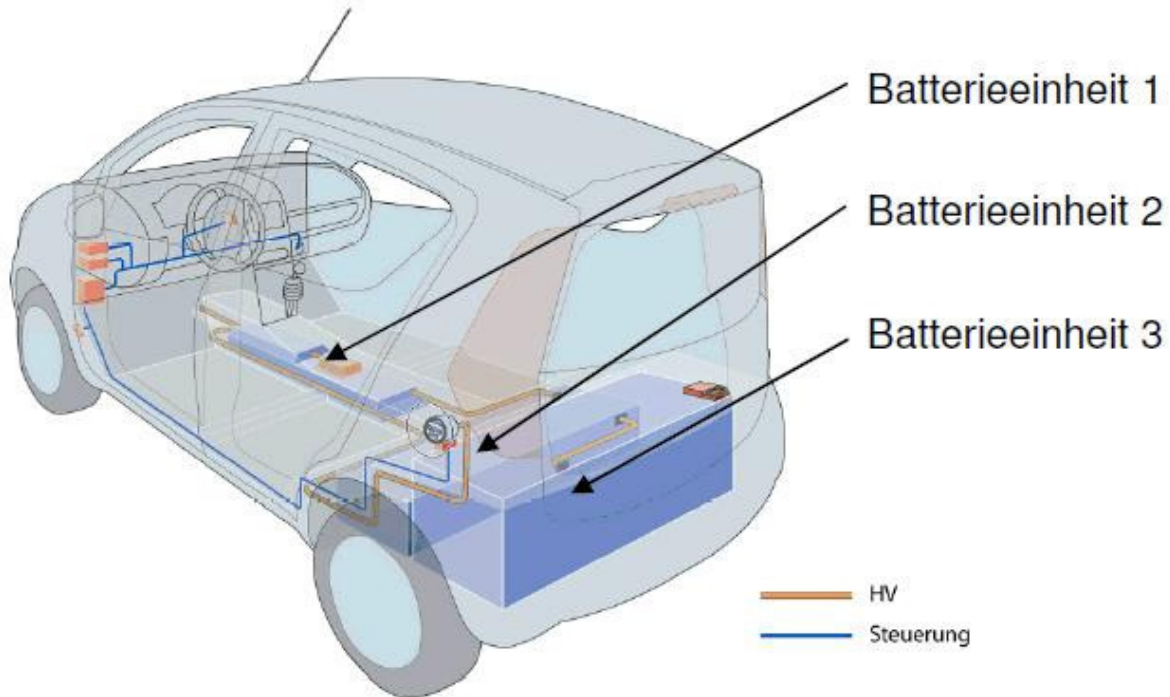
Neben den in der Siemens HGÜ Technik üblichen Tests wie Functional Performance Test (FPT) und Dynamic Performance Test (DPT) wurden für die Powermodule zusätzliche Tests durchgeführt.

Neben den üblichen Entwicklungsprüfungen EMV, klimatische Prüfungen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) und mechanischen Prüfungen (Vibration) wurden auch Stückprüfungen durchgeführt.

Zu den wesentlichen Stückprüfungen zählen die dielektrische Prüfung und der Testlauf im Prüfstand.

Zur Simulation der tatsächlichen Modulbelastung existieren ein „Operational Test“ in Nürnberg in dem 12 Module gleichzeitig laufen und ein „Back to Back Test“ in Erlangen, wo 2 komplette Stromrichter mit je 72 Modulen den Strom im Kreis fahren können. Damit wurden Designschwächen frühzeitig erkannt und die Anzahl der Iterationsschleifen kann auf ein Minimum reduziert werden.

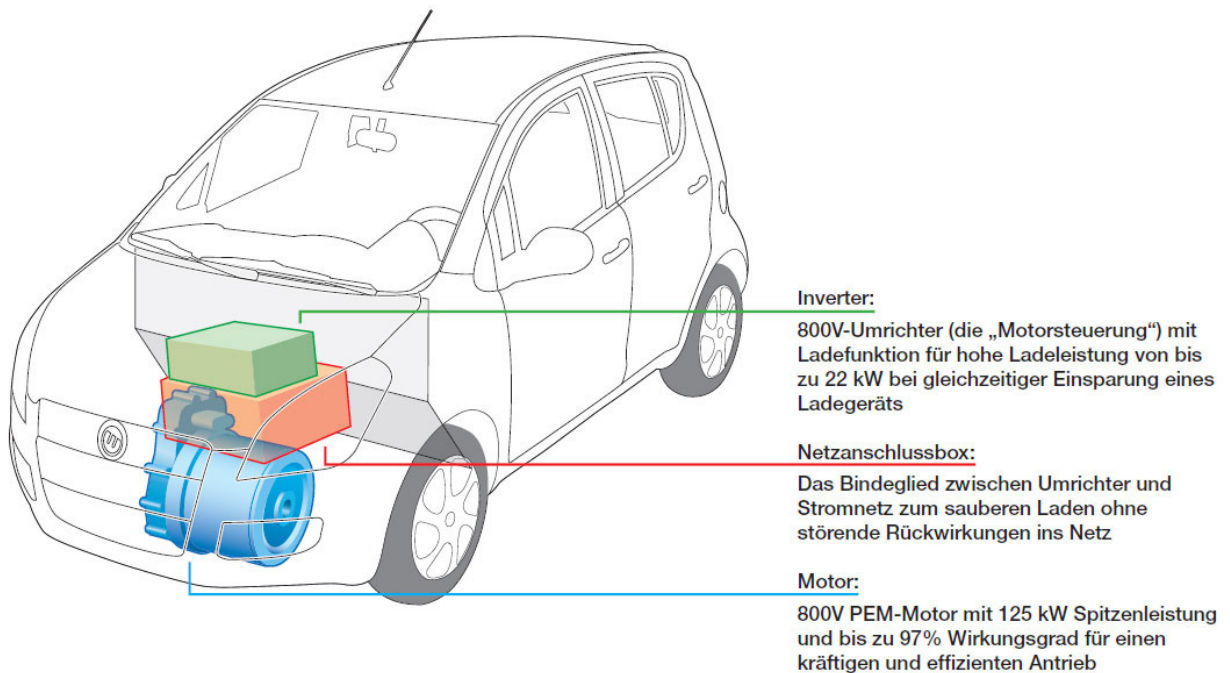
3.11 Fahrzeugintegration 800 V Antrieb



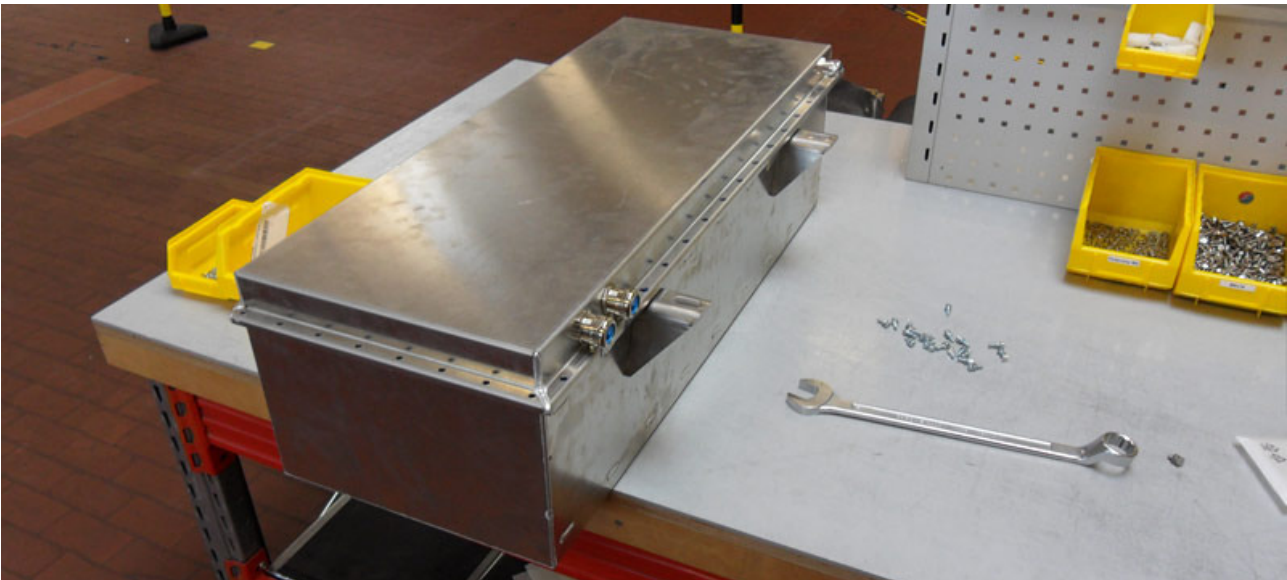
Package des umgerüsteten Stromos

Der Fahrzeugintegrator German Ecars übernahm die Integration des von Siemens gelieferten 800 V-Antriebsstranges, bestehend aus Netzanschlussbox, Umrichter, Motor, Motorsteuerung und ComBox, sowie der Hochvoltbatterie.

Ein weiterer, wesentlicher Umfang war die Anpassung der Bordelektronik, der Klimatisierung, der Fahrdynamik und des Geräuschkomforts. Ferner trug der Integrator Verantwortung für die sicherheitstechnische Integration des Hochvoltbordnetzes und der Batterie.



Siemens Komponenten von German Ecars in den Stromos integriert



Bei der komplexen Aufgabenstellung wurde German Ecars von Siemens hinsichtlich der Auslegung des Antriebsstranges und vom Batterieintegrator hinsichtlich Lade- und Batteriemangement unterstützt:

- crash- und explosionsicheres Batteriegehäuse, hermetisch dichte Edelstahlausführung, ausgelegt auf extreme Belastungen durch Missbrauch, Havarie, Wasserdurchfahrten
- Wärmemanagement der Batterie für optimale Lebensdauer und Kapazität und zur frühzeitigen Erkennung, Begrenzung oder Verhinderung von Defekten wie Thermal Runaway
- Verifizierung des vom BMS-Lieferanten angelieferten Batterie Management Systems in den verschiedenen Betriebszuständen inkl. kritischer Extremszenarien beim Laden
- Optimierung von Wirkungsgrad beim Laden, insbesondere beim Schnellladen bzw. Rekuperieren, Ergänzung der Fahrzeugsteuerung um Maßnahmen der Reichweitenerhöhung
- Grundlagenforschung zu Gegenüberstellung von 400 und 800 V Bordnetzen sowie AC-Indirekt- und DC-Direkt-Laden hinsichtlich Ladeverlusten, Endkapazität am Ende
- Komplettes Prüffeldprogramm mit Alterung, Klimawechsel, Vibration, Lebensdauer mit unterschiedlichen Ladetiefen und Ladeströmen, Crash-, Brand- und Wassereinwirkungen
- Ermittlung und Verifizierung von Lebenszykluskosten der Batterien im Schnellladebetrieb
- Vermeidung von Ladeverlusten durch Ladestrategien, Batterie- und Thermomanagement
- Package und mechanische Integration von den Funktionseinheiten Netzanschlussbox Umrichter, Motor, Motorsteuerung und ComBox und deren Verbindungsleitungen unter Aspekten der Gewichtsverteilung, Fahrdynamik und Noise
- hinsichtlich EMV störfreie Unterbringung aller Antriebsstrangkomponenten inklusive deren Verbindungsleitungen, EMV-seitiger Wechselwirkungen unter Technikkomponenten im Fahrzeug
- Verifizierung der Sicherheitsschaltkreise, Fehlerstromerkennungseinrichtungen und Notabschalter innerhalb des Siemens Antriebsstranges in der tatsächlichen Fahrzeugumgebung
- Anpassung und Substitution der Hilfsaggregate wie z. B. für Servolenkung, Bremskraftverstärkung durch mechatronische Komponenten

3.11.1 Der aktuelle Stand



Außenansicht des Stromos

Das erste Fahrzeug 800V ist bis auf den DC/DC Wandler vollständig aufgebaut und hat auch einige Testkilometer erfolgreich absolviert. Die von Siemens und German E-Cars Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse (FMEA) wurde durchgeführt und die Ergebnisse werden größtenteils in beiden Fahrzeugen umgesetzt und getestet.

Die fehlenden DC/DC Wandler Komponenten sind eingetroffen, erfolgreich getestet und werden in die Fahrzeuge integriert. Damit kann im Monat November der noch fehlende EMV Test und auch die Dekra Abnahme durchgeführt und bei positivem Verlauf das 800V Projekt abgeschlossen werden.

Aktuell unerwartete Schwierigkeiten sind massive EMV Probleme im Fahrzeug, deren Ursachen noch unbekannt sind. Außerdem ist es bei der Entwicklung des DC/DC Wandlers zu massiven Problemen gekommen. Die Behebung dieser Schwierigkeiten ist heute immer noch sehr zeitintensiv. Die aktuellen Tests mit dem Prototyp waren nach mehrmaligen Anläufen erfolgreich und die DC/DC Wandler sind nun für beide Fahrzeuge einsatzfähig.

Die Software-Einbindung ging, basierend auf den vorangegangenen Prüfstandtests bei Siemens, wesentlich schneller als vorab erwartet. Auch die Durchführung einer Fehler-, Möglichkeits-, Einflussanalyse (FMEA) wurde zwischen beiden Häusern durchgeführt und auch erfolgreich abgeschlossen. Hierbei war die Zusammenarbeit mit Siemens vorbildlich.

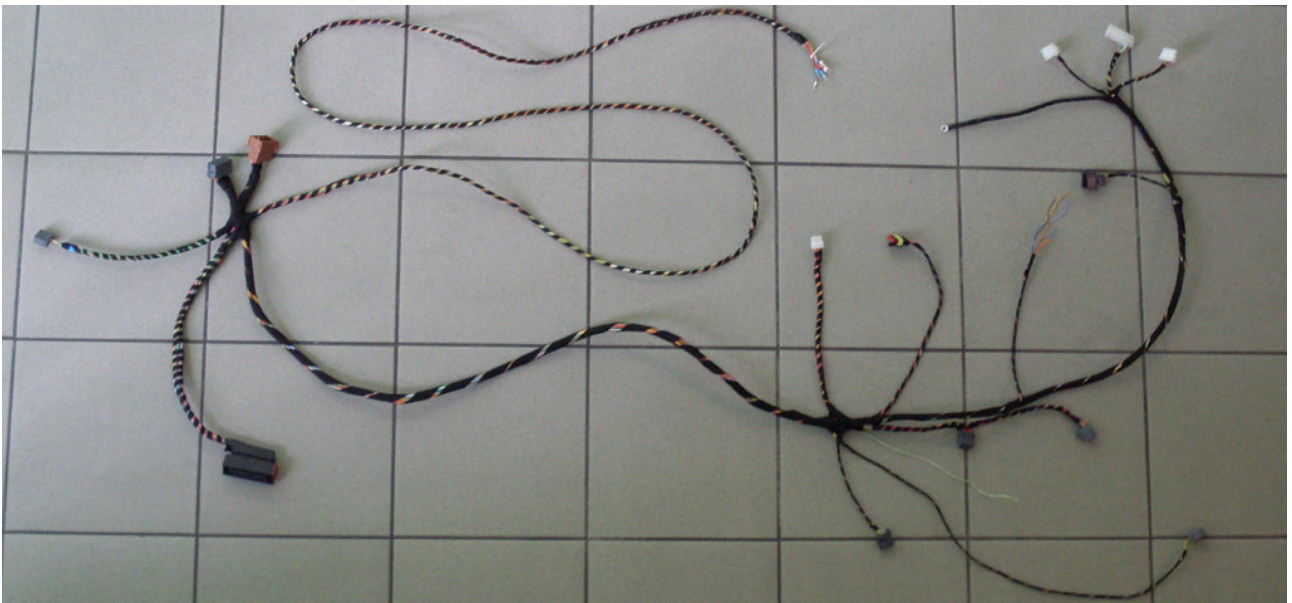
Der Aufbau und die Integration der Komponenten sind insgesamt erfolgreich verlaufen, auch wenn es immer noch einige kritische Punkte im gesamten Projekt gibt. Hierbei sollte man allerdings beachten, dass es sich um Prototypen handelt. Mit dem Start im Januar 2011 wurden zwei fahrfähige 800V Fahrzeuge aufgebaut und in Betrieb genommen.

3.11.2 Beispiele für Herausforderungen im Projektverlauf



Kofferraumausschnitt für Batterieaufnahme: Detailoptimierung für Montage und Heckaufprall

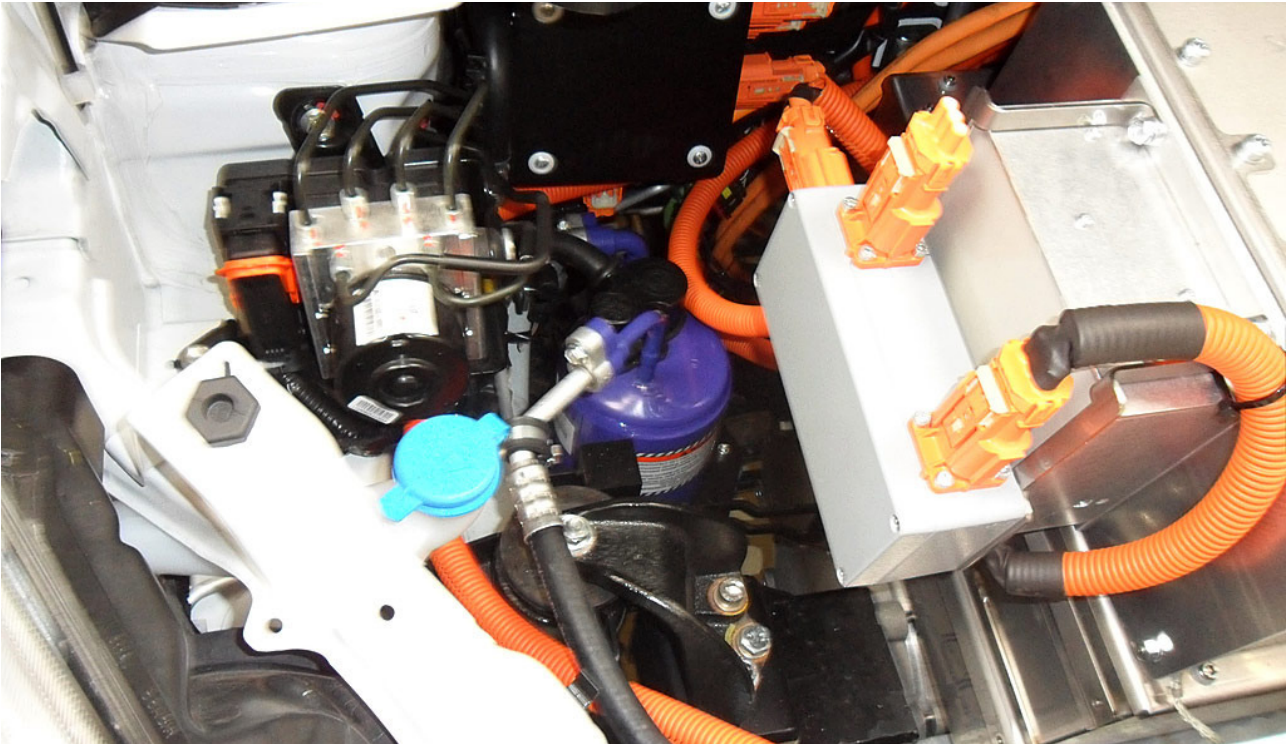
Die Einbindung der Komponenten aus Sicht der Konstruktion war aufgrund deren Größe und des Gewichts schwierig. Besonders kompliziert war die Einbindung der Netzanschlussbox aufgrund der Abmaße. Allerdings konnte ein geeigneter Platz im Motorraum in Zusammenarbeit mit Siemens gefunden werden.



Kabelbaum des Umrüstfahrzeuges

Der Aufbau der Fahrzeuge hat sich, trotz guter interner Vorbereitungen, immer wieder verzögert. Es traten nicht vorhersehbare Probleme auf, die dann erst behoben werden mussten, bevor der Aufbau fortgeführt werden konnte (z.B. am Kabelbaum, Anschlüsse einiger Komponenten).

3.11.3 Ergebnis aus Sicht des 800 V-Antriebsstranglieferanten Siemens



Blick in den Motorraum nach der Umrüstung

Aus Siemens-Seite wurde die Integration des 800 V Antriebsstranges von mehreren Mitarbeitern intensiv begleitet:

Thermomanagement

- ohne Innenraumheizung keine Zulassung: Heizungskonzept wurde tatkräftig unterstützt
- unter Batterietemperatur von 5 Grad wird Batterie nicht geladen: Batterieheizung kommt im 800V-Prototypen aus Netzanschlussbox
- Netzanschlussbox FMEA und Hochlauf gemacht, Bauraum um Faktor 2
- zu optimieren, auch in Richtung thermische Stabilität
- Stromos hat andere Zellchemie als Ruf, dort gibt es einen Heizkreislauf mit Öl, (Flüssigkeitskühlung ist bei Ruf umgesetzt, nicht bei Stromos)

Inverterladen

- Darstellung der Ladefähigkeit über den Umrichter: Ableitströme sehr positiv ausgefallen,
- Effizienzgewinn in 800 V: bei IGBT eindeutig weniger Ströme und Verluste
- Motor nutzt die Vorteile von 800 V, aber es gibt derzeit keine 800 V Nebenaggregate, daher Effizienzbetrachtung schwierig
- Systemvergleich: gleiches Gewicht und Bauraum inkl. Netzanschlussbox wie separater Onboardcharger mit Umrichter
- Netzanschlussbox mit eigenem Design:
 - o FI-Schalter, um Gleichfehlerströme abzufangen, Typ B
 - o dreiphasiger Netzanschluss
 - o PFC-Drossel und EMV-Filter, um NetZRückkopplung zu vermeiden
- Ablauf des Ladeprozesses mit anderem BMS als in früheren Projekten, z.
- B. spezielle Erhaltungsladung bis 95% SOC, von Fräger gemacht, von Aktia
- ein Gerät von Fräger zugekauft

- Freigabebotschaften von Fahrzeugsteuerung an ComBox, z. B. beim Laden
- und Entladen bestimmte Werte plausibilisieren
- Combox musste angepasst werden, Abläufe müssten neu definiert werden, weil Fahrzeugarchitektur unterschiedlich, unterschiedliche
- BMS-Anbindung, Stromos Fahrzeugsteuerung spricht exklusiv mit BMS, bei Ruf spricht Combox direkt mit BMS, überwacht z. B. SOC selbst, bei Stromos macht das VCU
- ComBox Spezifikation für neue Rahmenbedingungen
- Ladegerät kann entfallen, nur passive Bauteile in Inverterlader spart Kosten , Preis deutlich geringer, keine höheren Ladeverluste, Umrichter hat sehr großen Wirkungsgrad [Gerlich, Matthias] Vergleich mit externem Charger? Wirkungsgrad auch sehr hoch
- DC/DC Tiefsetzsteller von 800 V auf 400 V spezifiziert für Fräger, auch für weitere Applikationen geeignet
- bidirektionales Laden denkbar, Instanz muss verlangen, dass aus Batterie heraus Strom fließt

Systemintegration

- Spezifikation der Leistungsstecker, Vermeidung von Steckern durch Kabeldurchführungen bzw. Bauraumoptimierung
- Schnittstellen zum Fahrzeug hin, Definition von Kabeln, Pinbelegung
- Auslegung von Fahrzeug als Lastenheft, Architekturdefinition

Sicherheit

- keine redundanten Kommunikationspfade bzw. Softwaremodule
- Notaus in Fahrzeug integriert
- im Fehlerfall wird Maschine momentenfrei geschaltet
- Wicklungskurzschluss führt zu Bremsmoment
- Ausfall Leistungselektronik öffnet Schütze der Batterie ab einer gewissen Grenze
- FMEA Antriebsstrang, für Ladefunktionalität und Ladeprozess ist abgeschlossen

3.12 Der Flottenversuch in München



Stromos in der eigens dafür neu eingerichteten Werkstatt in München

In diesem Projekt wurden die unterschiedlichsten Technologien und Anwendungen wie Ladeinfrastruktur, Antriebstechnik und Kommunikationssysteme zu einem ganzheitlichen System zusammengesetzt und im Alltag erprobt.

Um den Nutzen der Technologien erlebbar zu machen, frühzeitig Erfahrungen zu sammeln und die Akzeptanz der Elektromobilität zu erhöhen, hat Siemens verschiedene Elektroflotten für Mitarbeiter in verschiedenen Einsatzbereichen (Privatautos, Car-Sharing und Test-Prototypen) mit entsprechender Anbindung an die Infrastruktur in Betrieb genommen. Rückmeldungen der Testfahrer aus diesen Alltagstests halfen, Verständnis für diesen neuen Markt und seine Anforderungen aufzubauen,

Das Pilotprojekt gliederte sich in mehrere Phasen:

- In Phase 1 hat Siemens an den Siemens-Standorten in München und Erlangen 20 Mitarbeitern E-Autos für die private Nutzung für einen Zeitraum von 30 Monaten übergeben.
- Ergänzend wurden im Frühjahr 2011 zwei Prototypen mit einem 800-Volt-Antriebsstrang von Siemens gebaut. Die hohe Spannung ermöglicht eine Gewichtsreduktion durch geringere Kabelquerschnitte und eine Ladefunktion über den Umrichter in Verbindung mit einer Netzanschlussbox. Dadurch können sehr hohe Ladeleistungen ohne zusätzliches Ladegerät realisiert werden.

- Auch für die nächste Phase des Projekts konnten sich Siemens-Mitarbeiter wieder als Testfahrer bewerben. Diese begann im September 2011 in Berlin und hat den Testschwerpunkt „Car-Sharing“. Teilnehmen können Mitarbeiter von sieben Berliner Siemens-Standorten. Dabei handelte es sich nicht um Privatfahrzeuge, die von Mitarbeitern geleast werden können, sondern um Poolfahrzeuge.

3.12.1 Die Münchner Testflotte



Der movE von CT T P-CAR auf dem Gelände vom Siemens in MchP

Die Münchner Testflotte besteht aus 10 Fahrzeugen vom Typ Stromos, Siemensintern movE genannt. 8 Fahrzeuge sind private Leasingfahrzeuge, ein Fahrzeug ist das Pressefahrzeug und eines das Teamfahrzeug von CT T P-CAR.

3.12.1.1 Was ist der Stromos?

Der Stromos ist ein eCar auf Basis des Suzuki Splash
Hersteller: Fräger, <http://www.german-e-cars.de>

3.12.1.1.1 Basisdaten:

Länge: 3,72m

Breite: 1,68 m

Höhe: 1,59m

Wendekreis: 9,4m

Leistung (max) 56 kW (76PS)

Drehmoment: 140 Nm

Geschwindigkeit: Unser Stromos ist nicht gedrosselt, er ist aber nur bis 120 km/h zugelassen.

3.12.1.1.2 Getriebe:

1. Gang: Anfahren an größeren Steigungen; 0-20 km/h

2. Gang: Anfahren; 0-65 km/h

3. Gang: Stadtverkehr; 30-100 km/h

4. Gang: Außerorts ; 70-130 km/h

5. Gang: Autobahn/Schnellstraße; 70-130 km/h

Antrieb:

Batterien zusammen 19,4 kWh

Verbrauch 15-20 kWh /100 km, je nach Fahrweise

Reichweite 100-120 km

Laden an gewöhnlicher Schuko Steckdose (230 V ~)

Ladezeit ca. 6h für Vollladung

Schnellladung: 2h für Vollladung

3.12.1.2 Erfahrungen aus Sicht der Flottenbetreuung

Die Übergabe der Fahrzeuge fand am 26.11.2010 statt. Damit fiel der Beginn der Testphase in den Winter, so dass Anlaufschwierigkeiten und Winterproblematik zusammen auftraten. Es gab in den ersten Monaten viele Ausfallzeiten. Spezifisch für Elektrofahrzeuge waren dabei folgende Problematiken:

3.12.1.2.1 12-Volt Batterie entleert sich an der Ladesäule und der Ladevorgang startet nicht.

Das war ein Schnittstellenproblem. Die Ladesäule hat ganz abgeschaltet, wenn nicht ausreichend Ladestrom abgenommen wurde. Das Problem konnte durch eine Softwareanpassung gelöst werden. Betroffen waren alle Fahrzeuge.

3.12.1.2.2 Die 12V- Batterie entleert sich aus anderen Gründen.

Das kann ein vergessenes Licht sein, z.B. weil das Warnsignal fürs Licht auf die Handbremse umgelegt worden ist. Aber auch die Steuerelektronik, die aus unterschiedlichen Gründen auch bei abgestelltem Fahrzeug aktiv ist, kann die 12V Batterie erschöpfen.

Eine leere 12V Batterie ist der häufigste Fehler überhaupt. Betroffen sind alle Fahrzeuge. Das Problem wird allerdings mit jeder Flottenwartung und mit zunehmender Erfahrung der Testfahrer geringer.

3.12.1.2.3 Kaltes Fahrzeug lädt nicht.

Betroffen sind alle Fahrzeuge. Die Batterieheizung ist zu schwach um an kalten Tagen bei einem durchgefrorenen Fahrzeug die notwendige minimale Ladetemperatur (+3°C an jeder Zelle) zu erreichen. Mehrfach wurden Fahrzeuge deshalb zum Aufwärmen in einen geheizten Raum geschleppt.

Die Testfahrer haben sich weitgehend darauf eingestellt und stecken das Auto sofort nach der Fahrt an die Ladesäule an. Außerdem versuchen sie das Fahrzeug nicht auskühlen zu lassen und möglichst geschützt zu parken. Dadurch gibt es weniger akute Probleme. Das grundlegende Problem ist aber noch nicht befriedigend gelöst.

3.12.1.2.4 Das Auto bleibt kurz nach dem Anfahren wieder stehen.

Das ist ein gefährlicher Fehler wegen der Unfallgefahr. Besonders im Berufsverkehr. Leider dauert es dann auch länger als bei einem Verbrennungsmotor, bis die Fahrbereitschaft wieder hergestellt ist. Ursache war ein Fehler in der Ansteuerung des Umrichters. Das Problem wurde gelöst durch ein Softwareupdate von GEC. Betroffen waren alle Fahrzeuge.

3.12.1.2.5 Auto beschleunigt ungewollt.

„Gas“ wegnehmen bleibt wirkungslos. Ein gefährlicher Fehler, ausgelöst durch fehlerhafte Hochvoltkabel. Der Betrieb der betroffenen Fahrzeuge war zeitweise untersagt. Die gesamte Flotte wurde überprüft und die fehlerhaften Kabel ausgetauscht. Das Problem ist damit gelöst. Betroffen waren vier Fahrzeuge, davon eines so schwer, dass der Betrieb zeitweise untersagt werden musste.

3.12.1.2.6 Schutzblech für Hochvoltbatterie beschädigt

Das liegt einerseits an der geringen Bodenfreiheit durch die tief hängende Hochvoltbatterie, andererseits auch an der etwas unglücklichen Konstruktion des Schutzblechs. Die L-Form biegt sich beim Rückwärtsfahren leicht auf.

Das kann soweit gehen, dass das Auto fahruntüchtig wird. Keine Ausfälle im Sommer-halbjahr. Solange die L-Form nicht geändert wird, muss mit neuen Problemen im kommenden Winter gerechnet werden. Konstruktiv bedingt sind alle Fahrzeuge betroffen.

3.12.1.2.7 Batteriemanagement sperrt das Fahrzeug.

Das ist eine Schutzmaßnahme gegen Tiefentladung der Hochvoltbatterie. Aber sie ist lästig, weil das Entsperren nur mit einem Service-Laptop möglich ist. Bisher ist das nur einmal vorgekommen. Aber mit verminderter Reichweite im Winter und zunehmender Routine der Testfahrer (sie gehen näher an die Grenzen) steigt die Gefahr einer Wiederholung.

3.12.1.2.8 Dauerhaft ruckendes Fahren

Ursache: Nicht eingerastete Stecker der Hochvoltverkabelung. Ein banaler Fehler, der aber zum Abtransport mit Werkstattaufenthalt geführt hat. Das Fahrzeug fährt anfangs problemlos, aber im Lauf der Zeit ruckelt sich der Stecker frei und das führt zu Wackelkontakten. Alle Stecker wurden überprüft. Das Problem sollte nicht mehr auftauchen. Betroffen war nur ein Fahrzeug.

3.12.1.2.9 Radioempfang gestört

Das klingt wie eine Kleinigkeit, aber es wird z.T. massiv beklagt. Da es sich vermutlich um eine EMV-Problematik handelt, ist es damit auch ein Problem der Elektroflotte. Nicht alle Radios funktionieren gleich schlecht. Manche gehen gut. Sieben Fahrzeuge haben mit dem Radioempfang Probleme.

3.12.1.2.10 Aktueller Stand (September 2011)

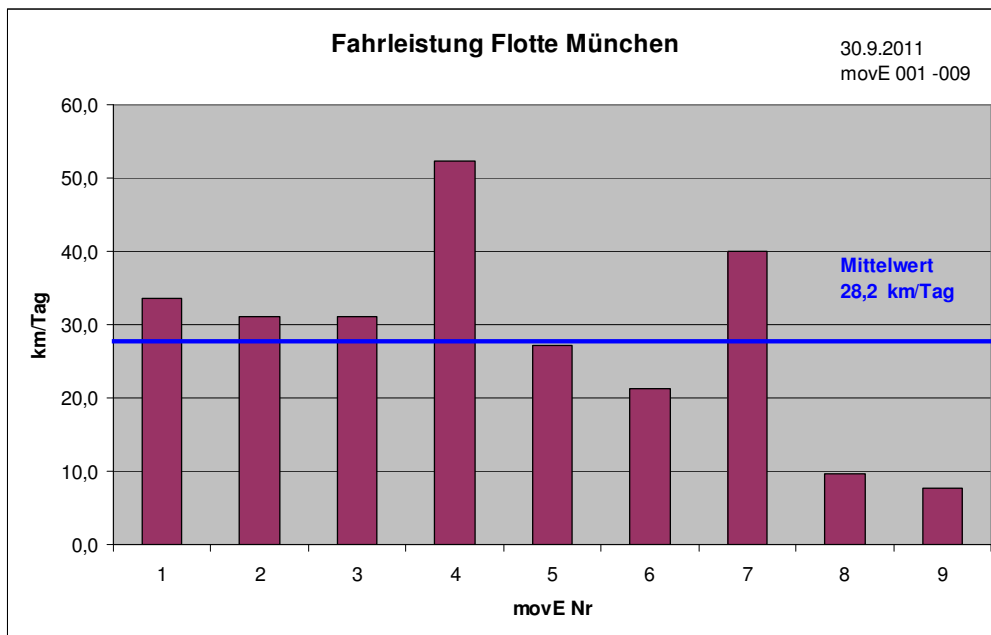
Alle schweren Probleme wurden von GEC abgestellt. Bei kleinen Problemen konnten wir meist selber Hilfe leisten. Die mit Abstand häufigste Hilfeleistung war Starthilfe und wieder aufladen der 12V-Batterie. Gefolgt von der Reparatur eines verbogenes Schutzblechs. Die Betreuung der Testfahrer erfolgt mittlerweile auch durch die Werkstattkette von A.T.U..

3.12.1.3 Erfahrungen aus Sicht der Testfahrer - Fragebogen

3.12.1.3.1 Fahrleistung

Es wurde eine Umfrage durchgeführt um an die Erfahrungen der Münchner Testfahrer zu gelangen. (Unfragebogen s. Anhang). Die folgenden Auswertungen sind anonymisiert. D.h. Namen werden nicht genannt und die Auswertenummern stimmen nicht mit den Fahrzeugnummern überein.

Außerdem wurde das Teamfahrzeug von CT T P-CAR nicht berücksichtigt. Es ist technisch nicht identisch mit den anderen Testfahrzeugen und die Nutzung ist eine sehr spezielle. Das Fahrzeug ist viel auf Messen und Ausstellungen und nur selten auf der Straße unterwegs.



Durchschnittliche Fahrleistung der Münchener Testflotte nach 9 Monaten Testbetrieb.

Das Ergebnis deckt sich mit anderen Untersuchungen, die auf einen Mittelwert von ca. 30 km/Tag kommen. Die Spanne für 9 Monate Testbetrieb reicht in absoluten Zahlen von 2000 km bis 13.500 km. Aber auch die größte Fahrleistung von 13.500 km oder durchschnittlich 52,3 km/Tag ist zumindest rechnerisch bequem innerhalb der Reichweite des movEs von 120 km pro Volladung.

Im Wesentlichen spiegelt sich in der Fahrleistung wider, dass der movE hauptsächlich als Zweitwagen zum Pendeln und für Besorgungen in der Stadt genutzt wird.

Der typische Arbeitstag eines movEs sieht so aus:

- Fahrt zur Arbeit (< 40 km)
- An der Ladesäule aufladen (>8h)
- Fahrt nach Hause (< 40 km);
- Eventuell dazu noch private Kurzstreckenfahrten.

Die Testflotte fährt ca. 28,2 km/Fahrzeug/Tag.

3.12.1.3.2 Lässt sich das mit erneuerbaren Energiequellen darstellen ?

Dazu folgende Überlegung:

- Verbrauch movE: $V = 20 \text{ kWh}/120 \text{ km}$
- Solarkonstante: $S = 1,367 \text{ kW}/\text{m}^2$, davon ca. $1 \text{ kW}/\text{m}^2$ terrestrisch
- Wirkungsgrad $h = 15\%$; Mittlere Sonnenscheindauer $4\text{h}/\text{Tag}$

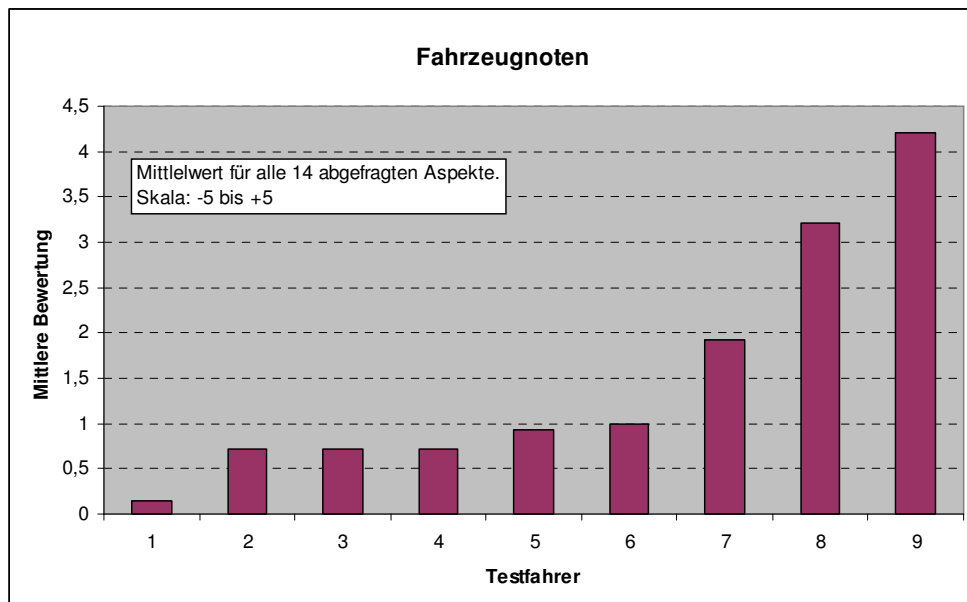
$$\text{Flächenbedarf } A = V \times 28,2\text{km} / (S \times 0,15 \times 4\text{h}) [\text{m}^2] = \text{ca. } 10 \text{ m}^2$$

Das ergibt einen Flächenbedarf von ca. 10qm . Natürlich ist das nur eine Überschlagsrechnung, aber die Tendenz ist: Ein Garagendach voller Photovoltaik reicht aus, um ein Pendlerfahrzeug zu betreiben.

3.12.1.3.3 Zufriedenheit

Wie zufrieden sind die Testfahrer mit ihrem movE? Dazu wurden 14 Aspekte abgefragt, z.T. auch schon im Userforum diskutiert wurden:

Um die Ergebnisse zu interpretieren ist folgende Graphik nützlich:

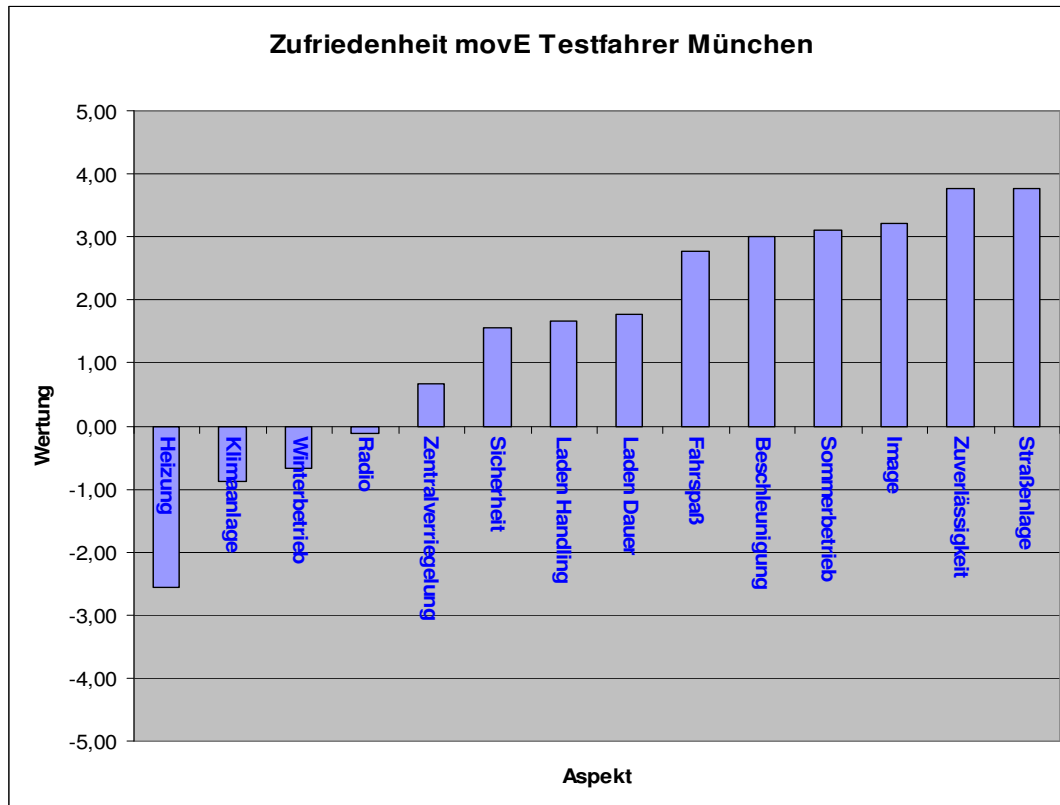


Mittlere Bewertung der Testfahrer für ihr Fahrzeug über alle Aspekte hinweg.

Es gibt einen Testfahrer, der hat ein Montagsauto bekommen und viele Werkstattaufenthalte mitgemacht. Bei dem wäre eine schlechte mittlere Bewertung verständlich. Alle anderen haben mehr oder weniger dieselbe Qualität bekommen. Trotzdem unterscheiden sich die Mittelwerte über alle Aspekte deutlich voneinander.

Betrachten wir Testfahrer Nr. 9. Dieser Testfahrer wertet sehr positiv, im Durchschnitt mit $+4,2$. Wenn dieser Testfahrer der Heizung nur eine $+2$ gibt, dann darf man das genauso als Kritik verstehen, wie wenn Testfahrer Nr. 1, der im Durchschnitt nicht so positiv wertet, der Heizung eine -4 gibt. Entscheidend ist also die relative Bewertung, wenn man diese richtig interpretieren und die Botschaft extrahieren will.

Eine Methode, um an die Botschaft zu kommen ist es, Mittelwerte über die Aspekte zu bilden und dann diese Mittelwerte zu sortieren. Dies wurde im Bild unten gemacht.



Sortierte Umfrageergebnisse zur Zufriedenheit der Münchner Testfahrer mit ihrem movE .

Die Bewertung erfolgte auf einer Skala von -5 (völlig unzufrieden) bis + 5 (völlig zufrieden).

Straßenlage und Zuverlässigkeit bekommen dabei die besten Noten (je +3,78).

3.12.1.3.4 Straßenlage

Bei der Straßenlage ist das verständlich, denn die 3 drei Hochvoltbatterien sorgen für einen tiefen Schwerpunkt. Zudem hat das Elektrofahrzeug abweichend von der Basisversion progressiv abgestimmte Eibachfedern (aus dem Rennsport) bekommen. Wohl mit ein Grund, warum manche Testfahrer von einer „statten“ oder „ruhigen“ Straßenlage sprechen. Und auch bei voll beladenem Auto haben die Testfahrer nichts auszusetzen

3.12.1.3.5 Zuverlässigkeit

Die gute Bewertung der Zuverlässigkeit hat dagegen überrascht. Vielleicht ist in die Bewertung auch die Dynamik eingegangen. In den ersten Monaten gab es nämlich sehr viele Probleme mit den movEs. Diese konnten aber entweder abgestellt werden oder sie treten im Sommer einfach nicht auf. Und neue Probleme kamen im Sommerhalbjahr nicht dazu. Deshalb wird der movE inzwischen als recht zuverlässig wahrgenommen.

3.12.1.3.6 Image

Das Image des Fahrzeugs wird mit +3,22 ebenfalls noch recht hoch eingeschätzt. Das liegt nicht am Basisfahrzeug, das ist ein Suzuki Splash – eigentlich ein weniger bekannter Typ. Das Image kommt eindeutig vom reinen E-Antrieb. Der Stolz darauf Vorreiter zu sein und etwas Besonderes zu fahren ist spürbar. Etliche Testfahrer wünschen sich, dass das Fahrzeug dies noch deutlicher zeigt. Es gibt sogar eine Privatinitiative einen entsprechenden Sticker herstellen zu lassen.

3.12.1.3.7 Sommerbetrieb

Der Sommerbetrieb mit +3,11 ist ein weiterer Aspekt, der sehr positiv wahrgenommen wird. Der movE läuft im Sommer problemlos. Das Laden beginnt sofort nach dem Anstecken an die Ladesäule. Die Reichweite ist nicht eingeschränkt. Das Vertrauen in die Reichweite wird überwiegend mit ca. 100 km angegeben.

Ein Testfahrer hat berichtet, 130 km ohne Zwischenladen gefahren zu sein. Negative Anmerkungen gab es wenig. Bemängelt wurde die schwache Klimaanlage und dass sich das Auto stark aufheizt, wenn es den ganzen Tag an der Ladesäule in der Sonne steht. Dann sind sogar die Ledersitze – sonst eher geschätzt- unangenehm und pappig.

3.12.1.3.8 Beschleunigung

Auch die Beschleunigung kommt mit +3,0 recht gut weg. Positiv angenommen wird hier das Schaltgetriebe. Es wäre in der Stadt durchaus möglich, nur im 2. Gang zu fahren und das Auto wie ein Automatikfahrzeug zu betreiben. Aber der 1. Gang wird von allen Testfahrern genutzt – besonders zum Beschleunigen und zum Anfahren z.B. bei Garagensteigungen.

Damit und mit der großen Dynamik des E-Motors erreicht man Beschleunigungen, die für den Einsatzbereich der Testfahrzeuge (überwiegend Kurzstrecke und Stadtverkehr) als gut empfunden werden. Von den höheren Gängen wird nicht mehr so viel Gebrauch gemacht. Viele Testfahrer berichten, sie nutzen nur die Gänge 1, 2 und 3. Das ist auch ein Hinweis darauf, dass schnelle Überlandfahrten so gut wie gar nicht gemacht werden.

3.12.1.3.9 Fahrspaß

Der Fahrspaß - eine sehr subjektive Frage- ist mit + 2,78 ebenfalls weit im grünen Bereich. Hier kommen die positiven Aspekte von Image und Beschleunigung wieder zum Tragen. Kleine Beeinträchtigungen werden aber schon wahrgenommen:

Die Reichweitenbegrenzung : Wer zu oft auf die Reichweitenanzeige schauen muss oder gar rechnen muss, ob er überhaupt noch zur nächsten Ladestation kommt, empfindet keinen Fahrspaß mehr.

Die Rekuperation- wird meist als merkbar, aber noch nicht störend eingestuft. 2 Testfahrer empfinden das Ruckeln bei der Rekuperation aber schon als störend.

Auch die unruhige Anzeige im Zusatzdisplay gefällt nicht. Besonders wenn teilweise angezeigt wird, dass das Ziel nicht mehr erreichbar ist.

Für Warnlichter, deren Ursache unklar ist, gilt dasselbe – es bleibt ein ungutes Gefühl, auch wenn sie nach Neustart wieder verschwunden sind.

3.12.1.3.10 Ladedauer

Die movEs der Münchener Flotte wurden im Frühjahr 2011 auf Schnellladen umgerüstet. Die Ladeleistung stieg von 3,6 kW auf 11 kW. War vorher der Ladestrom aus einer gewöhnlichen Schukosteckdose ca. 14 A, so stieg er nach der Umstellung auf 40 A. Dadurch verringerte sich die Ladezeit (von 0 % auf 100%) von 6-8 h auf 2-2,5h. Die Umrüstung wird zwar von allen Testfahrern begrüßt, hat aber für viele wenig praktische Bedeutung.

Am häufigsten wird an den Ladesäulen auf dem Parkplatz MchP Süd geladen, d.h. während der Arbeit. Dort steht das Auto lange genug, um auch über die Schukostecker vollständig aufgeladen zu werden. Viele Ladesäulen in der Stadt bieten aber die Schnellladung noch nicht an. Besonders der Flughafen wurde bei der Befragung mehrfach genannt. Auch dort fehlt die Schnellladung und kaum ein Testfahrer traut sich ohne neues Laden auf den Rückweg.

Trotzdem, mit +1,78 ist die Dauer des Ladens für die meisten kein wirkliches Problem.

3.12.1.3.11 Laden Handling

Das Handling beim Laden wird mit +1,67 geringfügig schlechter als die Ladedauer bewertet. Das Ladekabel ist manchen Testfahrern zu lang, Ess ist schwer und liegt, vor allem im Winter, im Dreck. Dazu kommt, dass man an der Ladesäule dem Wetter ausgesetzt ist. Bei Dunkelheit fehlt Beleuchtung. Der Wunsch nach einer überdachten Ladesäule mit Licht wurde mehrfach geäußert. Ebenso der nach Ladekabeln, die man von der Ladesäule abrollen kann. Der Eindruck ist der, dass es beim Handling keinen echten Leidensdruck gibt, aber sehr wohl Verbesserungs-potential.

3.12.1.3.12 Sicherheit

Das ist der letzte Punkt, der mit +1,56 klar positiv gesehen wird.

Niemand hat das Gefühl dass er mit der Hochvoltbatterie auf einer Bombe sitzt. Kritik gibt es eigentlich nur wegen der fehlenden Seitenairbags, was aber nicht dem Elektrofahrzeug selbst anzulasten ist. Einzelne Stimmen fürchten, dass sich die Feuerwehr nicht mit der Rettungsschere ans Fahrzeug traut.

Es wurde aber ein Infoblatt an alle Fahrer verteilt, das hinter der Sonnenblende einen Standardplatz haben sollte. Ein Testfahrer hält die Bremsen für zu schwach für ein Fahrzeug von 1.300 kg.

3.12.1.3.13 Zentralverriegelung

Die Zentralverriegelung ist mit +0,67 vom Durchschnitt zwar noch positiv, aber es gibt schon auch Kritik. Die ZV schließt nur die Türen, nicht aber den Kofferraum, die Reichweite ist fast allen zu gering und über die Zuverlässigkeit wird auch geklagt. Zwei Testfahrer berichten, dass die ZV Türen sogar spontan wieder geöffnet hat, nachdem sie schon eine Weile geschlossen waren. Das wird als Sicherheitsmangel gesehen .und entsprechend bewertet (-5 und -3).

3.12.1.3.14 Radio

Das Radio ist mit -0,11 der erste Aspekt, dessen durchschnittliche Bewertung negativ ist. Man könnte das für eine Kleinigkeit halten, aber es wird in den Foren immer wieder diskutiert. Und es ist wohl ein EMV-Problem und gehört damit zum Thema Elektromobilität.

Die meisten klagen über schlechten Empfang und den plötzlichen Verlust von Sendern. Dass es auch anders geht, zeigt sich an zwei recht positiven Bewertungen (+5 und +4).



Werkstatt Außenansicht im Münchner Winter

3.12.1.3.15 Winterbetrieb

Der Winterbetrieb wird mit -0,67 als eine Schwachstelle der Elektromobilität wahrgenommen.

Das wird alles kritisiert:

- Heizung zu schwach – man kann nur im Mantel fahren
- Gebläse zu schwach – kriegt kaum die Scheiben frei.
- Batterieheizung zu schwach – es kann Stunden dauern bis der Ladevorgang beginnt
- Reichweite nimmt 20-30% ab
- Keine richtigen Winterreifen
- Aufsetzen im Schnee und an Eisplatten infolge der geringen Bodenfreiheit

3.12.1.3.16 Klimaanlage

Mit -0,89 wird die Klimaanlage noch schlechter bewertet als der Winterbetrieb. Die Kritik ist einfach: Zu laut und zu schwach.

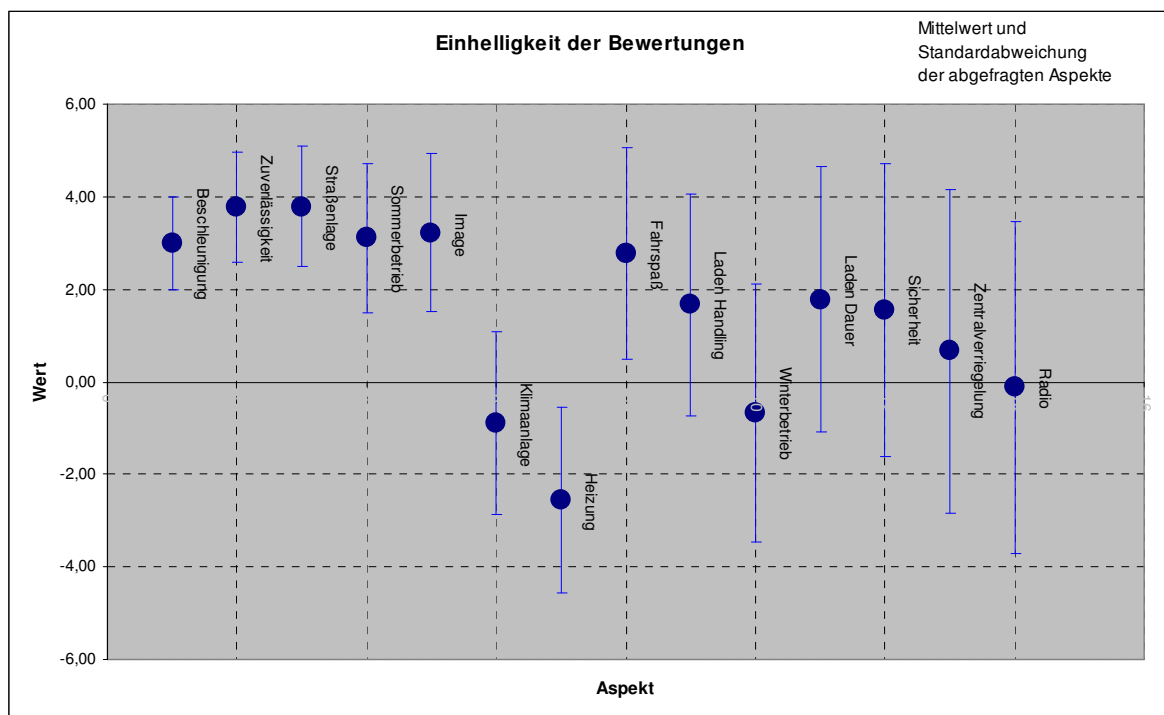
3.12.1.3.17 Heizung

Das Urteil ist mit -2,56 ganz klar negativ. „Viel zu schwach“, „Kaum vorhanden“, „Reicht gerade um die Scheibe eisfrei zu halten“, „Ich kann nur mit Mantel fahren“ sind so die Kommentare. Das Dilemma ist, dass die Heizenergie von der Antriebsenergie genommen werden muss.

Vielleicht haben die Entwickler dabei zu sehr auf die Reichweite geachtet. Und auf keinen Fall sollte man Heizenergie verschwenden. Schon eine bessere Isolierung der Leitungen, die ein Fahrer in Eigenregie angebracht hat, bringt eine kleine aber spürbare Verbesserung.

3.12.1.3.18 Standardabweichungen

Bisher wurde die durchschnittliche Zufriedenheit der Testfahrer betrachtet. Es ist sicher auch interessant, wie einig die Testfahrer in Ihrem Urteil sind. Betrachten wir dazu die Standardabweichungen zur Umfrage:



Umfrageergebnisse zur Zufriedenheit der Münchner Testfahrer mit ihrem movE. Geordnet nach Standardabweichung.

Die Umfrageergebnisse wurden nach der Standardabweichung geordnet. Je größer die Standardabweichung, desto unterschiedlicher die Meinungen. Links im obigen Bild stehen deshalb die Aspekte, über die sich die Testfahrer einig sind. Erfreulicherweise sind das lauter positive Bewertungen:

Beschleunigung, Zuverlässigkeit, Straßenlage, Sommerbetrieb und Image werden recht einhellig als positiv bewertet.

Bei Klimaanlage und Heizung gehen die Meinungen auseinander, wie schlecht die sind. Wirklich gute Meinungen findet man aber nicht.

Beim Fahrspaß gehen die Meinungen schon weiter auseinander. Die Bewertung schwankt zwischen +5 und -2. Die Kommentare dazu zeigen auch wie unterschiedlich das Fahren erlebt wird. Der eine fühlt sich als Pionier einer neuen Ära, freut sich über leises, emissionsfreies Fahren und ist begeistert von der Beschleunigung ohne Gangwechsel. Der andere schaut immer wieder auf die Reichweitenanzeige und hat Angst, sein Ziel nicht mehr zu erreichen.

Auch beim Handling vom Laden gehen die Meinungen auseinander. Drei Testfahrer kommen gut klar mit der Prozedur, bzw. nehmen es als Teil der neuen Elektromobilität an, sechs sind mehr oder weniger kritisch.

Beim Winterbetrieb gibt tatsächlich einmal die Bewertung +5. Das ist - auf Nachfrage - auch kein Fehler. Und es ist sogar nachvollziehbar. Der Testfahrer kommt aus der Garage, fährt 15 km zur Arbeit und steckt das Auto sofort an die Ladesäule. Es hat immer geladen, ist immer sofort in Fahrbereitschaft gegangen und mindestens so gut gefahren wie die Kollegen mit den Verbrennermotoren. Die Heizung ist zwar schwach, aber das ist bei dem kurzen Weg nicht so entscheidend.

Alle anderen Testfahrer sind sich aber einig, dass der Winterbetrieb noch Potential hat und werten zwischen +1 und -4.

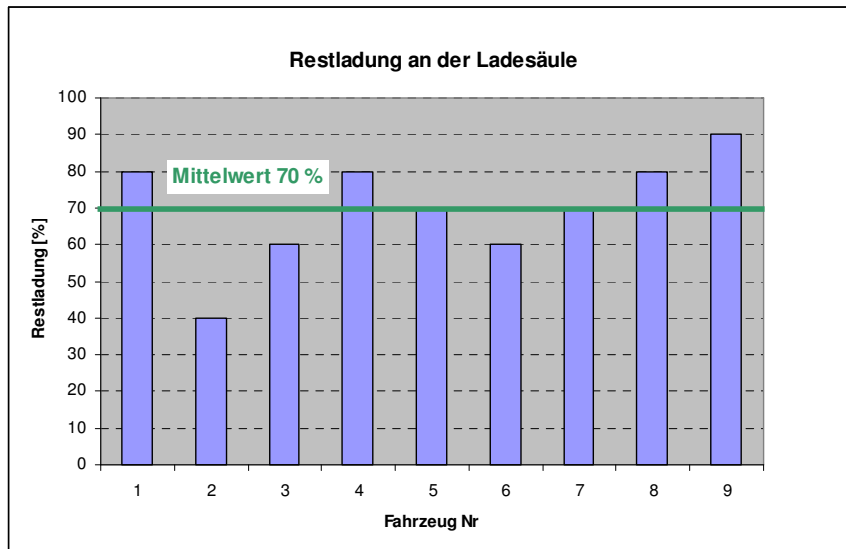
Die Dauer vom Laden wird auch unterschiedlich gesehen. Vermutlich macht es etwas aus, ob dabei der Schwerpunkt auf die absolute Zeit gelegt wird. Das wird dann als zu lang empfunden und mit dem Tanken von Benzin verglichen. Dies ist dann die Gruppe von fünf Testfahrern, die zwischen 0 und -3 wertet. Wird nur bewertet ob es für einen selber reicht, dann sieht es deutlich besser aus. Durch die langen Standzeiten an der Ladesäule während der Arbeit steht den meisten Testfahrern fast durchgängig ein gut geladenes Auto zu Verfügung. Diese Gruppe von 4 Testfahrern wertet mit +4 und +5.

Wie sicher man sich fühlt ist sehr subjektiv und hat eine Spanne von +4 bis -5.

Bleibt noch die ZV, die bei drei Testfahrern (+5,+5,+4) gut zu funktionieren scheint und 6 x sechsmal nicht so gut (0,+1,0,-1,-3,-5)

Schließlich noch das leidige Thema Radio. Das Radio wird zweimal ganz gut bewertet (+4,+5), bei allen anderen mehr oder weniger schlecht (+2,0,-2,-3,-4,-5)

Die Testfahrer wurden auch gefragt, mit welcher Restladung sie typischerweise an die Ladesäule kommen. Das ist das Ergebnis:



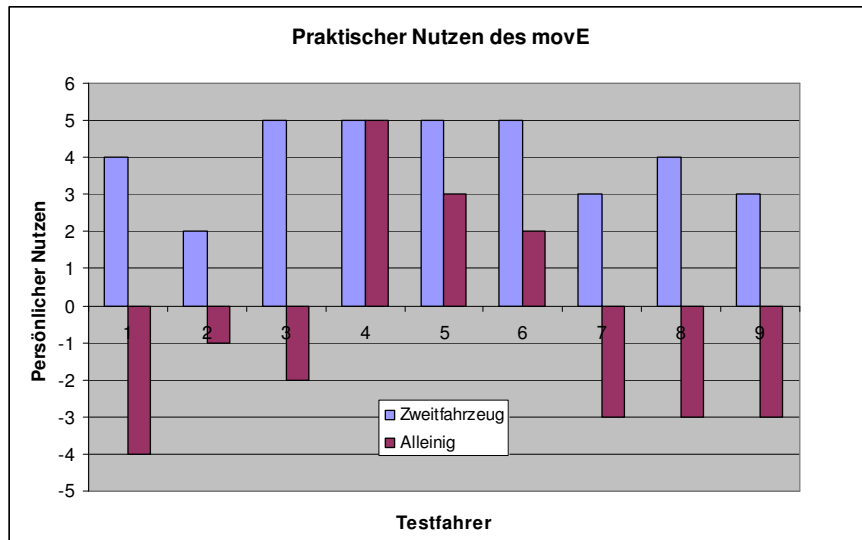
Restladung in der Hochvoltbatterie vor dem Aufladen

Zwei Testfahrer berichten, dass sie auch schon mal bis unter 10% fahren und drei weitere fahren öfter mal unter 40 %. Häufig sind das die Fahrten am Wochenende, die dann auch vom Verbrauch her durchgeplant sind. Ein Grund dafür ist wohl, dass der Strom am Siemens Parkplatz kostenlos ist. Sonst wäre der Mittelwert noch höher.

Trotzdem braucht die Batterie typischerweise nur 30% aufgeladen werden. Bei Schnellladung mit 2,5 h für 100% dauert das typische Laden demnach nur 45 min. Geht man davon aus, dass die Autos an einem Arbeitstag 9h stehen, da kann eine Ladesäule rein rechnerisch 12 Autos aufladen. Das ist mehr als die ganze Münchner Testflotte Fahrzeuge hat.

Um dieses Potential nutzbar zu machen, muss allerdings erst ein Weg gefunden werden die Fahrzeuge nacheinander an die Ladesäule zu bringen. Noch ist das kein dringendes Problem, denn in München hat jeder movE seine eigene Ladesäule.

Als globale Frage wurde noch nachgefragt, wie nützlich der movE als Zweitwagen und wie als alleiniges Fahrzeug ist:



Praktischer Nutzen des movE als Zweitwagen und als alleiniges Fahrzeug

Bei der Frage gibt es nur für einen Testfahrer (Nr.4) keinen Unterschied. Für seine Zwecke ist der movE jetzt schon als alleiniges Fahrzeug gut geeignet. Für zwei weitere Fahrer (5 &6) wäre es möglich, den movE als Alleinfahrzeug zu nutzen, wengleich mit gewissen Abstrichen. Für die anderen sechs Testfahrer gilt:

movE als Zweitfahrzeug ja, als Alleinfahrzeug nein.

Immerhin sind die Bewertungen als Zweitfahrzeug ausgesprochen gut. Das passt durchaus ins Bild. Der movE hat seine Stärken im Pendler-, Kurzstrecken- und Stadtverkehr, also genau da, wo ein Zweitwagen oft eingesetzt wird.

Als Alleinfahrzeug wird der movE hauptsächlich wegen „zu geringer Reichweite“ und manchmal zusätzlich wegen „schlechten Wintereigenschaften“ abgelehnt. Alternative Konzepte für längere Strecken wie Leihwagen oder Carsharing werden (noch ?) nicht ernsthaft erwägt.

3.12.1.4 Erfahrungen aus Sicht der Testfahrer – Kommentare

Im Fragebogen war es auch möglich Kommentare zu geben. Davon wurde auch Gebrauch gemacht – ein Zeichen, dass sich die Testfahrer im Projekt engagieren.

Dies alles wurde angemerkt:

- Alle Testfahrer merken die Rekuperation – aber nur zwei empfinden es als störendes Ruckeln.
- Drei empfinden das Zusatzdisplay situationsbedingt als störend.
- 1 x dauert es zu lange bis der Ladestrom angezeigt wird.
- 1 x unklare Warnlampen.
- 2 x stört der Reichweitenverlust im Winter.
- Zwei empfinden die Leasingraten als zu hoch.
- Mindestens sechs haben sich die blaue Träne der Stadtwerke besorgt und laden an den Ladesäulen der Modellregion
- Die Fahrer tauschen sich aus, wo private Ladesäulen stehen (z.B. bei Mc Donalds)

- Die privilegierten Parkplätze werden geschätzt (3x).
- 1x wurde der Wunsch nach mehr Ladesäulen in der Peripherie genannt.
- Zwei Fahrer haben schon mal eine Ladesäule besetzt vorgefunden, davon war 1x der Parkplatz von einem nicht-Ecar belegt.
- 1 x wurde das Design des movE ausdrücklich gelobt.
- 1x lösen sich die Nummern vom Fahrzeug ab
- Ein Fahrer will ein Design, bei dem der E-Antrieb auffälliger dargestellt ist.
- 1x wurde nach konkreten Ergebnissen und dem Nutzen von 4-S gefragt.
- Die Testfahrer empfinden sich als Teil des 4S-Projekts und wollen gut informiert sein.
- Ein Fahrer wundert sich, dass auf der gleichen Strecke und bei gleicher Fahrweise auffällige Verbrauchsunterschiede auftreten

Man kann die Kommentare in 3 drei Gruppen einteilen:

- Kommunikation Fahrer-Fahrzeug
- AussenwirkungAußenwirkung
- Lademöglichkeiten und Infrastruktur

Alle diese Kommentare können natürlich für mehr Testfahrer relevant sein. Bemerkenswert sind die Kommentare allemal allein dadurch, dass sie abgegeben werden. Sie zeigen was die Testfahrer so beschäftigt, dass es ihnen Wert ist, das auch zum Ausdruck zu bringen.

3.12.1.5 Folgerungen für den Flottenbetrieb

Als Betreiber einer Testflotte darf man sich vielfältiger Aufmerksamkeit sicher sein. Da ist es zunächst mal wichtig, dass die Flotte am Laufen bleibt.

Dazu ist die erste Empfehlung, ein Wartungsfahrzeug zu haben und einen Kümmerer, der schnell den mit großen Abstand häufigsten Fehler beheben kann: Eine leere 12V Batterie. Bei uns hat sich eine mobile Batterie („Power Pack“) zur Starthilfe bewährt. Das geht schnell und am E-Auto wird die 12V Batterie über einen DCDC-Wandler wieder aufgeladen, sobald die Fahrbereitschaft wieder hergestellt ist.

Im Winter ist ein Raum, in dem man durchgefrorenen Autos aufwärmen kann, vorteilhaft.

Außerdem braucht man eine Werkstatt die im Raum der Testflotte zumindest einfache Reparaturen vornehmen kann. Verschickungen sind auf die Dauer zu langwierig und teuer. In München wurde eine A.T.U. Werkstatt dazu ertüchtigt.

Die Testfahrer sind ausnahmslos mit dem Herzen dabei. Sie fahren ihre Autos mit Stolz . Dadurch sind sie gute Botschafter für die Elektromobilität. Das sind sie umso besser, je mehr sie über das Projekt und ihr Auto wissen. Deshalb ist eine gute Kommunikation mit ihnen vorteilhaft.

Wenn möglich, dann sollten die Ladesäulen so großzügig überdacht werden, dass Fahrzeug und Ladesäule geschützt sind. Außerdem sollten durch eine geeignete Beleuchtung Tankdeckel und Ladebuchsen immer gut zu erkennen sein.

Lademöglichkeiten bei längeren Fahrten sind gesucht und werden innerhalb der E-Community auch schnell weitergegeben. Das eröffnet evtl. die Möglichkeit zu Gemeinschaftsprojekten. Ladesäulen ziehen eCars und damit Kunden an.

An der Peripherie des Testgebiets sollen viele Lademöglichkeiten bereitgestellt werden. Vorzugsweise mit der Möglichkeit zur Schnellladung. Dies ist besonders wichtig bei Punkten, die weit weg und von großer Bedeutung sind. In München ist der Airport so ein Platz.

Mit zunehmender Verkehrsdichte der eCars wird das Management der Ladesäulen immer wichtiger. Dabei geht es nicht nur ums reservieren, sondern auch darum, die Ladesäule wieder frei zu geben.

Vor allem an Pendlerparkplätzen ist es nicht nötig, dass alle Ladesäulen gleichzeitig volle Leistung liefern. Das kann den Aufwand für die Anschlüsse reduzieren. Allerdings sind Randbedingungen zu beachten. Z.B. muss verhindert werden, dass ein wartendes Auto im Winter durchfriert und dann gar nicht mehr geladen werden kann.

Vielleicht ist es möglich, die schwache Heizung zu unterstützen indem durch zeitgesteuerte Schaltung die Ladestation das Auto im Winter vorwärmt. Da die meisten Fahrten Kurzstreckenfahrten sind, könnte dadurch ein spürbarer Komfortgewinn erreicht werden.

Die Fahrzeuge sollten serienmäßig mit Klimaanlage und Zentralverriegelung ausgeliefert werden. Die Nachrüstungen haben sich nicht bewährt.

Kleinigkeiten wie der Radioempfang müssen einfach funktionieren. Es ist jammerschade wenn man vor einem eCar steht und sich über das Radio unterhalten muss:

Die Zusatzanzeige sollte „beruhigt“ werden. Hektisch wechselnde Anzeigen oder Anzeigen wie „Reichweite 0 km“ oder gar „Betrieb untersagt“ verunsichern, auch wenn sie nur kurz beim „Gas“ geben aufleuchten.

Wenn der Flottenbetrieb im Winter starten soll, dann muss mit einem verstärkten Betreuungsaufwand in den ersten Monaten rechnen.

Die Fahrzeuge werden vor allem für Kurzstrecken und in der Stadt genutzt. Das kann man bei der Wahl des Basisfahrzeugs berücksichtigen. Der Münchner movE auf der Basis vom Suzuki Splash passt - s.Bewertung Zweitfahrzeug.

Von den Testfahrern kamen Vorschläge zur Verbesserung des Fahrzeugs. Z.B:

- Bessere Isolierung der Heizleitungen – für mehr Wärme in Innenraum
- Licht im Tankdeckel – nützlich bei Dunkelheit an der Ladesäule
- Batterieschutz nicht in L-Form sondern in U-Form ausführen. Das schützt auch beim Rückwärtsfahren und verhindert dass sich der Winkel aufspießt.

All das klingt vernünftig und die Realisierung bedeutet vielleicht keinen allzu großen Aufwand.

3.12.1.6 Fazit nach 9 Monaten Flottenbetrieb

Elektromobilität ist für die Testfahrer zum Alltag geworden. Sie funktioniert, das zeigt die positive Bewertung der Zuverlässigkeit. Die Münchner Testflotte fährt ja auch immer noch mit allen Fahrzeugen. Und Elektromobilität bringt einen Nutzen, das zeigt die überragende Bewertung bei Nutzen als Zweitfahrzeug. Auf die Frage ob sie wieder Testfahrer werden würden gab es nur eine Antwort: Alle sagten Ja.

3.12.1.7 Anhang

3.12.1.7.1 eCar Praxis-Umfrage

eCar Praxis-Umfrage

Testfahrer

move Nr

Übernommen am

Km-Stand heute

Zufriedenheit mit	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Sicherheit											
Zuverlässigkeit											
Laden Handling											
Laden Dauer											
Fahrspaß											
Beschleunigung											
Sommerbetrieb											
Winterbetrieb											
Image											
Straßenlage											
Zentralverriegelung											
Klimaanlage											
Heizung											
Radio											

3.12.1.7.2 Der häufigste mechanische Fehler



Ein aufgebogenes Schutzblech kam vor allem im Winter öfter vor.

Es ist immer das gleiche. Ein Fahrer fährt über ein Hindernis, z.B. eine Eisplatte und es kracht dabei. Als erste Reaktion wird gebremst und rückwärts gefahren. Das ist genau das Falsche. Beim Vorwärts Fahren ist das Auto noch über das Hindernis hinweggeschrammt. Beim rückwärts Fahren aber biegt es das L-förmige Schutzblech auf. Ein U-förmiges Schutzblech über die ganze Hochvoltbatterie würde das verhindern.

3.12.1.7.3 Werkstatt für Elektromobilität bei Siemens MchP



Werkstatt Innenansicht

Im November 2010 wurde Elektromobilität im Rahmen des 4S-Projekts bei Siemens in München Perlach eingeführt. Dafür wurde auch eine Werkstatt eingerichtet und speziell für Elektrofahrzeuge eingerichtet.

Die Werkstatt hat sich als sehr nützlich für den Flottenbetrieb erwiesen.

Viele Probleme konnten dadurch gelöst werden ohne die Autos gleich zum Hersteller verschicken zu müssen:

- Test zur Funktionalität von Ladesäulen und Wallboxen an Flottenfahrzeugen
- Testfahrten mit Datalogger
- Softwareupdates an Flottenfahrzeugen (mehrfach)
- Austausch von Invertern und E-Boxen in den Flottenfahrzeugen
- Reparatur von Schutzblechen (mehrfach im Winter vorgekommen)
- Nachträglicher Einbau der Zentralverriegelung
- Auswechseln von empfangsschwachen Radios (nach Reklamation von Testfahrten)
- Aufwärmen von Autos, die so durchgefroren waren, dass das Laden nicht möglich war (mehrfach)
- Test der Hochvoltverkabelung (Nur Autos mit Fehlern wurden verschickt)
- Einweisung von Fahrern
- Umtausch von Ladekabeln
- 12 V Batterie von liegendebliebenen Autos aufladen
- Starthilfe (der häufigste Service)

Für Probleme bei denen Fahrzeuge doch verschickt werden mussten, war die Werkstatt Anlaufstelle bei der die Testfahrer ihre Fahrzeuge abgeben und wieder abholen konnten.

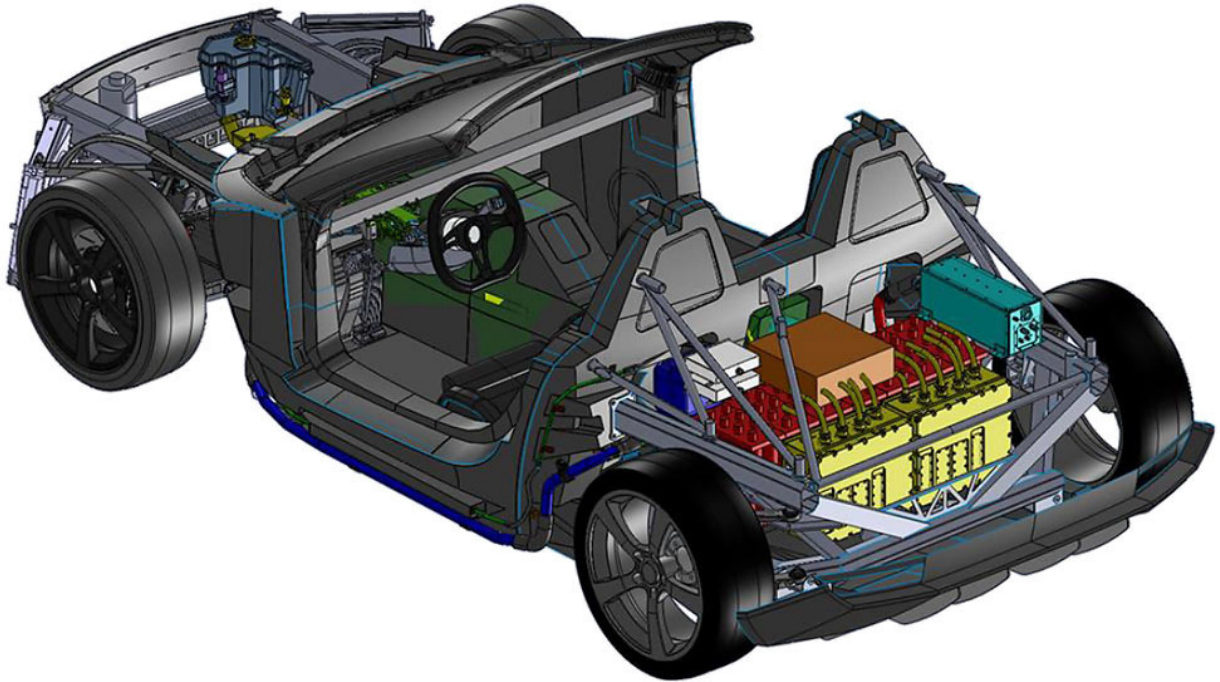
Dadurch, dass in München Werkstatt und Teamfahrzeug zur Verfügung standen, konnten gerade in der Anfangszeit des Flottenbetriebs die Ausfall- und Reparaturzeiten auf ein Minimum beschränkt werden.



Blick unter die Motorhaube

3.13 Der Radnabenantrieb für hohen Wirkungsgrad

3.13.1 Allgemeine Beschreibung



Package des Roding Roadsters mit Siemens Antriebstrang

Es wurde ein Versuchsträger aufgebaut, der über zwei Radnabenmotoren auf der Hinterachse angetrieben wird. Die Hinterachse dieses Versuchsträgers wird rein elektromotorisch gebremst. Die Vorderachse wird mit einer Reibbremse gebremst. Die Fahrzeugtopologie soll elektromotorische Bremse und Reibbremse integrieren und intelligent nutzen. Um möglichst viel Energie rekuperieren zu können, soll so lange wie möglich elektromotorisch gebremst werden. Erst wenn die elektromotorische Bremse nicht mehr ausreicht oder Fahrinstabilitäten auftreten, soll die Reibbremse eingreifen.



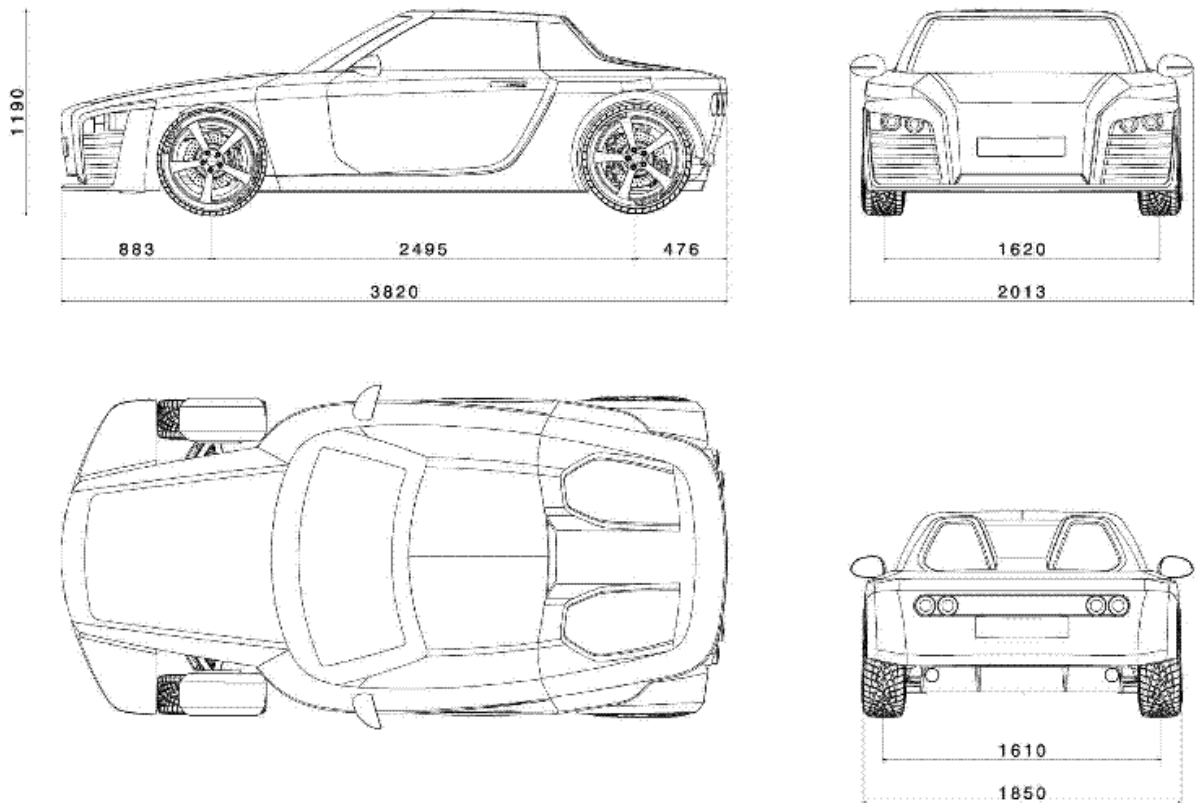
Fahrzeugchassis mit Radnabenmotoren auf neu eingerichtetem Motorprüfstand

Der Versuchsträger wurde zunächst am Prüfstand betrieben, um das Gesamtsystem in Betrieb zu nehmen und zu applizieren. Danach werden Testfahrten auf einer Teststrecke durchgeführt werden.

Als Versuchsplattform dient der Roding Roadster 23. Er wird in Leichtbauweise gefertigt und für das Projekt als reines Elektrofahrzeug ausgelegt. Zwei Radnabenmotoren werden die Hinterachse mit einer Dauerleistung von 60 KW insgesamt antreiben.

Technische Daten und Ausstattung des Rolling Chassis ohne Motor:

- Radstand: 2495mm
- Spurweiten: vorne 1620mm, hinten 1620mm
- Bereifung: vorne 225/40 R18 auf Felge 8x18 Sonderfelge
- Hinten 235/35 R19 auf Felge 8x19 Sonderfelge
- Bremsscheiben: vorne 328x28mm mit Vierkolben-Festsattel
- Leergewicht: ca. 600kg ohne Antriebsstrang Verbrennungsmotor



Außenmaße des Fahrzeugs

Der Versuchsträger wurde von Fachpersonal auf dem Prüfstand oder auf der Teststrecke betrieben. Es werden nur Testfahrer nach Einweisung mit Fahrzeug fahren. Gleichwohl nur ein ausgesuchter Fahrerkreis das Fahrzeug steuern und bedienen darf, ist bei dem Design des Systems und der gesamten Entwicklung von einem normalen Nutzer von Fahrzeugen auszugehen, weil die Anwendbarkeit und die Nutzbarkeit in zukünftigen Fahrzeugen gezeigt werden soll.

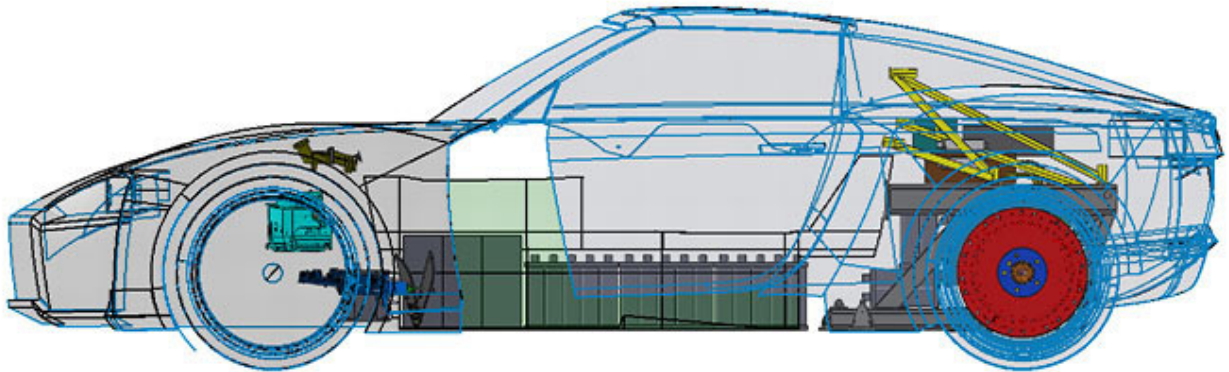
Das Gesamtsystem und das Zusammenspiel von elektromotorischer Bremse und Reibbremse wurden evaluiert.

Für den Versuchsträger werden zwei baugleiche elektrische Radnabenmotoren in den beiden Hinterrädern verbaut. Die elektrischen und mechanischen Schnittstellen sind daher so konstruiert und positioniert, dass ein links- sowie rechtsseitiger Einbau gewährleistet werden kann.

Im Laufe des Projektes wurden folgende Fragestellung behandelt:

- Wie sieht ein Design für einen Radnabenmotor aus?
- Wie kann eine elektromotorische Bremse mit einer Reibbremse kombiniert werden?
- Kann Fahrstabilität mit einer elektromotorischen Bremse realisiert werden?
- Welche ist eine effektive Rekuperationsstrategie?
- Wie ist ein Bremschopper im Fahrzeug auszulegen und einzusetzen?

3.13.2 Erreichte Ziele des Projekts



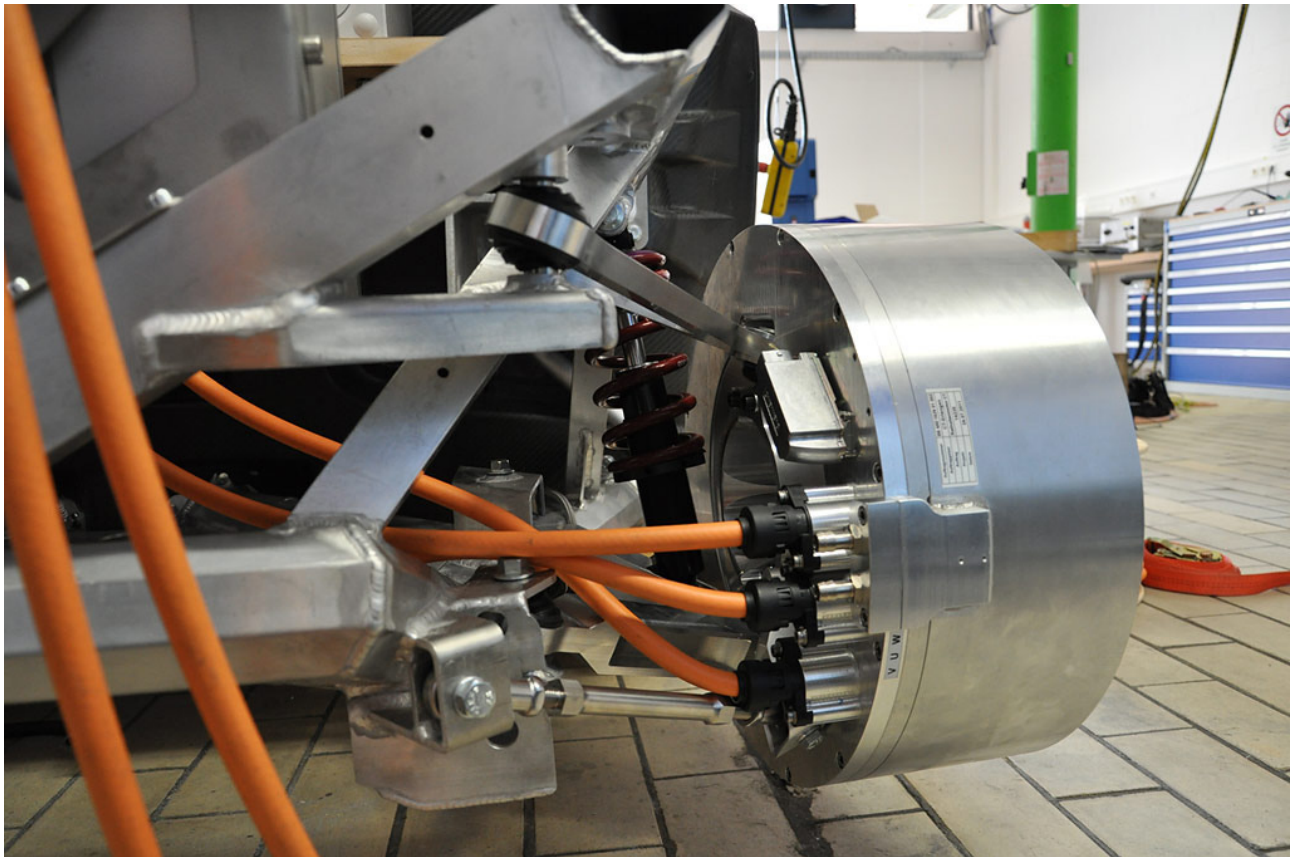
Package des Roding Roadsters mit Radnabenmotoren an der Hinterachse

Folgende Entwicklungsziele wurden erreicht

- Entwicklung eines Radnabenantriebs, der neben dem Antrieb auch das Bremsen auf der Hinterachse übernehmen kann.
- Integration der E-Maschine in das Rad
- elektromotorische Bremsleistung soll die Wirksamkeit einer Hilfsbremsanlage erreichen
- Rekuperation der gesamten Bremsleistung, außer im Falle von unsicheren Fahrzuständen oder Nicht Verfügbarkeit von Komponenten
- Breakblending von elektromotorischer Bremse und Reibbremse
- Fahrt auf einer Teststrecke mit dem Fahrzeug angetrieben durch die Radnabenantriebe.

Daneben wird das System nach dem Projekt weiter als Versuchsträger verwendet werden, um neue Technologien und Architekturen im Fahrzeug zu testen. Es wird auch weiterhin sowohl auf dem Prüfstand wie auch auf einer Teststrecke eingesetzt werden.

3.13.3 Allgemeine Vorbetrachtung

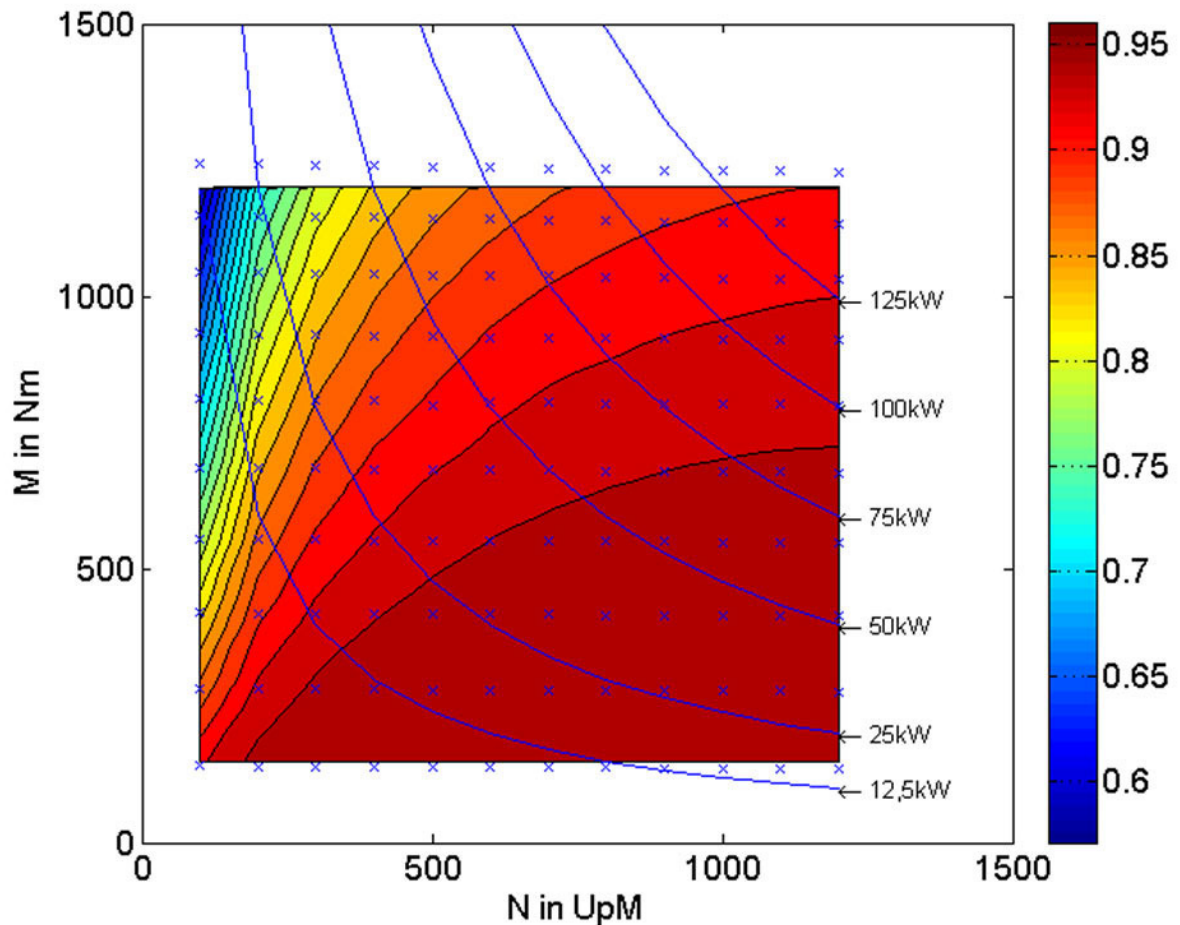


Radnabenmotor mit Radaufhängungen an Fahrzeugchassis

Die Entscheidung für ein Innen- oder Außenläuferkonzept wurde nach Abschluss der Konzeptphase begründet, es wurde ein Innenläuferkonzept ausgewählt. Aus elektromagnetischer Sicht gibt es hinsichtlich erreichbaren Maximalmoment nur sehr geringe Unterschiede zu Gunsten des Außenläufers. Hinsichtlich der Verluste und des erreichbaren Dauermomentes hat die Innenläufervariante aufgrund des größeren Nutraumes signifikante Vorteile.

Die elektrische Maschine ist eine 3-phasige permanenterregte Synchronmaschine mit Einzelzahnwicklung und Oberflächenmagneten im Rotor. Zur Erreichung einer möglichst ausgeprägten Sinusförmigkeit des Luftspaltfeldes und zur Reduktion von Rast- und Pendelmomenten sind die Magnete axial gestaffelt. Der Stator wird segmentiert ausgeführt, dadurch wird eine Erhöhung des Kupferfüllfaktors erreicht.

3.13.4 Leistung und Wirkungsgrad



Efficiency Map

Dauerleistung: 30 kW
Peakleistung: 120 kW

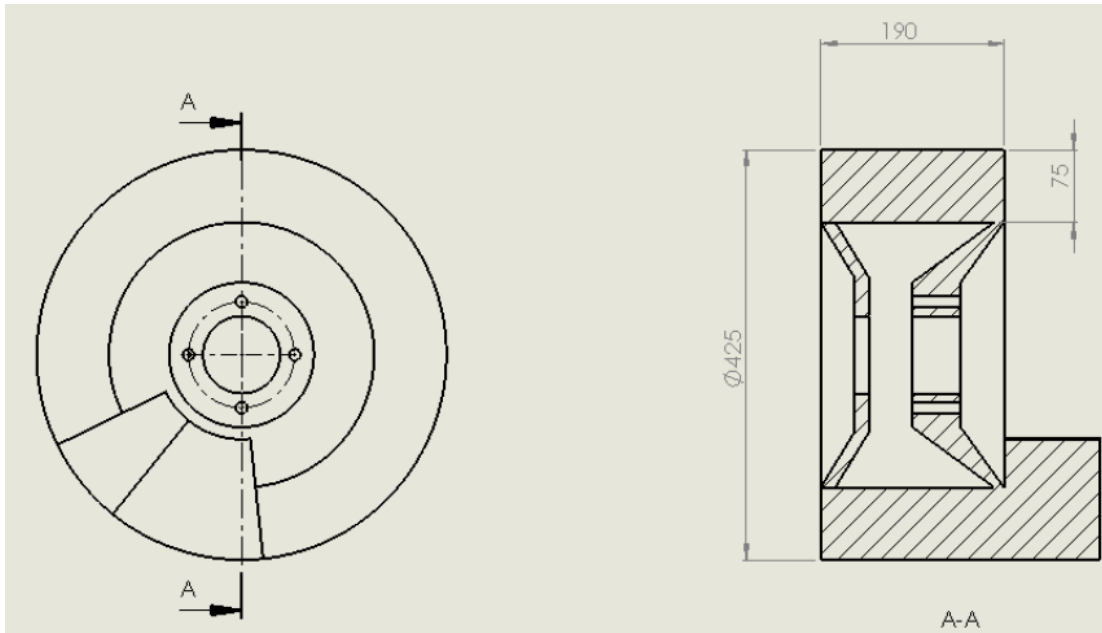
- Faktor zwischen Dauer- und Peakleistung ergibt sich aus den Betrachtungen Antriebsleistungen und Bremsleistung
- Wirkungsgrad schon bei niedrigen Drehzahlen möglichst hoch
- Hoher Wirkungsgrad im Teillastbereich
- Guter Wirkungsgrad insgesamt (im Stadtverkehr mit mittleren Geschwindigkeiten und Anfahren)

3.13.5 Mechanische Schnittstellen

Der Radnabenmotor ist statorseitig über das Motorgehäuse starr mit dem Achsträger des Fahrzeugs verbunden. Für den links- und rechtsseitig zu verbauenden Motor werden separate Achsträger von Roding zur Verfügung gestellt. Rotorseitig existiert eine starre kraft- sowie formschlüssige Verbindung zur Radfelge und damit zu Rad.

Rotor und Stator werden mit einer serienverfügbaren Radnabe mit integrierten Radlagern verbunden. Die Radnabe lagert somit das Rad axial sowie radial zum Fahrzeug und stellt gleichzeitig die Lagerung der E-Maschine dar.

3.13.6 Bauraum E-Maschine



Bauraum für Radnabenmotor

Die E-Maschinen können vollständig (axial und radial) in den verfügbaren Bauraum einer 19“ Felge integriert werden. Eine Ausnahme dabei bilden die Anschlüsse für Leistungskabel, Signalkabel und Kühlwasser, die in einem erweiterten verfügbaren Bauraum auf drei bzw. neun Uhr im Uhrzeigersinn platziert werden können, ohne die Bodenfreiheit des Fahrzeugs zu verringern.

Der maximal verfügbare Hauptbauraum (innerhalb der Felge) und der erweiterte Bauraum sind in Abbildung 3 dargestellt, die geometrischen Abmessungen wurden von Roding vorgegeben. Weiterhin ist zur Befestigung des Achsträgers und zur Integration der Querlenkerlager der verfügbare Hauptbauraum in den entsprechenden Bereichen reduziert worden. Die mechanische Schnittstelle zum Fahrzeug sowie der verfügbare Bauraum wurden mit Roding konstruktiv abgestimmt und freigegeben.

3.13.7 Kühlungssystem

Typ: Flüssigkeitskühlung

Kühlmittel: Wasser-Glycol (50:50).

Maximum Kühlmitteltemperatur: 55°C am Kühlmittleingang Motor

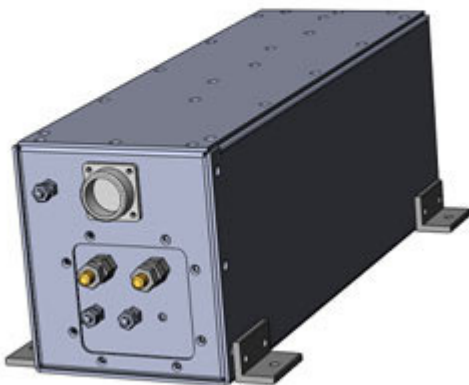
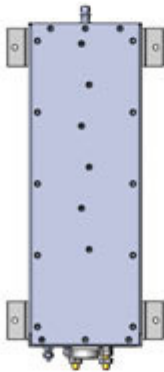
Physikalische Kühlmittleigenschaften bei 55°C (VDI-Wärmeatlas, 52% Monoethylenglykol):

- Dichte: 1040 kg/m³
- Spezifische Wärmekapazität: 3530 J/(kg*K)
- Dynamische Viskosität: 0,88x10⁻³ Pa*s

Maximum Kühlmitteldruck: 3 bar

Kühlungsanschlüsse: 1/4“ Steckverschraubung KQB2H10-02S (SMC Pneumatik GmbH)

3.13.8 DCDC-Wandler

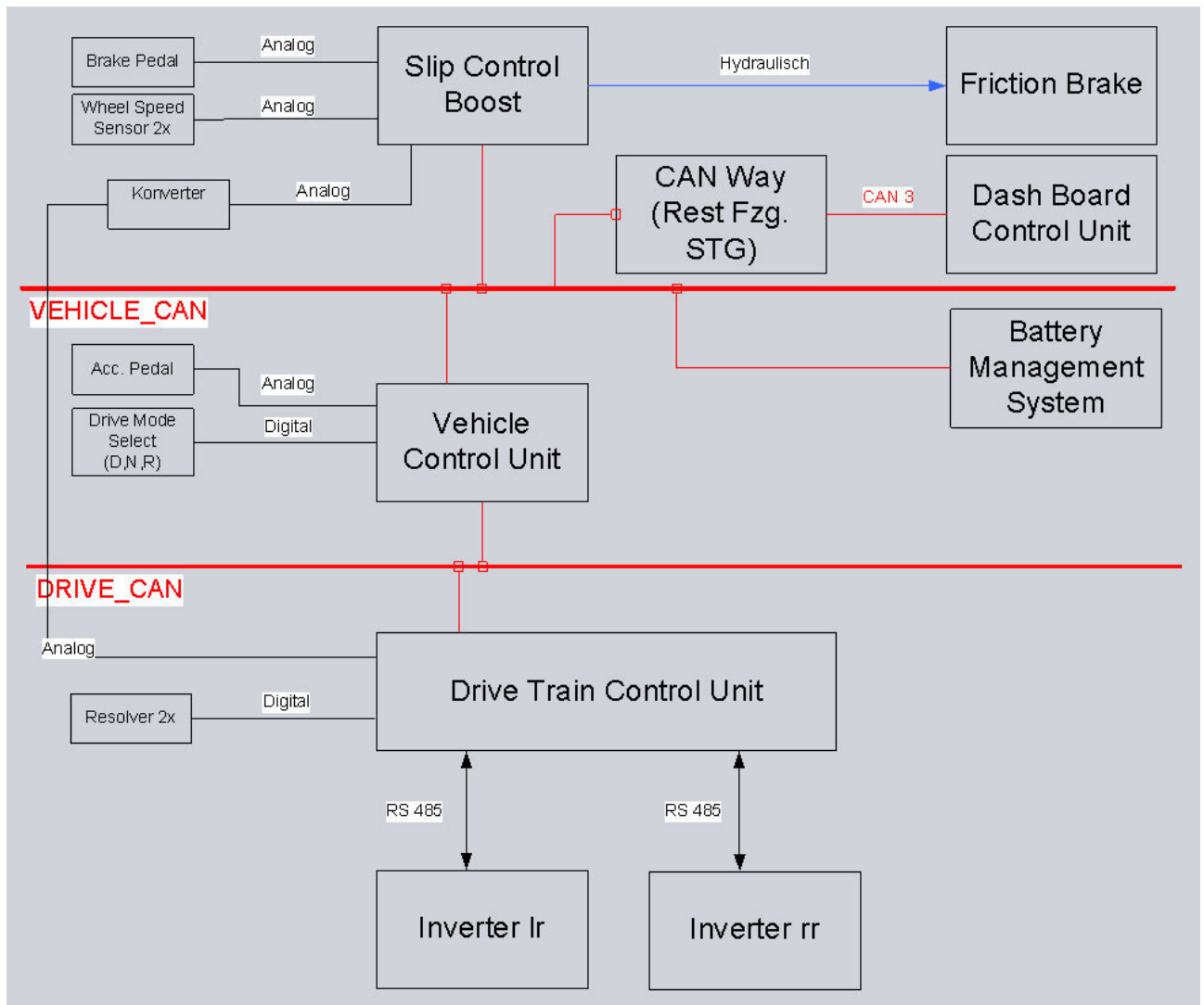


DCDC Gehäuseansichten

Spezifikationen:

- Leistung 2000 W
- Eingang Spannungslage 650 V - 840 V, Nennspannung 700 Vdc
- Eingang Spitzenspannung 1100 V
- Ausgang 14Vdc \pm 0.1V / 143A
- Umgebungstemperatur: -40 bis + 55 °C
- Schutzklasse IP66
- Wasserkühlung, Max Kühlmedientemperatur: 60 °C
- Fern Ein/Ausschaltung

3.13.9 Elektrische Schnittstellen

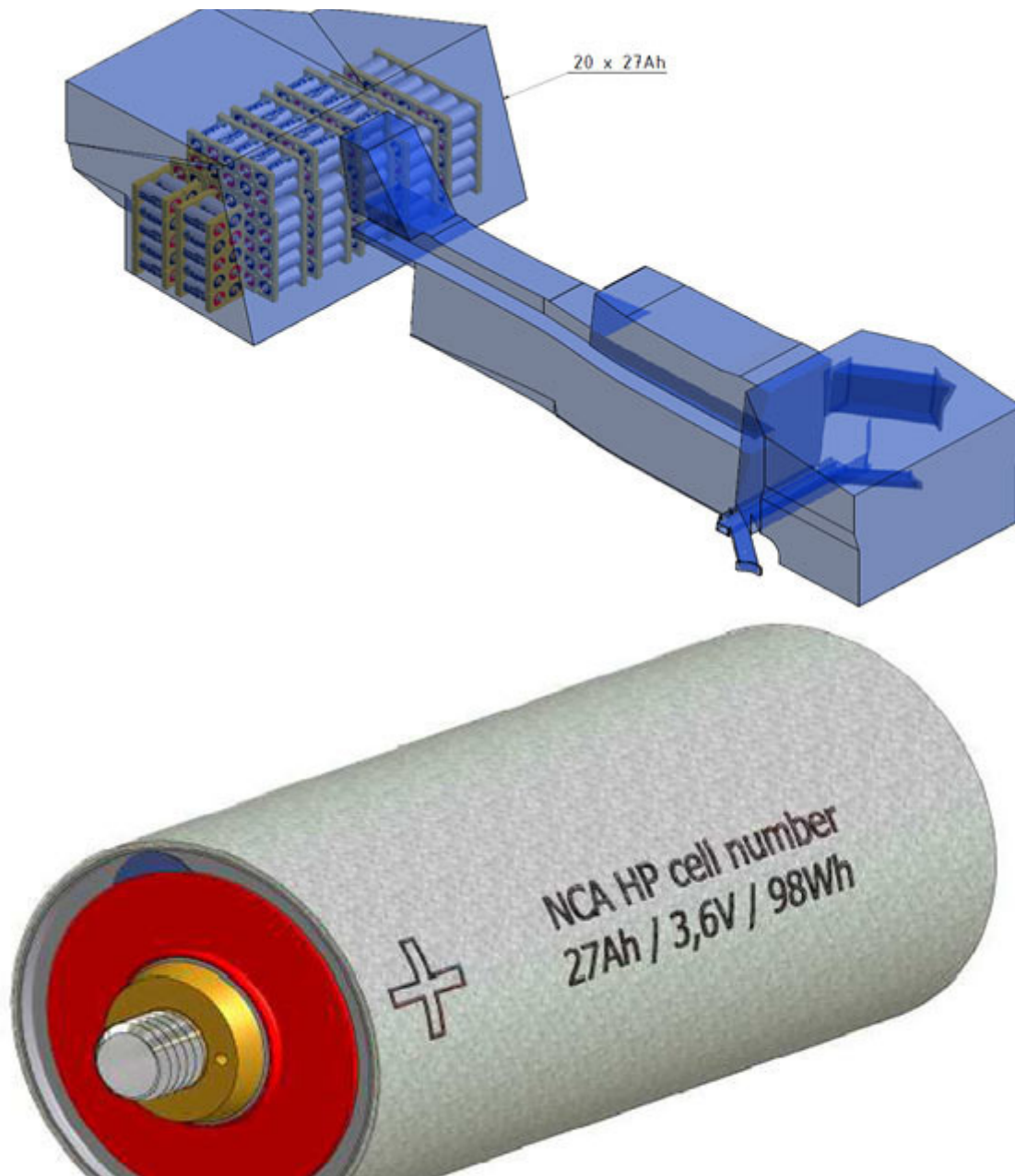


Elektronische Systemtopologie

Folgende Schnittstellen sind spezifiziert

- Batterie
- Inverter
- Signal- und Leistungsanschlüsse

3.13.9.1 Batterie



Batteriepaket und Einzelzelle

Die abzugebende Dauerleistung der Batterie pro E-Motor beträgt 60 kW, die Kurzzeitleistung 110 kW.

- Nominale Batteriespannung: 700-740V
- Leerlaufspannung: 650V – 840V
- Entladespannung 100kW, 30s >650V
- Spannung bei Pulsentladung (10C, 2s) >550V
- Maximale Entladeleistung: 220kW
- Maximale Ladeleistung (30s): 120kW

Hersteller Gaia

- Batterie mit Gehäuse
- BMS (STW oder I+ME)
- Isolations-Überwachung
- Precharge

3.13.9.1.1 Spezifikationen:

- Energiegehalt 19,44 kWh
- 200 x 27 Ah-Zellen
- Nominalspannung 720 V

3.13.9.1.2 Zelle:

- Nominalspannung 3,6 V
- Kapazität 27 Ah
- Dauerladestrom 4C
- Maximaler Ladepuls 6C
- Temperaturbereich -30 °C bis +60 °C

3.13.9.2 Inverter

Der Inverter muss folgende Anforderungen erfüllen.

- Nominal Leistung: 110 kW
- Phasenstrom Kurzzeit: 300 Arms (10s), 250 Arms (30s)
- Nennstrom: 85 Arms
- Maximale verkettete Spannung: 494 Vrms
- Maximale Ausgangsgrundwellenfrequenz (für 1000 rpm, p=12): 200 Hz

3.13.9.3 Sensoren und Leistungsanschluss

Zur Erfassung der Winkellage des Rotors wird ein 6-poliger VR (variable reluctance) Resolver Typ: Tamagawa Singlsyn TS 2225N 716E102 eingesetzt. Die geometrischen Abmaße und die elektrischen Spezifikationen sind in Abbildung 4 aufgeführt.

3.13.9.4 Schutzkonzept

Der Antriebsstrang (Batterie, Inverter und E-Maschine) muss potentialfrei aufgebaut sein. Die Isolation muss über einen Isolationswächter kontrolliert werden. Die E-Maschine muss im Fehlerfalle eines Gehäuseschlusses durch das übergeordnete System spannungsfrei geschaltet werden.

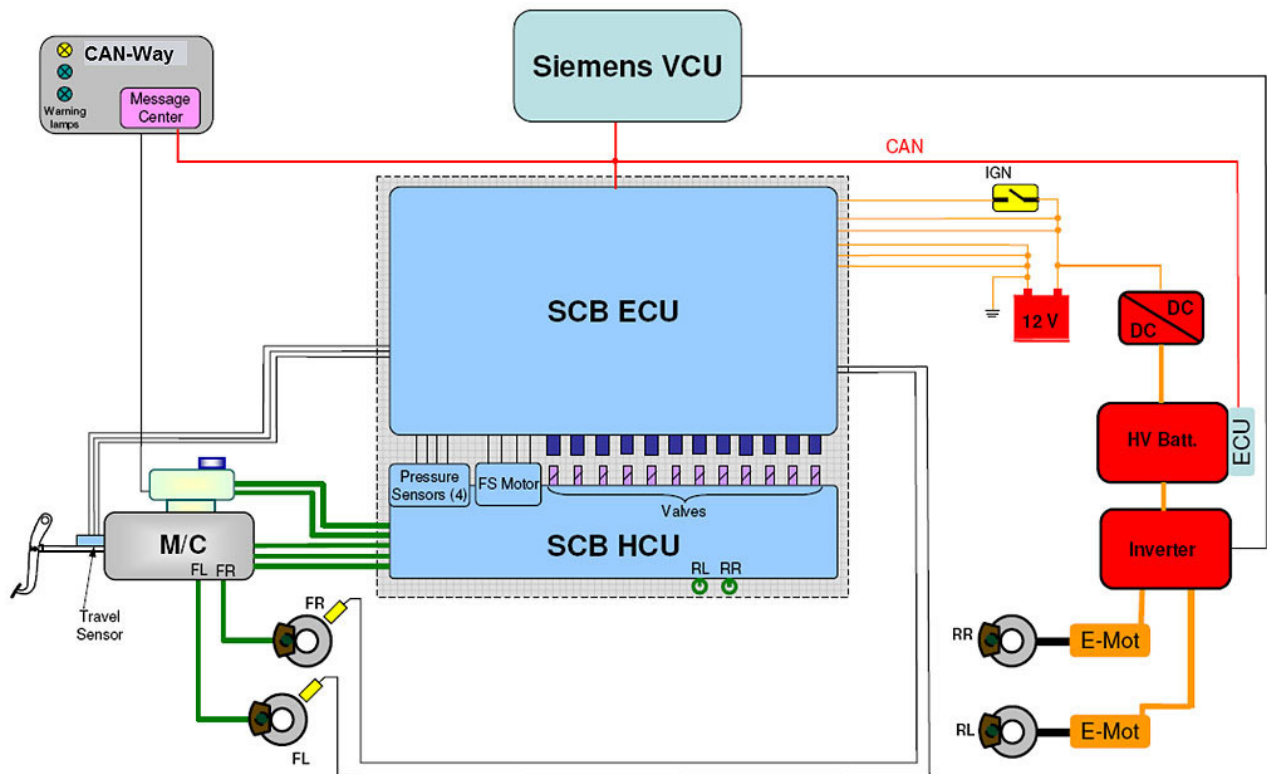
Das Gehäuse der E-Maschine muss mit der Fahrzeug-Masse elektrisch verbunden sein. Es muss gewährleistet werden, dass der elektrische Widerstand zwischen zwei beliebig freiliegenden Teilen kleiner 0,1 Ohm bei einem Messstrom von 0,2A sein muss (nach Norm ECE R-100).

3.13.9.5 Umgebungsbedingungen

Der elektrische Radnabenmotor darf nur für den Zweck eines im Rad integrierten Fahrmotors für ein E-Fahrzeug verwendet werden. Die Motorachse ist daher parallel zur Radachse und senkrecht zur Fahrtrichtung (wie in Abbildung 1 dargestellt). Folgende Umgebungsbedingungen sind einzuhalten:

- Minimale Umgebungstemperatur: -40 °C
- Maximale Umgebungstemperatur: 60 °C
- Feuchtigkeit: 0 - 100% relative Feuchte
- Luftdruck: 600 – 1100 mbar
- Dauerschockbeanspruchung: 7g
- Kurzzeitige Schockbeanspruchung: 50g
- Maximale Höhe u.N. : 2000m (nach DIN EN 60664-1 Kriech- und Luftstrecken gültig bis 2000m)

3.13.10 Fertige und zugekaufte Komponenten

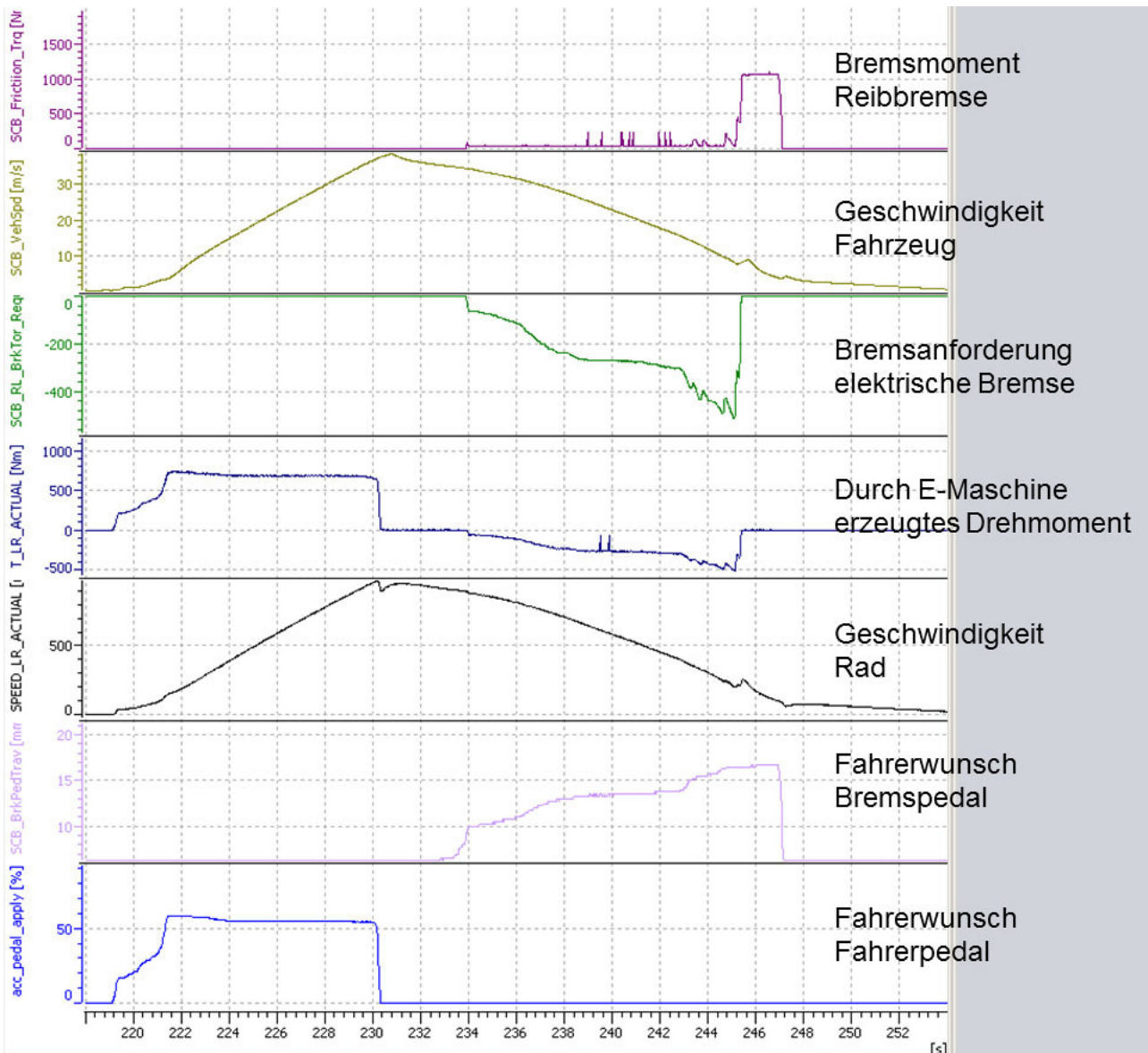


Systemtopologie Fahrzeugsteuerung, Motorsteuerung und Bremssteuerung

Folgende Komponenten sind bereits festgelegt und werden zugekauft:

- Chassis der Fa. Roding
- EHCU (Elektro-hydraulische Regeleinheit) der Fa. TRW
- Bremsbetätigungseinheit der Fa. TRW
- Anzeigegerät der Fa. Cosys

3.13.11 Bremsprofile



Bremsprofile in grafischer Gegenüberstellung über dem Zeitstrahl

Die Bremsprofile sind der Richtlinie 71/320/EWG (ABl. L 202 vom 6.9.1971) entnommen. Im Zweifelsfalle gelten die Grenzwerte und Bedingungen der Richtlinie und nicht die im Folgenden skizzierten.

Mit folgendem Ablauf wurde gesetzlich die Gesamtbremsanlage geprüft:

- Bremsprüfung Typ 0
- Bremsprüfung Typ 1
- Bremsprüfung Typ 0

Die Hilfsbremse wird mit Bremsprüfung Typ 0 und speziellen Grenzwerten überprüft.

3.13.11.1 Betätigungseinheit



Betätigungseinheit (oben) und Regeleinheit (unten)

bestehend aus Adapter, Eingangsstange mit Wegsensor, Primärgehäuse mit Primärkolben, Sekundärgehäuse mit Twin-Hauptzylinder und Trennkolben und Reservoir.

3.13.11.2 Elektro-Hydraulische Regeleinheit (EHC)

bestehend aus Kolben/Feder Simulatoreinheit, Elektromotor, Kolbenpumpe, Hochdruckspeicher, Drucksensoren, Proportionalventil, ESC Standardventile, Steuergerät integriert.

3.13.11.3 Bremsprüfung Typ 0

3.13.11.3.1 Bedingungen

- Bremsen kalt ($< 100^{\circ}\text{C}$)
- Fahrzeug beladen
- Wiederholung der Prüfung mit unbeladenem Fahrzeug
- Zwei Varianten
- mit eingekuppeltem Motor bei den vorgeschriebene Wirksamkeiten
- mit ausgekuppeltem Motor mit verschiedenen Geschwindigkeiten ($V_{\min}=30\%$ $V_{\max}=80\%$ der Fahrzeughöchstgeschwindigkeit) (für das hier spezifizierte Fahrzeug nicht möglich)

3.13.11.3.2 Einzuhaltende Grenzwerte:

- Anfangsgeschwindigkeit $v = 96 \text{ km/h}$
- Bremsweg $s \leq 0,1 v + v^2/130 = 71,04 \text{ m}$
- Mittlere Vollverzögerung $d \geq 5 \text{ ms}^2$
- Nach Typ I, Prüfung Typ 0 (ausgekuppelt) wobei Heißbremswirkung nicht unter 80% der vorgeschriebenen Bremswirkung ($s = 88,8 \text{ m}$; $d \geq 4 \text{ ms}^2$) und nicht unter 60% des zuvor für den Fahrzeug in Prüfung Typ 0 ermittelten Wert liegen darf

3.13.11.4 Bremsprüfung Typ 1

3.13.11.4.1 Bedingungen

- Betätigungskraft auf Pedal, bei erster Bremsung so groß dass die Vollverzögerung ca. 3m/s^2 entspricht; Pedalkraft bleibt dann für alle Bremsungen gleich groß
- Motor eingekuppelt und Getriebe in höchstem Gang

3.13.11.4.2 Einzuhaltende Grenzwerte:

- Anfangsgeschwindigkeit $v = 96 \text{ km/h}$
- Abbremsen auf $0,5 v = 48 \text{ km/h}$
- Beschleunigen und erneutes Bremsen innerhalb von 45 s
- 15 Wiederholungen des Zyklus

3.13.11.5 Bremsprüfung der Hilfsbremsanlage

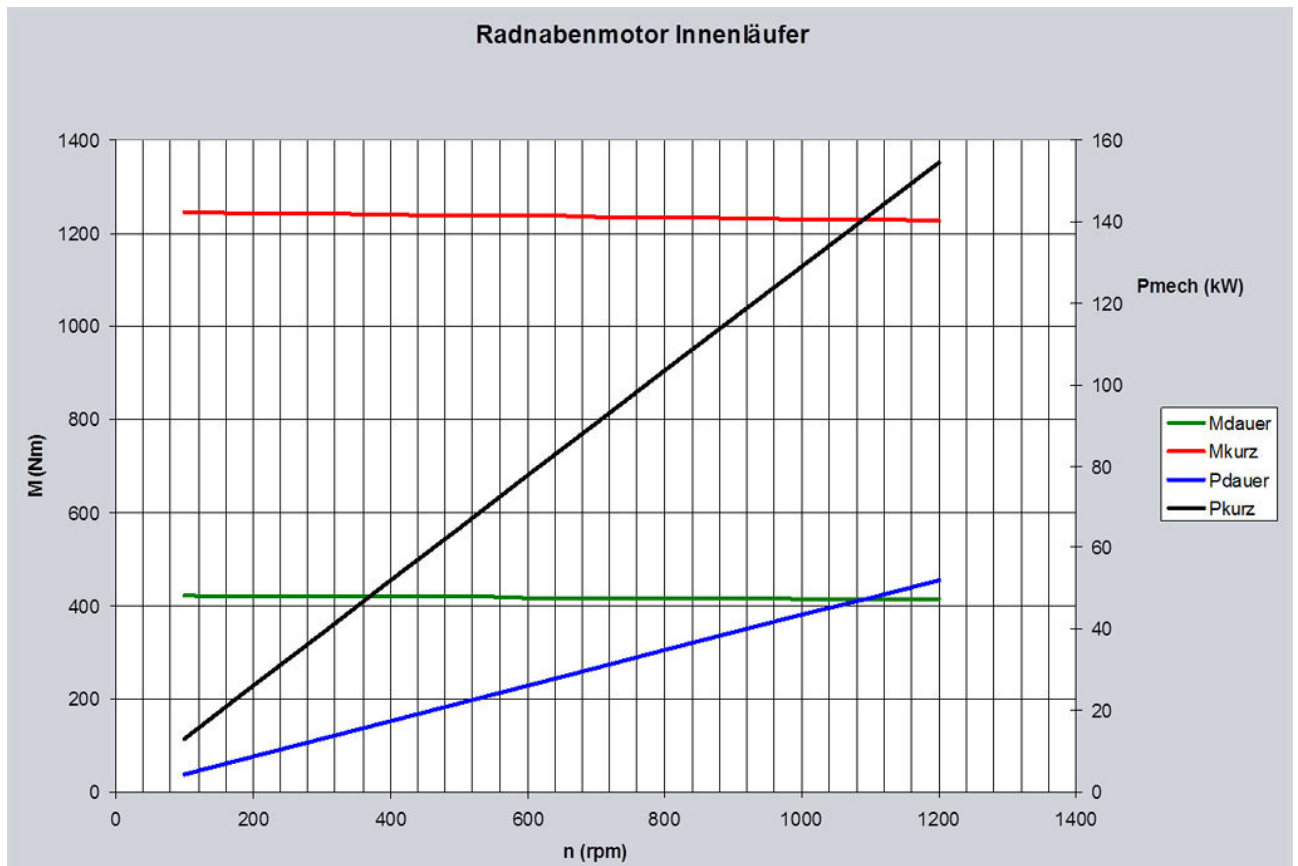
3.13.11.5.1 Bedingungen:

- Bei Fußbetätigung ist eine maximale Betätigungskraft von 500 N vorgeschrieben
- Die Prüfung erfolgt mit Prüfung Typ 0 (ausgekuppelt); Anfangsgeschwindigkeit 80 km/h
- Die Ausfallbedingung der Betriebsbremse muss dabei tatsächlich simuliert werden

3.13.11.5.2 Einzuhaltende Grenzwerte:

- es darf eine Vollverzögerung von $2,9 \text{ m/s}^2$ (M1) nicht unterschritten werden
- es darf der Bremsweg $s = 0,1 v + (2 v^2)/150 = 93,33 \text{ m}$ nicht überschritten werden

3.13.12 **Motorkennlinie und spezifische Arbeitspunkte**



Motorkennlinien (überschlägig 2D-FEM berechnet)

Anhand der Lastenheftanforderungen erreicht die E-Maschine folgende Arbeitspunkte.

- Dauerleistung: 43 kW bei 1000rpm (ca. 120 km/h), 62kW bei 1500rpm (ca. 180km/h)
- Spitzenleistung: 117kW bei 1000rpm (120km/h) für max. 20s (ausgehend von 55 °C Motortemperatur)
- Dauerdrehmoment: 415 Nm (0...1000rpm), 400 Nm bei 1500rpm
- Spitzdrehmoment: 1250 Nm (0...800rpm)
- Nenndrehzahl: 1000 rpm
- Maximaldrehzahl: 1500 rpm

3.13.13 Isolationssystem

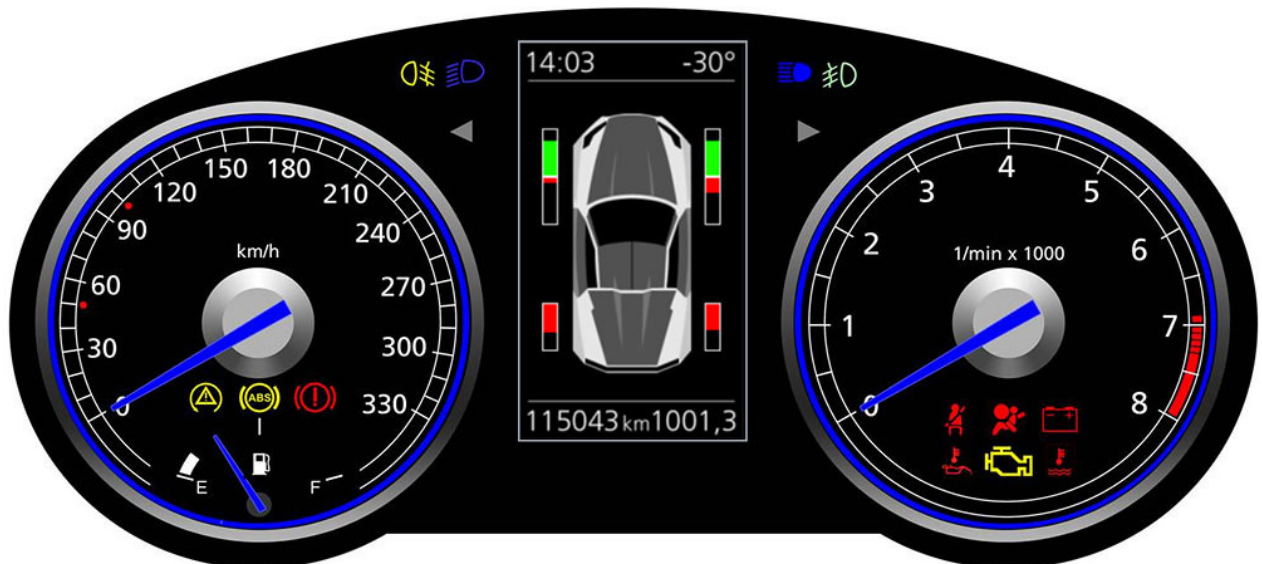
Das elektrische Isolationssystem der E-Maschine ist auf 180 °C ausgelegt (DIN EN 60664-1). Der Umrichter muss bei Temperaturen oberhalb von 180 °C den Motorstrom entsprechend reduzieren, andernfalls ist mit einer Lebensdauerreduzierung des Isolationssystems zu rechnen.

3.13.14 Test der E-Maschine

Vor Auslieferung der Maschinen wird eine Endprüfung im EWN durchgeführt:

- Hochspannungstest (ISO 6469-3) Testspannung: 2400 Vrms ($2 \cdot U_{\text{Batt}} + 1000\text{V}$, U_{Batt} Nennspannung = 700V), Dauer: 60 s.
- Isolationstest: Der Isolationswiderstand muss größer 700 k Ω (1 k Ω /V) (ISO 6469-3).
- Messung von Widerstand und Induktivitäten

3.13.15 Kombiinstrument



Grafische Darstellung des Kombiinstrumentes

Ziel dieses Projekts war es, die Software des Kombiinstrumentes sowie die des Bordcomputers des Roding Roadsters so anzupassen, dass diese in ihrer Funktion den Anforderungen eines E-Fahrzeugs genügen.

Hierzu zählen die Ansteuerung der Zeigerinstrumente, Ansteuerung und Farbe der LED-Warnsymbole sowie die Anzeige aller relevanten Daten auf dem Bordcomputer.

Das Kombiinstrument und der Bordcomputer basieren auf denen des Roding Roadsters R23, wodurch keine Änderungen an der Hardware durchgeführt werden.

3.13.15.1 Funktionale Anforderungen Funktionale Anforderungen

3.13.15.1.1 Kombiinstrument

- Darstellung der Geschwindigkeit auf dem dazugehörigen Zeigerinstrument mit entsprechender Skalierung (Zeiger Geschwindigkeit).
- Darstellung des Drehmoments auf dem dazugehörigen Zeigerinstrument mit entsprechender Skalierung (Zeiger Drehmoment).
- Darstellung des aktuellen Energiegehalts des Energiespeichers auf dem dazugehörigen Zeigerinstrument mit entsprechender Skalierung (Zeiger Tank).
- Anzeige der Warnsymbole über die dazugehörigen LEDs in der entsprechenden Farbe.
- Verarbeitung und Aufbereitung entsprechender CAN-Daten zur Anzeige auf dem 48 Kombiinstrument bzw. dem Bordcomputer.

3.13.15.1.2 Bordcomputer

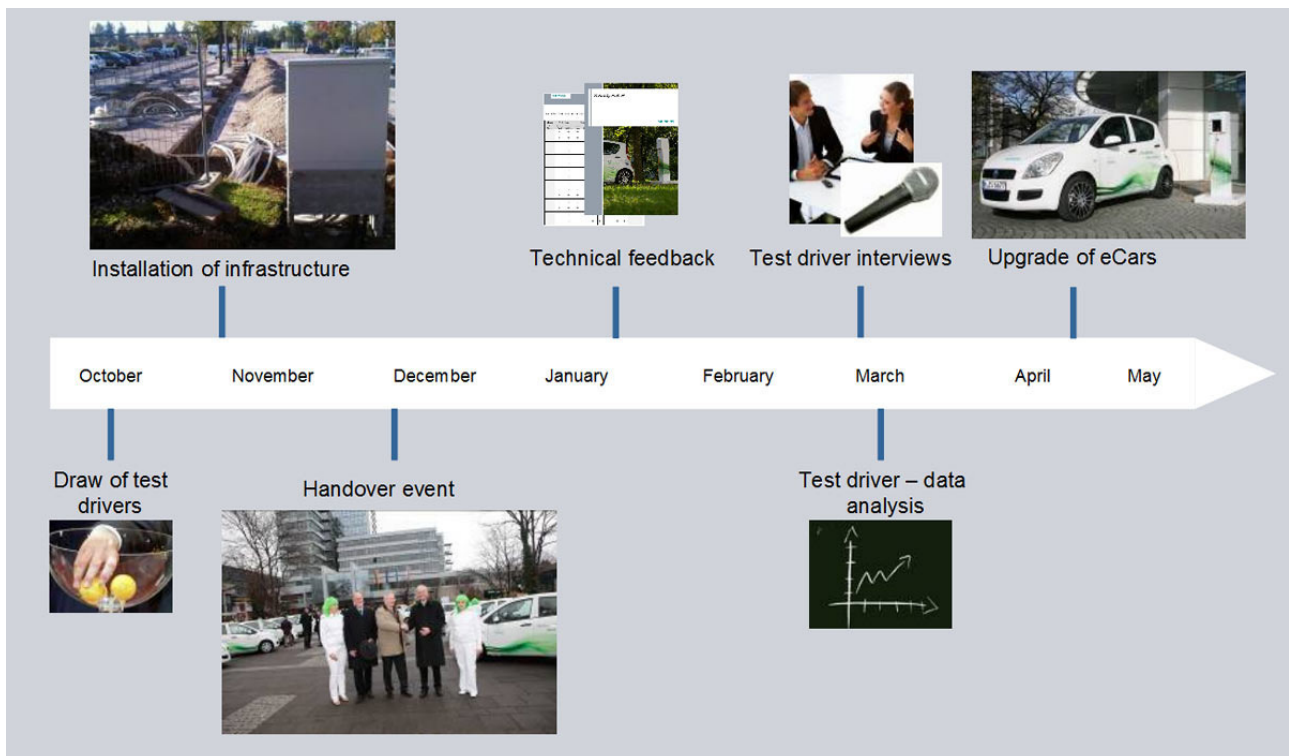
- Anzeigen wichtiger Temperaturen für den Testfahrer auf entsprechender Seite.
- Grafische Anzeige der Leistungs-Aufnahme / -Abgabe in einer dynamische Grafik auf entsprechender Seite
- Anzeige einer dominanten Warnmeldung auf entsprechender Seite, wenn sich das Fahrzeug im Ladezustand befindet.

Das Kombiinstrument bekommt alle notwendigen CAN-Daten über das Haberl-CAN-Way, welches gemäß der Can-Architektur zwischen dem Kombiinstrument und dem weiteren Systembus liegt. Das Kombiinstrument kommuniziert ausschließlich mit diesem CAN-Way und dem Bordcomputer. Es findet keine direkte Kommunikation zwischen dem Kombiinstrument und anderen Systemkomponenten statt. Alle bisherigen CAN-Daten bleiben bis auf kleine Änderungen in bestimmten Signalen, welche für die Funktion der in Abschnitt 4 aufgeführten Anforderungen unabdingbar sind gleich. Zusätzliche CAN-Daten werden hinzugefügt.

4 DARSTELLUNG WESENTLICHER ABWEICHUNGEN ZUM ARBEITSPLAN

Im Vergleich zum Umwidmungsantrag vom Sommer 2011 gab es keine wesentlichen Abweichungen zum Arbeitsplan mehr.

4.1 Zeitplan



Im Rahmen des Projektes wurden

- Soft- und Hardwarekomponenten,
 - Module und Systeme
 - o von der Fahrzeugseite,
 - o der Ladetechnik,
 - o der Verteilnetze,
 - o der Speichertechnologie und der Energieerzeugung
- in verschiedenen Flottenversuchen erprobt.

Dabei wurde die Machbarkeit verschiedener Technologieansätze ergebnisoffen getestet. Die Erprobungsszenarien wurden so angelegt, dass sich daraus Aussagen über die Marktakzeptanz und die technische Umsetzbarkeit ableiten ließen. Am Ende stand eine Bewertung, die Entscheidungshilfen bietet, z. B. zu einzelnen Technologiepfaden und für weitere Entwicklungsschritte.

So wurden die Annahmen abgesichert bzw. widerlegt und auf eine verlässliche Datenbasis gestellt. Die so gewonnenen Erkenntnisse wurden im Projektverlauf und darüber hinaus in den Standardisierungsgremien auf nationaler und internationaler Ebene gespiegelt.

5 VERGLEICH DER PROJEKTERGEBNISSE ZUM INTERNATIONALEN STAND DER TECHNIK

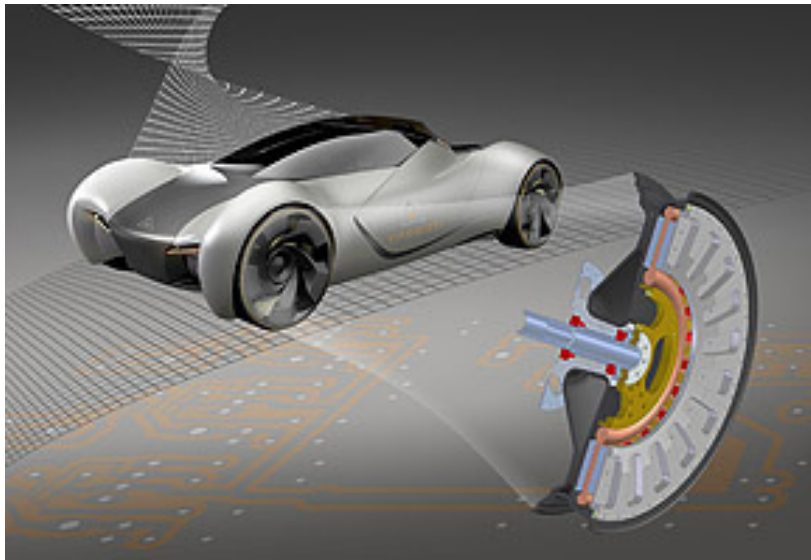
Jedem einzelnen Arbeitspaket wurde im Rahmen eines prozessorientierten Projektmanagements umfangreiche Patent- und Literaturrecherchen vorausgeschickt. Diese haben sich naturgemäß über einen Großteil des Projektzeitraums erstreckt und werden ständig fortgesetzt. Mit diesem wesentlichen Qualitätsfaktor eines nachhaltigen Innovationsmanagements können derzeit alle wichtigen Technologiepfade als abgesichert gelten.

Schutzrechtsanmeldungen befinden sich noch in der Klärung und können erst zu einem späteren Zeitpunkt gebündelt und berichtet werden. Die Projektinhalte werden von der laufenden Wettbewerbs- und Marktbeobachtung immer mehr bestätigt und insofern steigen auch die Aussichten auf wirtschaftliche Verwertbarkeit.

Für den Standort Deutschland bedeutet das, dass sich damit der Rückstand gegenüber dem Ausland verringert. Die dem Projektziel entsprechende Restrukturierung der Geschäftsbereiche von Siemens erhöht die Aussicht auf eine gelungene Aufholjagd.

5.1 Radnabenmotor: Stand der Technik

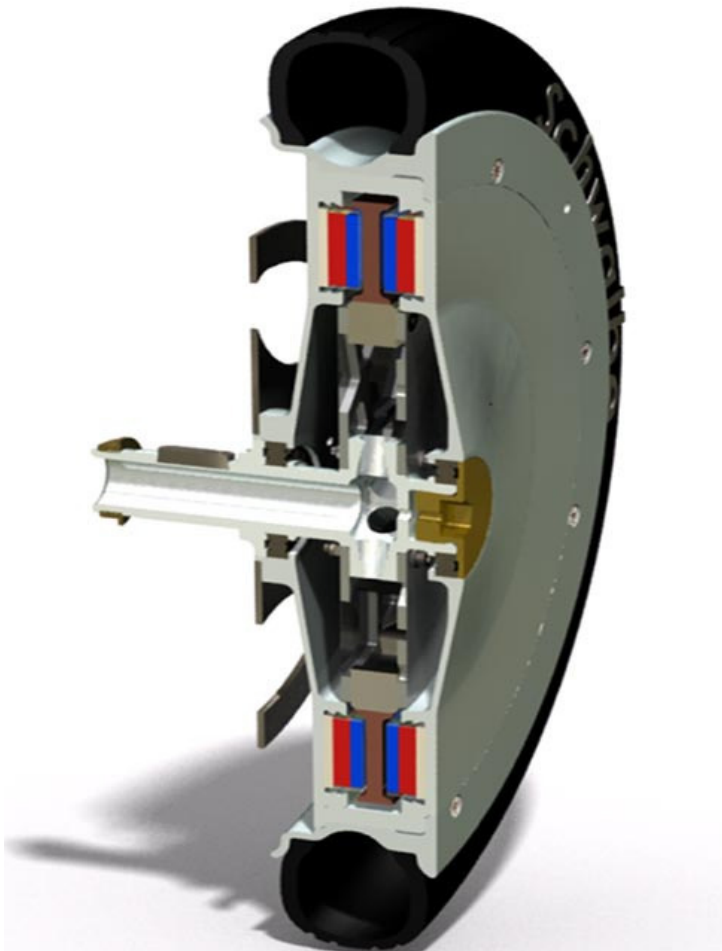
Es gibt einige Projekte zu Radnabenmotoren in Deutschland, so z. B. das der Hochschule Bochum (Bürstenloser Gleichstrom Radnabenmotor Hersteller NGM Corp. Nennleistung 4,75 kW Max. Leistung 10,0 kW Gewicht 20 kg Wirkungsgrad ca. 96 % Motor-Controller Hersteller NGM Corp.), das der Fachhochschule Offenburg (25 kW, 98% Wirkungsgrad) oder das vom Fraunhofer IFAM.



Leichtbau Radnabenmotor der Fachhochschule Offenburg



Versuchsaufbau beim Fraunhofer IFAM



Prinzipdarstellung des Radnabenmotors der Hochschule Bochum

Bernd Gombert, der Vater der elektronischen Keilbremse, hat als Leiter der Mechatronik bei Schaeffler im Oktober 2010 auf dem Automobilforum in Graz den Stand seines Hauses vorgestellt (20 kW, 200 Nm, Wirkungsgrad 98%):

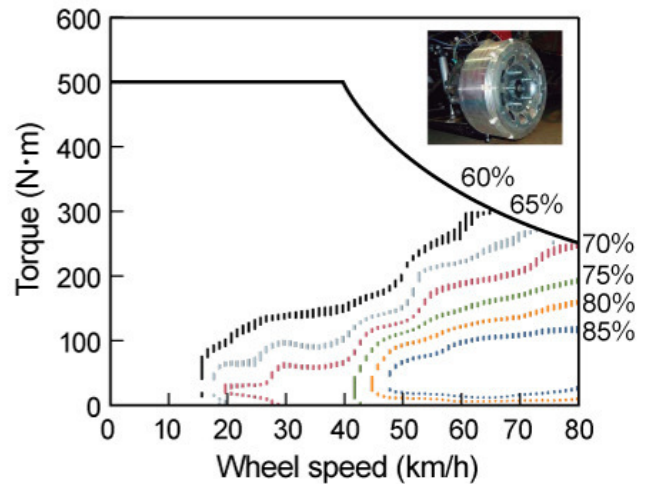
Laut Gombert habe Schaeffler etwa beim hauseigenen eWheel, Felgen-Elektromotoren verbaut in einem Versuchsträger auf Opel-Corsa-Basis, "komplett gepackaged". Das heißt, dies sind keine klassischen Radnabenmotoren mehr, sondern radintegrierte Antriebsmodule mit hoher Integrationsdichte, zu denen nun auch Wasserkühlung, die Leistungselektronik und Controller, der E-Motor sowie die Reibungsbremse als auch die passenden Lager und Dichtungen gehören.

In Japan untersucht das Fujimoto Laboratory der Universität von Tokyo das Potential von Radnabenmotoren in groß angelegten Versuchen. Entscheidend war die Erkenntnis, dass ein Kraftübertragungsverhältnis zwischen Vorder- und Hinterachse von 0,9 zu 0,1 die maximale Effizienz ermöglicht.

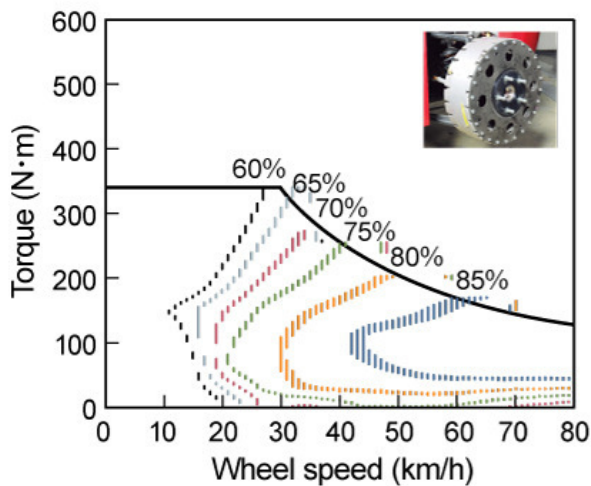
(a) Test vehicle



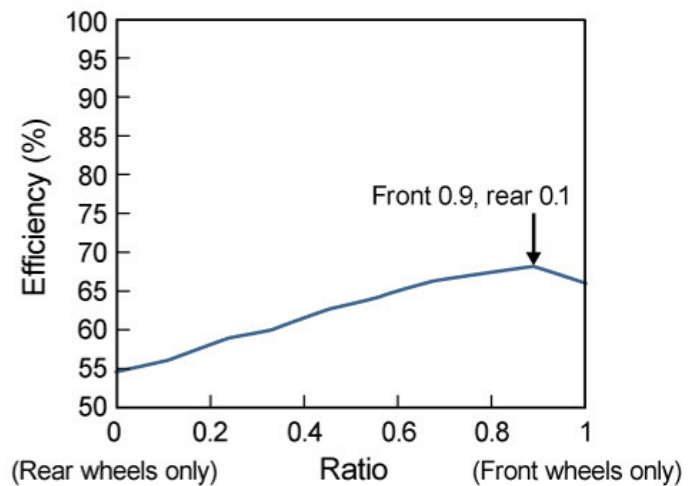
(b) Front wheel motor characteristics



(c) Rear wheel motor characteristics



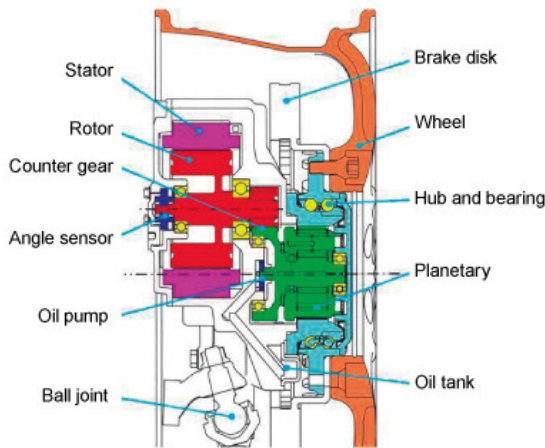
(d) Efficiency at 30km/h



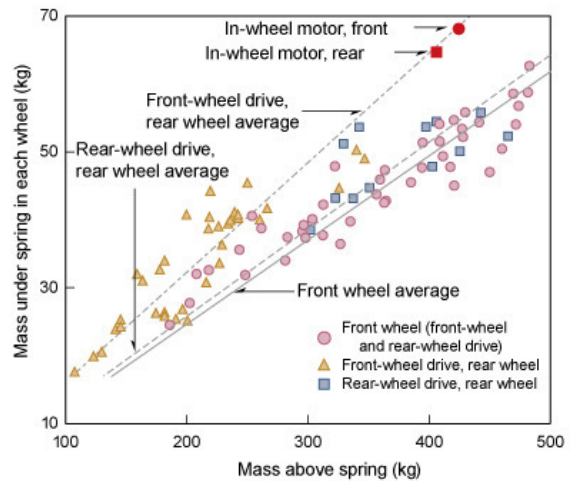
Ferner hat Toyota auf der Konferenz der Society of Automotive Engineers (SAE) of Japan im Mai 2010 zwei Präsentationen gehalten, die dem Fachpublikum deutlich machten wie ernsthaft der größte Automobilhersteller der Welt diese Technologie verfolgt.

Toyotas neueste Radnabenmotoren sitzen nicht konzentrisch auf der Achse, sondern über ein Getriebe versetzt darüber, bauen wesentlich kleiner und drehen wesentlich höher als das in koaxialen Topologien möglich ist und sind 36% leichter. Ähnlich ist auch das Active Wheel von Michelin aufgebaut.

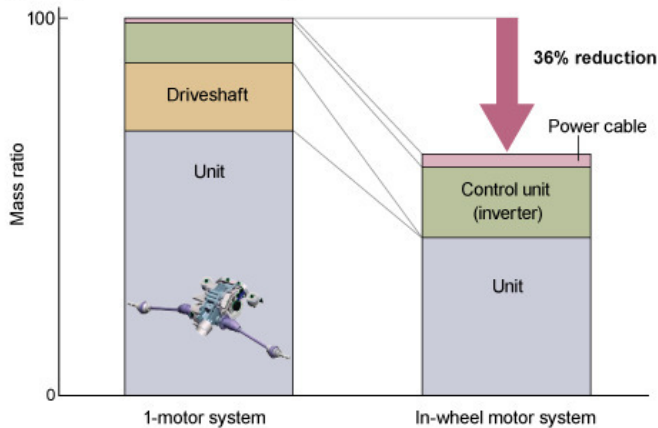
(a) In-wheel motor design



(b) Ratio of mass above and below springs in standard vehicles



(c) Comparison with 1-motor system

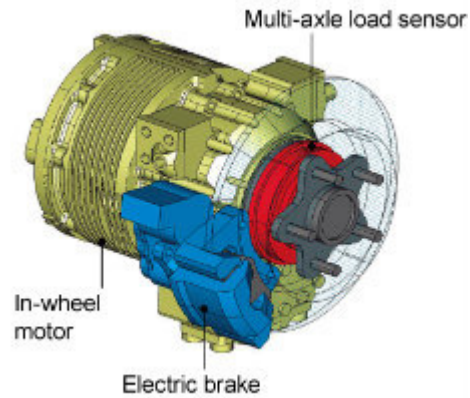


Den selben Gewichtsvorteil erreicht NTN in Japan, allerdings mit einer koaxialen Anordnung. NTN kühlt wie Toyota mit einem motorinternen Ölkühlschleife, angetrieben von einer kleinen Zirkulationspumpe. Die Drehzahl liegt mit 15.000 um 50% höher als die von Toyota. Eine elektrische Bremse ist integriert.

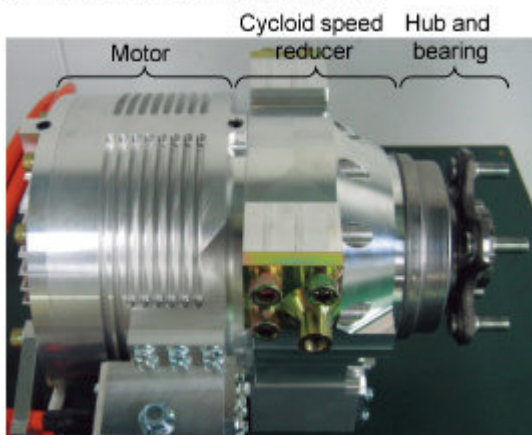
(a) In-wheel motor mounted on test vehicle



(b) System configuration



(c) In-wheel motor external view



5.2 Assistenzsysteme: Stand der Technik

GM integriert Google Android Navigation in die 2. Assistenzgeneration des Volt, u. a. mit Fernauslösen der Klimaanlage und des Ladens, spontan, nach Uhrzeit oder Stromtarif ausgelöst, verschiedenen Verbrauchsstatistiken und Umrechnung des Ladestandes in Reichweite.

Hinzu kommen Funktionen zum Auffinden des Fahrzeuges und der Übertragung von Fahrtzielen aus dem Smartphone in das Fahrzeug aus der Ferne. All das weitgehend mit Spracheingabe steuerbar und auch auf iPhone und Blackberry verfügbar. Die Google Lösung eilt voraus, weil hier die HMI auf einen öffentlich zugänglichen Source Code zurückgreifen konnte.

Allerdings steht diese Entwicklungen noch ganz am Anfang. Sie macht dennoch den Handlungsbedarf für eine Aufholjagd in Deutschland deutlich. Dies zeigen auch die wichtigsten Nissan Referenzen auf dem Gebiet:

„Eigens für die emissionsfreien Automobile hat Nissan ein fortschrittliches IT-System entwickelt. Um den Fahrern eines Elektrofahrzeugs einen rund um die Uhr Service zu bieten, ist die elektronische Bordeinheit mit dem Nissan Global Data Center²⁾ verbunden.“

(Nissan Pressemitteilung v. 28.07.09 11:26)

Referenzen für Stand der Technik:

<http://www.zipcar.com/atlanta/find-cars>

<http://www.audio-mobil.com/de-presse-die-intelligente-strasse-38.shtml>

<http://www.autoling.de/>

<http://www.electric-mobility.com/#/home>

5.3 Firmenflotten, Autovermietung und Carsharing: Stand der Technik

Projekte wie der Fleetster der Bahn, Masdar City in Abu Dhabi, Autolib in Paris oder Car2Go zeigen einen großen Markt für Mietfahrzeuge, die individuell auf Einzelstrecken im Anschluss an den öffentlichen Nahverkehr Punkt zu Punkt genutzt, dann aber wieder einer Mietstation übergeben anderen Fahrern überlassen werden.

Dadurch sinkt der Fahrzeugbestand und der Parksuchverkehr in Ballungsräumen bei uneingeschränkter individueller Mobilität. Der Elektroantrieb reduziert die Emissionen des Fahrzeugs. Die Innenstädte werden lebenswerter.

Das Handelsblatt fasst den Trend zusammen: „Das eigene Auto sei „einfach nicht mehr hip“, [Prof. Knie von DB Rent.] ...

BMW Vertriebschef Ian Robertson: „Vielleicht wollen die Kunden 40 Wochen im Jahr einen Elektro-BMW leasen und sechs weitere einen Diesel oder Benziner. Es gibt mehr und mehr Menschen, die ihren BMW oder Mini nicht zwingend ihr eigen nennen wollen.“ Für das Projekt Car2Go, das Daimler mit dem Smart in Ulm und Austin betreibt, sieht auch BMW ein großes Absatzpotential.

Entsprechend will man bei Daimler das Erfolgsmodell multiplizieren. „Wir sind mit diversen Städten in Europa und Nordamerika im Gespräch“, erklärt Car2Go Sprecher Andreas Leo. Peugeot startete in Berlin „Mu by Peugeot“, ein Miettarif, der vom leichten Nutzfahrzeug über den PKW bis zum Roller und Fahrrad die gesamte Fahrzeugpalette des Herstellers bietet. Selbst VW beschäftigt sich laut Forschungsleiter Jürgen Lehold mit Mietflotten. Demzufolge machen innovative Carsharingkonzepte auch dem klassischen Autovermieter Konkurrenz. ... "

Arno Städtler, Leiter Investitionsforschung, Münchner ifo-Institut, prognostiziert einen Aufschwung für die Leasing Branche durch die Elektromobilität ab 2013. "Es ist davon auszugehen, dass die Verbraucher beim Elektroauto wesentlich stärker als bisher Leasingmodelle akzeptieren werden, zieht man die hohen Batteriepreise und steuerliche Anreize zum Klimaschutz in Betracht", sagt Berater Wimmer von PA Consulting. Von den in bundesdeutschen City-Bereichen vorhandenen Pkws sind im Schnitt lediglich zehn Prozent in Bewegung. 90 Prozent stehen geparkt am Straßenrand und könnten anderweitig sinnvoll genutzt werden.

Drei von vier Deutschen im Alter von 20 bis 29 Jahren haben zwar eine Fahrerlaubnis, jedoch nutzen 45 Prozent diese kaum. 80 Prozent der Befragten sind der Meinung, dass man aufgrund der guten Infrastruktur kein Auto benötige. Dies ergab die von T-Factory durchgeführte Jugendtrendstudie Timescout. An der Befragung haben 1.200 Jugendliche und junge Erwachsene in sechs deutschen Großstädten teilgenommen.

Frost & Sullivan schätzt, dass 70% der Elektrofahrzeugkäufe auf Leasing entfallen. Die Elektromobilität geht allein schon wegen der Gewährleistungsrisiken bei der Batterie mit einer Verlagerung weg vom Fahrzeugbesitz einher. Die Individualisierung des Innenraums beschränkt sich zunehmend auf persönlich mitgeführte Datensichtgeräte für Kommunikation und Navigation.

Insofern erfahren Geschäftsmodelle von Vermietern und Flottenbetreibern durch den Systemwechsel zur Elektromobilität von vorne herein Auftrieb. Das anforderungsgerecht angemietete Fahrzeug für die letzte Meile vom Bahnhof zur Haustür oder vom Flughafen zum Meeting wird zunehmend mit Taxis konkurrieren, da Navigationssysteme der Routenführung von Taxifahrern bereits überlegen sind.

Als Standort für Kommunikations-, Umwelt- und Fahrzeugtechnik ist Deutschland für die Entwicklung innovativer Mobilitätskonzepte prädestiniert, vor allem wenn diese die systemimmanenten Veränderungspotentiale der Elektromobilität folgerichtig zu Ende denken.

5.4 Elektrofahrzeuge: Stand der Technik

Elektrofahrzeuge sind bereits im Frühstadium der heute verfügbaren Technik schon recht brauchbare Pendler- und Stadtmobile. Die größten Abstriche sind bei der Fahrzeugklimatisierung zu machen. Keineswegs bei der Reichweite oder Ladedauer. Das im Projektverlauf nachgerüstete Schnellladen brachte keinen signifikanten Komfortgewinn.

Auch die Nutzungsintensität nahm dadurch nicht zu. Komfortaspekte wurden neben der Klimatisierung hauptsächlich rund um den Ladeprozess thematisiert. Das Fahrerlebnis selbst wurde schon überwiegend positiv empfunden.

Während die Klimatisierung als eine eher fahrzeugspezifische Schwäche eingeordnet werden kann, ist der Ladeprozess tatsächlich als allgemeines Hemmniss zu betrachten. Oder umgekehrt: Die Ladetechnologie ist der eigentliche Schlüssel zur Elektromobilität als Massenmarkt.

5.5 Batterien: Stand der Technik

Die Batterietechnologie definiert die Ladetechnologie. Unter den Technologiebausteinen ist die Batterie der kostenintensivste. Andererseits kann die Batterielebensdauer doppelt so hoch ausfallen wie die Fahrzeugnutzungsdauer. Eine höhere Batterielebensdauer erhöht die Rentabilität der Elektromobilität unmittelbar und mittelbar.

Fahrzeughersteller profitieren davon direkt, weil die Batterie in ihre Gewährträgerhaftung fällt. Flottenbetreiber indirekt, weil ein höherer Batterierestwert ihre laufenden Kosten senkt, z. B. in Form einer niedrigeren Leasingrate. Daher rücken alle Faktoren der Batteriedegradation in den Mittelpunkt des Interesses, z. B. Erwärmung durch Laden und Betrieb, bestimmte Zellchemiekombinationen oder das Batteriemangement. Die Auslegung dieser Faktoren macht Elektromobilität bezahlbar oder eben unbezahlbar.

6 ZUKUNFTSAUSSICHTEN UND WEITERER F&E-BEDARF

6.1 Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses und der Erfahrungen

Projekthinhalte wie das gesteuerte Laden oder Leitwartenfunktionalitäten erfahren regen Marktzuspruch und werden schon bald nach Projektende umsatzwirksam. Erste Aufträge, insbesondere aus dem europäischen Ausland, sind verbindlich angekündigt.

Nach wesentlichen organisatorischen Umstrukturierungen bildet in Zukunft ein eigener Geschäftsbereich die Inhalte des Förderprojektes ab. Damit sind die Aussichten auf eine ganzheitliche Verwertung und Umsetzung des Systemgedankens wesentlich gestiegen.

Die Elektromobilität führt viele bisher getrennte Branchen in einem System zusammen: Mobilitäts- und IKT-Dienstleister, Fahrzeug- und Infrastrukturanbieter, Soft- und Hardwarehersteller. Das Förderprojekt bildet diese Branchen in einem geschlossenen Wirkzusammenhang ab.

Entsprechend richtet sich der Verwertungsplan auch an neue Kundenstrukturen. Hier nehmen unter den Energieversorgern vor allem dezentral agierende Stadtwerke eine zunehmende Bedeutung ein, aber auch weitere kommunale Betriebe, Mobilitätsdienstleister und gewerbliche Flotten.

Dezentrale Energieversorgung und Elektromobilität werden zunehmend als sich gegenseitig selbst verstärkende Effekte verstanden. Entsprechend wächst das Marktpotential der Erneuerbaren mit der Elektromobilität und umgekehrt.

Treiber sind die Endlichkeit fossiler Energieträger, Klima- und Gesundheitsschutz, Steigerung der Lebensqualität in Metropolregionen, die wachsende Mobilitätsquote der Schwellenländer und die Bevölkerungszunahme in Städten. Da es sich hier durchweg um nachhaltige Trends handelt, ist das Marktpotential für die Projektergebnisse immens.

6.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten mit Zeithorizont

6.2.1 Vermarktungskonzept mit Zeithorizont

Als disruptive Technologie bringt die Elektromobilität alle Merkmale eines Strukturwandels mit sich. Bei einem solch umfassenden Paradigmenwechsel auf den Ebenen der Technik, des Marktes und den politischen Rahmenbedingungen ist schwer vorhersehbar, wer nach der ganzen Durchmischung am Ende das Rennen macht.

Wer sich für alle Eventualitäten rüsten kann, ist auf jeden Fall auf der sicheren Seite. Daher war es ein zentrales Kennzeichen dieses Projektes, dass Siemens gegenüber Flottenbetreibern, Fahrzeugherstellern und Infrastrukturanbietern unabhängig bleibt. Diese Unabhängigkeit wurde im Projektverlauf gezielt geübt.

Daraus ergeben sich für Siemens in der Zukunft ungeschmälerte Optionen auf sämtliche Marktpotentiale rund um die Elektromobilität. Technologiepfade, Fahrzeugplattform, Geschäftsmodelle, Testregionen und Partner sind jeweils als beispielhafte Vertreter ihrer Gattung ausgewählt. Ohne jede Vorfestlegung. So kann Siemens die neuralgische Durchbruch- und Konsolidierungsphase des Technologiewandels nutzen, um nach diesem Findungsprozess eine Grundlage für schnelle Entscheidungen zu haben.

Die vorgewerbliche Forschung war in diesem Projekt so strukturiert, dass nach Projektschluss sich eine bruchfreie Produktentwicklung zur Marktreife unmittelbar anschließen kann. Damit lässt sich die in dieser Phase spielentscheidende „Time to Market“ so kurz wie möglich halten. Zur ergebnisoffenen Projektstruktur gehört aber auch, dass einzelne Stränge abgelegt werden können, ohne dass die übrige Vernetzung darunter leidet.

6.2.2 Wirkung auf Arbeitsplätze und ökologische Aspekte

Allein im Bereich SGA wurden 29 Mitarbeiter im Kontext des Projektes neu eingestellt. Bei SGA arbeiteten ca. 33, bei SIS ca. 13, bei CT ca. 31 und bei IMO ca. 24 Festangestellte zeitweise, überwiegend bzw. ständig an dem Projekt.

Hinzu kamen die „übrigen internen Siemens Mitarbeiter“ aus verschiedenen Unternehmensbereichen auf Basis interner Mitarbeiterausleihe. Schon lange vor Beginn des Projektes trug die Perspektive des Vorhabens noch mitten in der Krise dazu bei, Arbeitsplätze zu erhalten und neue zu schaffen.

Im Rahmen der Projektergebnisse wurden mittlerweile über 100 Mitarbeiter eingestellt, wobei der Personalthochlauf aufgrund des Ingenieurmangels immer noch hinter der Planung zurückliegt.

1 Mio. Elektrofahrzeuge würden jährliche Importkosten für fossile Kraftstoffe von 790 Mio. Euro einsparen. Die damit verbundene CO₂-Vermeidung ist erheblich. Hinzu kommen die verringerten lokalen Emissionen an Feinstaub, NoX und Lärm.

Wäre ein Viertel des deutschen PKW-Fahrzeugbestandes Elektrofahrzeuge, dann würde das einen Stromverbrauch von 13 bis 30 TWh bedeuten, also maximal 5% des heutigen

Stromverbrauchs. Das ist heute schon durch erneuerbare Energien abgedeckt. Elektromobilität lässt sich also klimaneutral darstellen.

Wichtiger aber ist noch, dass Elektromobilität durch die Abnahme von erneuerbarem Überschussstrom zur dringend benötigten Netzstabilität im Zeitalter der Energiewende einen wesentlichen Beitrag leistet. Damit ermöglicht Elektromobilität letztendlich einen höheren Anteil erneuerbarer Stromerzeugung.

6.2.3 Kurzfristige wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Kurzfristig stellt das Projekt letztendlich eine validierte Machbarkeitsanalyse für Produkt- und Unternehmensplanung dar. Markteintrittszenarien und Marktentwicklungsstrategien können auf dieser Basis erstellt werden. Die Risiken, vor allem hinsichtlich der Verbreitung von Standards, können für die Entwicklung, Fertigung und Erprobung von Erprobungsphasenprodukten und Produktfamilien wesentlich besser abgeschätzt werden.

Entscheidend sind die Erkenntnisse und Einblicke für eine aktive Mitgestaltung von technischen und gesetzlichen Grundlagen im Rahmen von einheitlichen Schnittstellen und verbindlichen Normen und Gesetzen, z.B. Kommunikationshardware, -software inkl. Schnittstellen. So steigert das Engagement die Entscheidungsqualität für den zielgerichteten Einsatz von Investitionen.

Insgesamt dient das Projekt nun auch als Referenz zur Unterstützung der Projektakquisition.

6.2.4 Mittelfristige wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Die Europäische Technologieplattform Smart Grids schätzt, dass bis 2030 in Europa 390 Mrd. in die Stromversorgungsinfrastruktur investiert werden, um die Stromnetze intelligenter zu machen. Etwa 90 Mrd. davon sollen auf die Stromübertragung und 300 Mrd. Euro auf die Stromverteilung entfallen. Der Investitionsbedarf liegt allein in Deutschland bis 2020 bei 40 Mrd. Euro. Diese Infrastruktur ist eine bedingende Voraussetzung für die Elektromobilität als Massenmarkt.

Siemens Vorstandschef Peter Löscher wird in der Finanzpresse dazu eindeutig zitiert: "Das wird ein Multimilliarden-Markt." Laut Technologievorstand Michael Weinhold könne es in Deutschland bis 2020 fünf Millionen Elektrofahrzeuge geben.

Siemens-Energievorstand Wolfgang Dehen erinnert daran, dass schon früher Elektro der Standard-Antrieb gewesen ist. "Erst über 100 Jahre später sind wir soweit, dass die Speichertechnologie bereit ist", sagte Dehen dem Handelsblatt.

6.2.5 Erfolgsaussichten von Autovermietung, Leasing, Fuhrparkangeboten

Eine Besonderheit des Projektes war die enge Verzahnung mit dem Flottenmanagement von Autovermietern, Leasinggesellschaften und CarSharing-Angeboten. „Leasinggesellschaften bringen 30 Prozent aller Neuwagen in Europa auf die Straße. Sie können daher einen bedeutenden Beitrag dafür leisten, dass verbrauchsarme Fahrzeuge deutlich schneller in den Markt kommen und der Leasingsektor den EU-Flottengrenzwert bereits früher erreicht“, sagt Michael Müller-Görnert, Projektleiter beim Verkehrsclub Deutschland.

Horst Berger, Leiter des geschäftsführenden Sekretariats der Autobanken meint ebenfalls, dass Elektromobilität eher gefragt sein wird als Elektrofahrzeuge. Laut Handelsblatt sollen sich Banken, die oft eigene Leasinggesellschaften betreiben, ohnehin keine klimaschädlichen Geschäfte mehr leisten können. "Es wird nicht mehr damit zu rechnen sein, dass Banken die Finanzierung für klimaschädliche Fahrzeuge einfach so durchwinken", sagt Ryan Rutgers, Geschäftsführer bei der Athlon Car Lease Germany GmbH.

„Autos werden nur in 8% ihrer Lebensdauer wirklich genutzt“, meint DB Rent Bereichsleiter Prof. Andreas Knie. DB-Rent-Geschäftsführer Lübke prophezeit dem Schulterschluss zwischen Car-Sharing und Elektromobilität eine erfolgreiche Zukunft. Denn dabei werden die hohen Anschaffungskosten auf mehrere Schultern verteilt. "In drei Jahren wird der Anteil an Elektroautos im Car-Sharing-Betrieb zehn bis 15 Prozent betragen", sagt Lübke.

Frost & Sullivan zufolge hat Deutschland das Potenzial zum Schlüsselmarkt für das Car-Sharing mit E-Fahrzeugen. Hier gebe es mit über 400 Stationen die meisten Lademöglichkeiten. In fünf Jahren könnten es über 80000 sein, sagt Aswin Kumar, Analyst bei Frost & Sullivan. Ab 2012 werde jeder dritte Neuwagen eines europäischen Car-Sharing-Anbieters ein Elektroauto sein. Schon jetzt haben Car-Sharing-Firmen in Deutschland 165000 Kunden. "Bis 2016 rechnen wir mit einem Anstieg auf 1,1 Millionen", sagt Kumar.

In Paris fahren 1 Million Autos nur 500 km pro Jahr. „Da macht Car-Sharing Sinn“, erklärt Renault-Chef Pélata. Ein Handelsblattkommentar geht noch weiter: „Der Besitz eines Elektroautos ist wegen des hohen Anschaffungspreises für Privatkunden keine Option. Die Industrie muss mit Miet- oder Leasingangeboten in Vorleistung gehen und den Markteintritt subventionieren.“

Markus Zahnjel, bei Siemens IT Solutions Leiter des Segments Car Electronics, rechnet damit, dass EFZ nur noch geleast werden, inkl. Stromliefervertrag, ohne Einzelabrechnung der Micropayments für den einzelnen Ladevorgang. Offen ist für ihn, ob Autohersteller, Energieversorger oder Autovermieter diese Rundum-Sorglos-Elektromobilität anbieten. "Die Auswirkungen der Wirtschaftskrise setzen die deutschen Industrieunternehmen unter einen massiven Effizienzdruck", urteilt Kai Otto Landwehr, Vorsitzender der Geschäftsführung der Siemens Finance & Leasing GmbH.

In Deutschland werden bereits rund 60 Prozent der Flottenfahrzeuge geleast. Bei Großflotten ab 50 Fahrzeugen sind es mit 80 Prozent sogar noch deutlich mehr. Mittlerweile nutzen Unternehmen Leasing nicht nur als Finanzierungsersatz, sondern setzen den Leasingpartner zunehmend auch als Serviceanbieter ein.

Von 13,2 Millionen gemieteten Autos in Deutschland im Jahr 2008, buchten nur 15 Prozent private Kunden bei den Autovermietern. Reinhold Achatz, Leiter Siemens Corporate Research and Technologies, sieht Deutschland aufgrund seiner Autoverliebtheit nicht als Vorreiter bei Smart Grids und E-Mobilität. Um so größer ist der Aufholbedarf.

6.3 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Es ist deutlich geworden, dass mangelnde Standardisierung immer noch Markt und Technologie bremst.

6.3.1 800 V Antrieb

Der 800 V Antriebsstrang ist ambitioniert. Um so wichtiger ist die Forschung. Auch wenn sich dieses Spannungsniveau noch nicht in der Normungslandschaft niedergeschlagen hat, scheint es doch zukunftsweisend zu sein. Hybridfahrzeuge von Toyota operieren bereits bei 750 V. Im Nutzfahrzeugsegment sind 800 V Standard.

Ein durchschnittlicher Stromverbrauch von 2.500 kWh pro EFZ und Jahr ergibt eine Stromrechnung in der Größenordnung von nur 500 Euro und rückt damit den Break Even für teure Ladeinfrastruktur in weite Ferne. Auf Basis der 800 V Zwischenkreisspannung im Auto genügt ein einfacher Drehstromanschluss auf der Infrastrukturseite, um Ladezeiten zu erzielen wie sie ansonsten nur mit kostenintensiven DC-Ladesäulen möglich sind.

6.3.2 V2G

Bidirektionales Laden wurde im Projekt nicht dargestellt. Es bleibt aber ein Thema. Die Einführung des Elektroautos mache besonders dann Sinn, wenn der Strom überwiegend regenerativ gewonnen werde, sagt Gernot Spiegelberg, Leiter des Forschungsteams Elektromobilität, gegenüber der Presse. "Lassen sich die Elektroautos sowohl auf- als auch entladen, dann wird das Auto zu einem mobilen Stromspeicher." Elektrofahrzeuge können also Regelkapazität liefern und damit schwankende Erzeugung durch Erneuerbare ausgleichen. Bisher werden bis zu 25% des erzeugten Stroms unverbraucht „verworfen“.

6.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Anschlusspunkte ergeben sich auf wissenschaftlicher Forschungsebene u. a. zu allen Fragen der Lebensdauer und Dauerlastbeständigkeit von mobilen und stationären Komponenten, Modulen und Systemen. Daher steht jetzt schon fest, dass die Erprobungen bruchfrei über das administrative Projektende hinaus fortgesetzt werden müssen.

Wirtschaftlich ergaben sich für Siemens, den Autovermieter und Fräger während des Projektverlaufs viele neue Perspektiven, die nun zu einer kompletten Neubewertung der jeweiligen Produkt- und Unternehmenspläne führen werden. Immerhin wurden in diesem Projekt nicht nur neue Technologien, sondern auch neue Geschäftsmodelle erprobt.

7 BEITRAG ZU DEN FÖRDERPOLITISCHEN ZIELEN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU)

Insgesamt wurden aber im Kontext des Projektes Investitionen in der Größenordnung von 2 Mio. Euro ausgelöst. Für die Investitionen wurde keine Förderung beantragt. Ebenso wenig für die 35 Fahrzeuge. Über 30 Mitarbeiter konnten im Projektzusammenhang neu eingestellt werden.

Neben ökonomischen Zielen wie diesen seien aber auch die ökologischen genannt. Das Projekt hat auf Basis einer begleitenden Marktforschung systematisch Flaschenhals-Situationen im Zusammenspiel von Erneuerbaren und Elektromobilität identifiziert und entsprechende Technologiebausteine schwerpunktmäßig entwickelt. Dazu zählen u. a. der Radnabenmotor, das Inverterladen mit 800 V, die Cloud-Architektur, die Planungssoftware, Trafos für höher HGÜ-Leistungen und die bessere Anbindung von Offshore-Windkraft. Beispielhaft für die Dringlichkeit all dieser Komponenten sei hier letztere aufgrund der aktuellen Nachrichtenlage herausgegriffen:

„Wegen fehlender Stromleitungen und drohender Netzüberlastung müssen immer mehr Windparks zwangsweise abgeschaltet werden. Laut einer Studie für den Bundesverband Windenergie haben sich die Zwangsrosselungen zwischen 2009 und 2010 fast verdoppelt. Demnach musste nach 65 Tagen 2009 im vergangenen Jahr an 107 Tagen eingegriffen werden, heißt es in der Analyse.

Durch die Zunahme der Abschaltungen gingen bis zu 150 Millionen Kilowattstunden Windstrom im vergangenen Jahr verloren - betroffen waren vor allem Windräder in Nord- und Ostdeutschland. Mit der Menge könnten 37 500 Haushalte ein Jahr lang mit Strom versorgt werden. Damit konnte bis zu 0,4 Prozent der vorhandenen Windstromproduktion nicht eingespeist werden, die vernichtete Strommenge stieg im Vergleich zu 2009 den Schätzungen zufolge um bis zu 69 Prozent. Die Bundesregierung hatte zuletzt ähnliche Zahlen veröffentlicht.

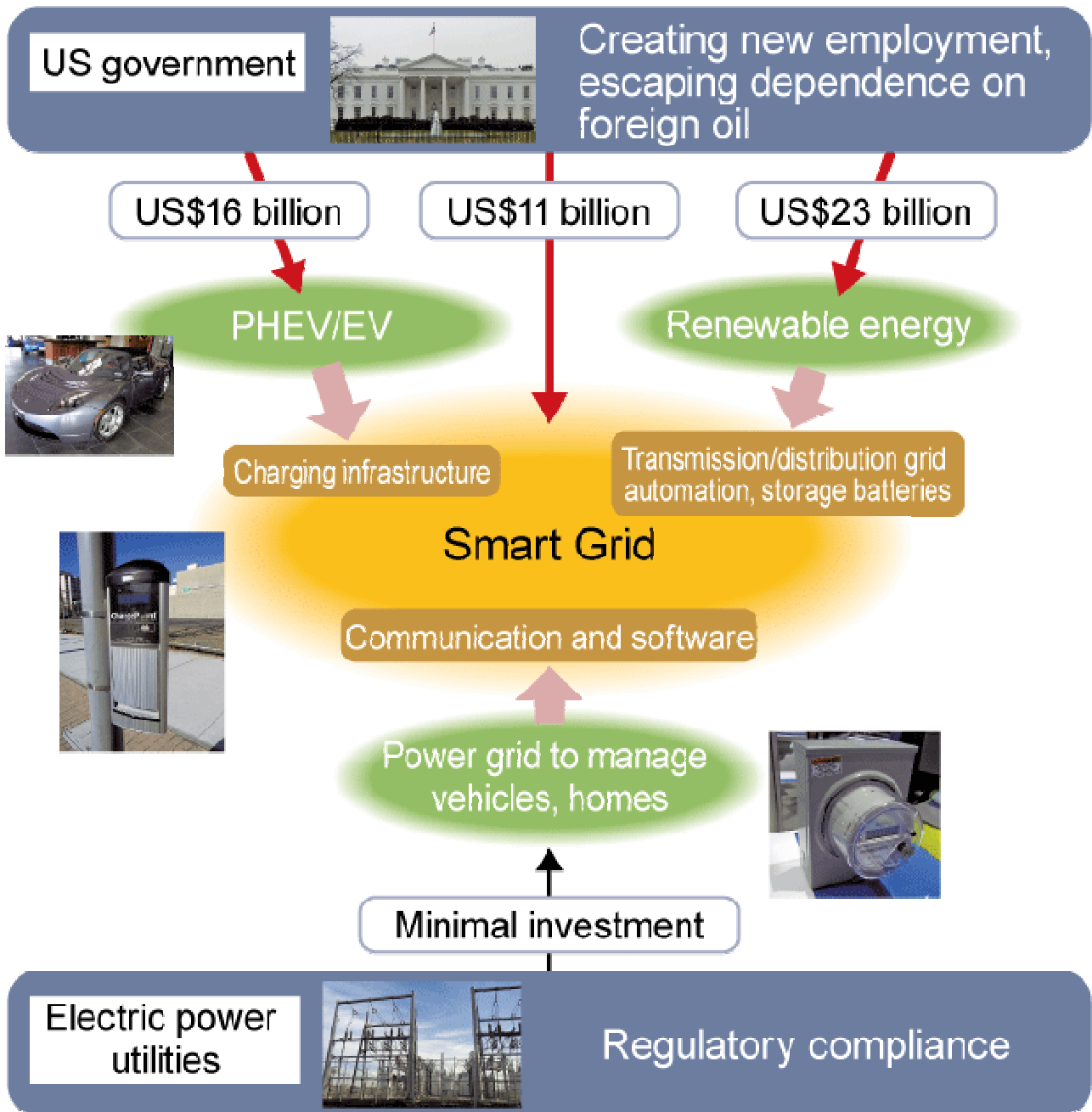
Ihren Angaben zufolge konnte 2010 rund 127 Millionen Kilowattstunden Windstrom nicht eingespeist werden, weil das Stromnetz sonst zusammengebrochen wäre. Der Windenergieverband rechnet mit einer weiteren Zunahme der Zwangsabschaltungen, weil das Netz mit dem Ausbau der Windkraft nicht Schritt hält. Vielerorts gehen neue Windparks in dünn besiedelten Regionen ans Netz, hier gibt es aber oft zu geringe Kapazitäten, um den Strom abzutransportieren. Zwar werden Windparkbesitzer seit 2009 für solche Fälle entschädigt, doch die Abrechnung erfolgt oft verspätet: "Es gibt Einzelfälle, in denen vor mehr als einem Jahr abgeschaltet wurde, aber noch immer nicht entschädigt wurde. Das ist ein klarer Gesetzesverstoß", sagte Windenergie-Präsident Hermann Albers der "Financial Times Deutschland".“

7.1 Bezug zu förderpolitischen Zielen

Das heraufziehende Zeitalter der Elektromobilität bedeutet makroökonomisch die Substitution von fossilen Rohstoffimporten durch Wertschöpfung innerhalb der Volkswirtschaft. Dies fördert die Schaffung von Arbeitsplätzen und hochtechnologischen Erzeugnissen und Dienstleistungen. Außerdem fördert es die CO₂- und Außenhandelsbilanz. Daher ist Elektromobilität politisch gewollt und findet in der Bevölkerung breite Unterstützung.

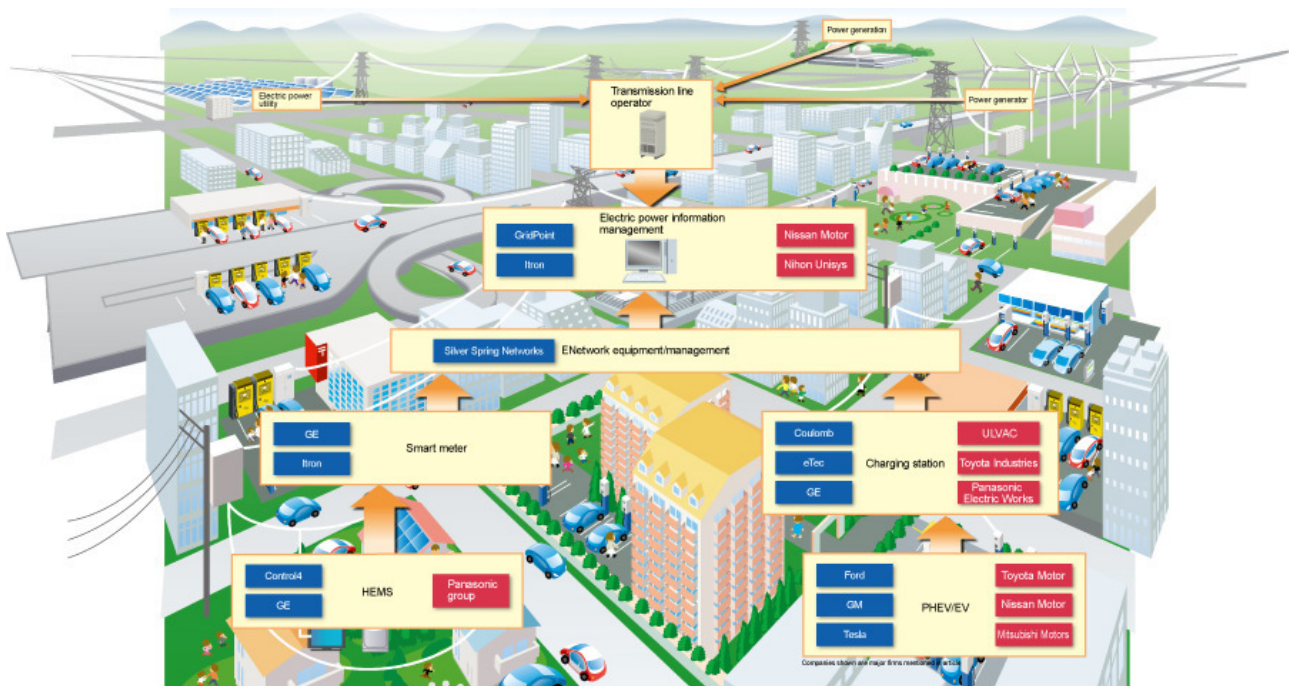
Das beschriebene Projekt greift gezielt einige Schwachpunkte der Elektromobilität auf, die sich in den ersten Feldversuchen, Fahrzeugtests und Planungsszenarien gezeigt haben:

- Das Laden und der Betrieb von Elektrofahrzeugen erweist sich noch nicht als ausreichend effizient. Ladeverluste von fast 50% der Batteriekapazität und Mehrverbrauch im Fahrbetrieb ist allenfalls im Anfangsstadium vorübergehend zu entschuldigen. Werden diese Probleme nicht schleunigst gelöst, ist aber auch mit Akzeptanzhürden und Markteintrittsbarrieren zu rechnen.
- Ungesteuertes Laden von Elektrofahrzeugen würde die Lastschwankungen im Netz schnell eher erhöhen als zu einer gleichmäßigeren Grundlast beizutragen. Letzteres ist aber der einzige Ansatz, mit dem sich Investitionen in die elektromobilitätskonforme Infrastruktur refinanzieren lassen. Gesteuertes Laden ist auch eine Voraussetzung für einen höheren Anteil an Erneuerbaren Energien am Stromverbrauch. Nur so wiederum lässt sich der Anteil der Erneuerbaren an der Stromproduktion gezielt erhöhen, eine Voraussetzung zur Erreichung der Ziele des Klimaschutzes. Die Steuerung des Ladens durch Netzbetreiber erweist sich als neuralgischer Punkt weit über die Perspektiven der Elektromobilität hinaus.
- Der mit der Elektromobilität einhergehende Strukturwandel bringt naturgemäß viele Unwägbarkeiten mit sich. Diese werden von Investoren im Rahmen des Riskmanagements schnell als Unsicherheiten ausgemacht. Zur Absicherung der dringend benötigten Investitionen in eine elektromobilitätskonforme Infrastruktur bedarf es daher verlässlicher Planungswerkzeuge. Ansonsten ist angesichts der vielschichtig vernetzten Wechselwirkungen dieses Strukturwandels mit erheblichen Gefährdungspotentialen hinsichtlich der Versorgungs- und Betriebssicherheit zu rechnen.



Regierungsprogramme im Ausland wirken bereits stark wettbewerbsverzerrend. Die entsprechende Aufholjagd ist eine gesamtgesellschaftliche Notwendigkeit und weniger eine Frage der Ordnungspolitik

7.2 Vom Windrad zum Elektrofahrzeug: Einbindung Erneuerbarer Erzeuger in die Elektromobilität



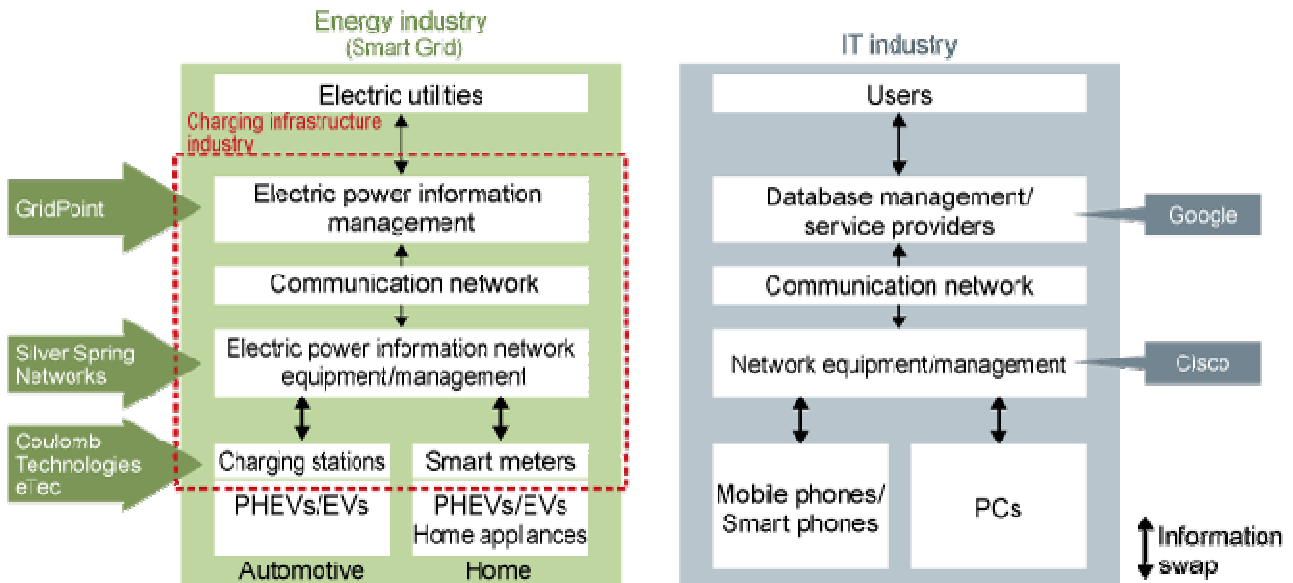
Funktionsschema eines japanischen Konzeptes von ähnlicher Komplexität wie 4S

Riesige Feldversuche von Toyota, Panasonic, Nissan u. a. integrieren in Japan bereits die komplette Energiekette von der erneuerbaren Erzeugung über sämtliche Netzebenen bis hin zu gesteuerten Verbrauchern. Erst durch diesen Systemzusammenhang wird Elektromobilität wirtschaftlich. In Deutschland stellte 4S einen ersten Ansatz zu dieser gesamthaften Betrachtung dar:

- Energieflüsse und Ladestrategien steuern heißt Verbraucher steuern, von Haushaltsgeräten über Elektrofahrzeuge bis hin zu ganzen Haushalten, Firmen, Netzen
- intelligente Ladetechnik wird aktuell eher von intelligenten Netzen und deren Spielern getrieben als von der Elektromobilität

Das förderpolitische Ziel einer engen Kopplung von Erneuerbaren und Elektromobilität ließ sich in diesem Projekt in einer beispiellosen Stringenz abbilden, da Siemens in beiden Branchen zuhause ist. Vom Windrad über die Übertragungsleitungen bis zum Elektromotor als Verbraucher am Ende der vollständig durchgehenden Energiekette hat Siemens die gesamte Wertschöpfungskette im Haus. Vor allem aber gehört die System- und Steuerungskompetenz zu den Kernkompetenzen des Unternehmens. Weltweit stammt mehr als jede dritte Steuerung von Siemens.

7.3 Technologiekonvergenz zwischen Kommunikations- und Energienetzen

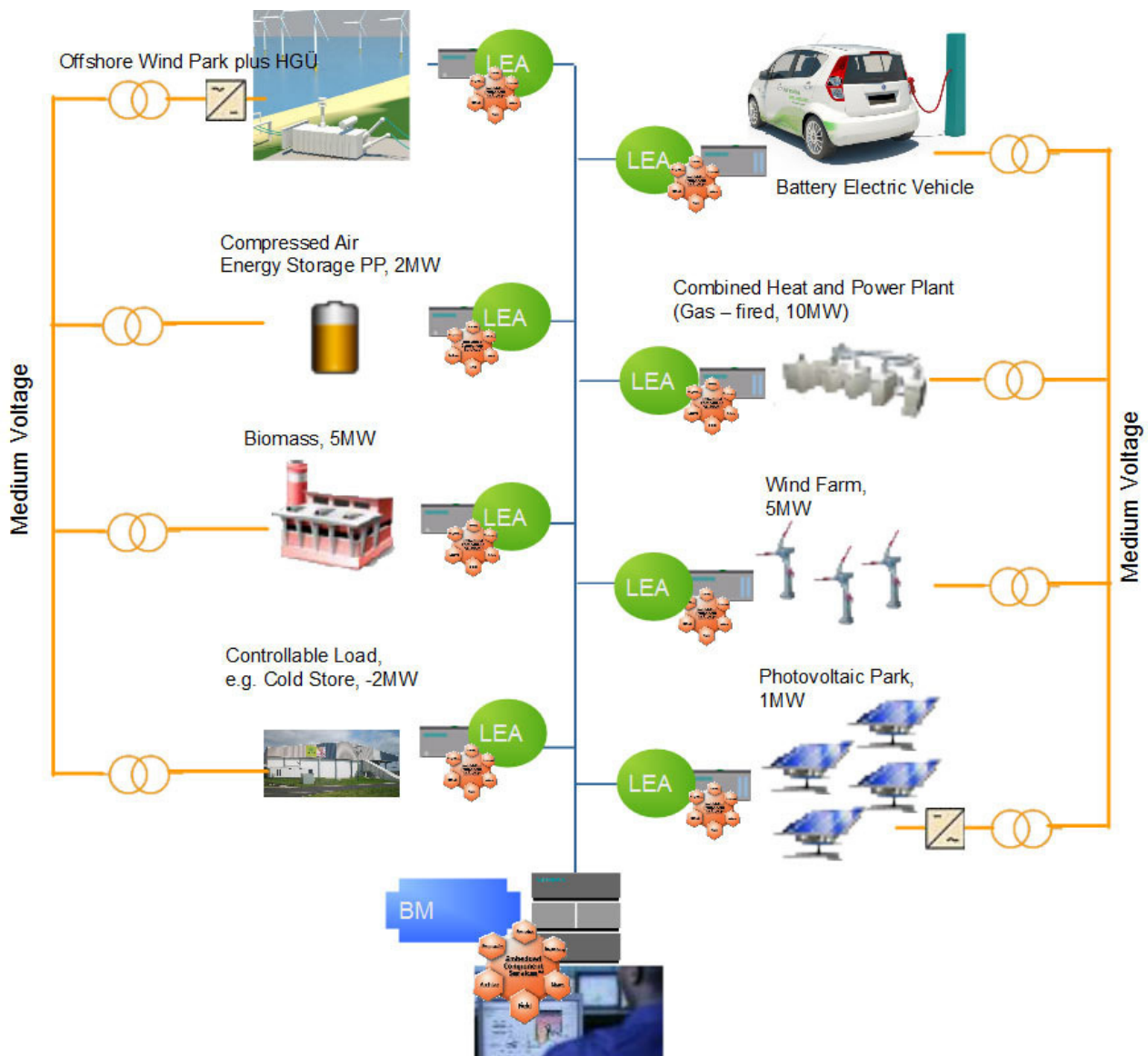


Die Technologiekonvergenz bringt neue Wettbewerber aus neuen Branchen

Die Technologiekonvergenz zwischen Kommunikations- und Energienetzen wird erkennbar an den Strategien von GE, Cisco, Google, GridPoint, Nissan, Toyota, Panasonic, Mitsubishi, den neuen direkten Wettbewerbern von Siemens.

Das Projekt hat Siemens befähigt, sich in diesem grundlegend neuen Wettbewerbsumfeld zu bewegen. Die einzelnen Arbeitspakete können dabei als erste Gehversuche betrachtet werden. Dazu musste zuerst einmal der Schritt über die bisherigen Geschäftsfelder hinaus vollzogen werden. Die damit verbundenen Risiken werden von der Industrie gerne gescheut. Die Förderung half, dieses Hemniss zu überwinden. Gleichzeitig wurden aus förderpolitischen Zielen Unternehmensziele.

7.4 Rekommunalisierung, Dezentralisierung und Erneuerbare: Haupttreiber von Elektromobilität und virtuellen Kraftwerken



Das Fahrzeug ist nur ein Baustein im Smart Grid und keineswegs der Mittelpunkt

Strukturwandel und Systemwechsel rechtfertigen immer wieder öffentliche Förderung. Die Elektromobilität steht im Zeichen grundlegender Veränderungen:

- Wachsender Anteil erneuerbarer Energien,
- Rekommunalisierung von Netzbetrieb
- und Dezentralisierung von Energieversorgung.

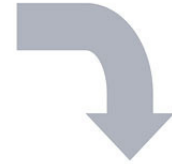
Elektromobilität, Rekommunalisierung, Dezentralisierung und Erneuerbare verstärken sich gegenseitig. Stadtwerke haben die Hoheit über die Verteilnetze sowie Verkehrs- und Parkflächen vor Ort. Außerdem treten sie zunehmend als Investoren für Offshore Windparks und andere entlegene erneuerbare Erzeuger auf. Insofern sind Stadtwerke auf leistungsfähige Übertragungsnetze unmittelbar angewiesen.

Entsprechend sind sie von den Anpassungsbedarfen durch Verbreitung der Elektromobilität unmittelbar betroffen. Eine Unterstützung dieser basisdemokratischen Strukturen ist Voraussetzung für die Bewältigung der Energiewende.

7.5 Stadtwerke vor neuen Planungsaufgaben angesichts von Energiewende und Elektromobilität

Technische Fragestellungen

- Ist das Szenario unter gegebenen Anforderungen und Randbedingungen mit EVs realisierbar?
- Welche technischen Varianten zur Realisierung des Szenarios existieren?
- Welche Ladeinfrastruktur (Ort, Anzahl, Typ der Ladestationen) wird benötigt?
- Wann wird welches EV an welcher Ladestation (Ort, Typ) wie lange geladen?
- Wie hoch ist der gesamte Energieverbrauch des Szenarios?
- Wie hoch ist der gesamte CO₂-Ausstoß des Szenarios?
- Wie verhält sich eine Realisierung mit EVs im Vergleich zu einer Realisierung mit ICEs bzgl. Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß?



Kaufmännische Fragestellungen

- Wie hoch sind für den Flottenbetreiber unter Berücksichtigung des jeweiligen Geschäftsmodells
 - die Gesamtkosten (TCO),
 - Kosten für langlebige Güter (CapEx),
 - die Betriebskosten (OpEx) und
 - die Investitionskosten (Invest)?
- Wie verhält sich eine Realisierung mit EVs im Vergleich zu einer Realisierung mit ICEs bzgl. TCO, CapEx, OpEx, Invest?
- Wird mit der EV-Flotte der Break Even erreicht im Vergleich zu einer ICE-Flotte? Wann?
- Welche Einnahmen erzielen die beteiligten Stakeholder?
- Wie würden Value Added Services (VAS) das Szenario beeinflussen?



Der im Projektverlauf aufgebaute Softwarebaukasten bildet flexibel und modular sämtliche wichtigen Anwendungsfälle und Geschäftsmodelle rund um die Elektromobilität ab. Grundlage bildet ein Planungssoftwarepaket. Dieses erlaubt es zukünftigen Betreibern, verschiedene Zukunftsszenarien durchzuspielen und so auf alle Eventualitäten vorbereitet zu sein:

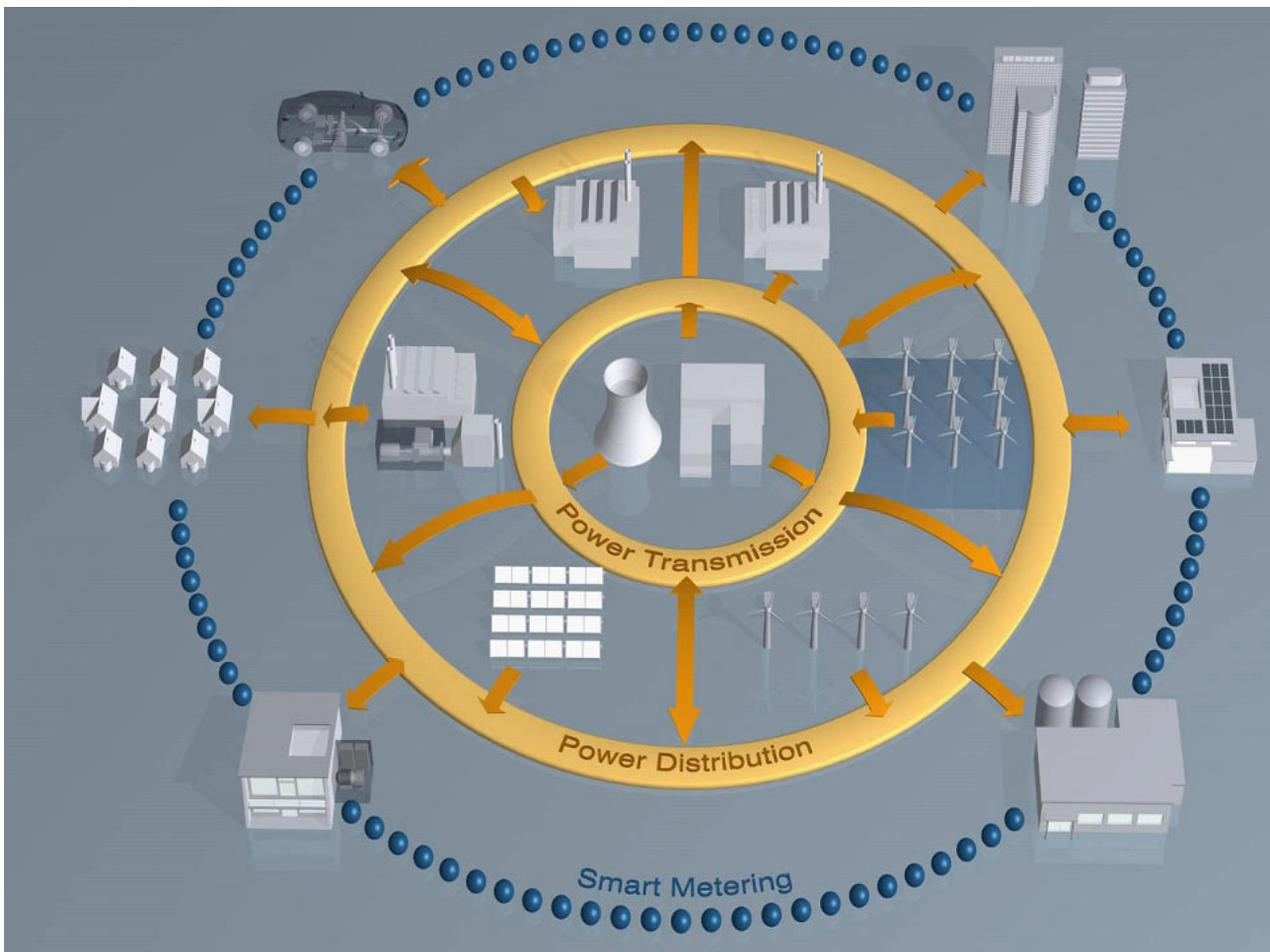
- Welche Infrastrukturmaßnahmen werden für wachsende EFZ-Zahlen gebraucht?
- Wie lässt sich durch gezielte Ladeangebote die Auslastung der Parkhäuser steigern und die Netzlast glätten?
- Wie lässt sich der Parkplatzsuchverkehr durch Parkflächen- und Ladepunktreservierung über Navigations- und Verkehrsleitsysteme verringern?
- Wie lässt sich der verbundene Verkehr und die ÖPNV-Auslastung verbessern?
- Wie lässt sich eine stadteigene Mietflotte managen?

Die Stadtwerke haben Marktzugang zum Endkunden vor Ort, z. B. in der Verkehrs- und Parkflächenbewirtschaftung, der Stadtplanung oder in kommunaler Versorgung und ÖPNV. In der projektnahen Kooperation sammelte Siemens Erfahrungen mit innovativer Technik und Geschäftsmodellen in diesem schnell wachsenden Betreibersegment.

Die Stadtwerke Erlangen repräsentieren mit ihrer mittelständischen Struktur den Großteil der bundesdeutschen Energieversorger. Sie beteiligten sich an 4S mit umfangreichen Serviceleistungen und Investitionen in die Infrastruktur. Ferner wurden im Projektzusammenhang mehrere Elektrofahrzeuge seitens der Stadtwerke angeschafft. Dadurch ließen sich mit ihnen die Marktbedürfnisse schnell und direkt evaluieren.

Planungsqualität und Planungssicherheit sind die Grundlage für Versorgungssicherheit. Diese ist im Zeitalter von Erneuerbaren und Elektromobilität keine Selbstverständlichkeit. Daher ist die Entwicklung solcher Werkzeuge von höchstem volkswirtschaftlichen Interesse.

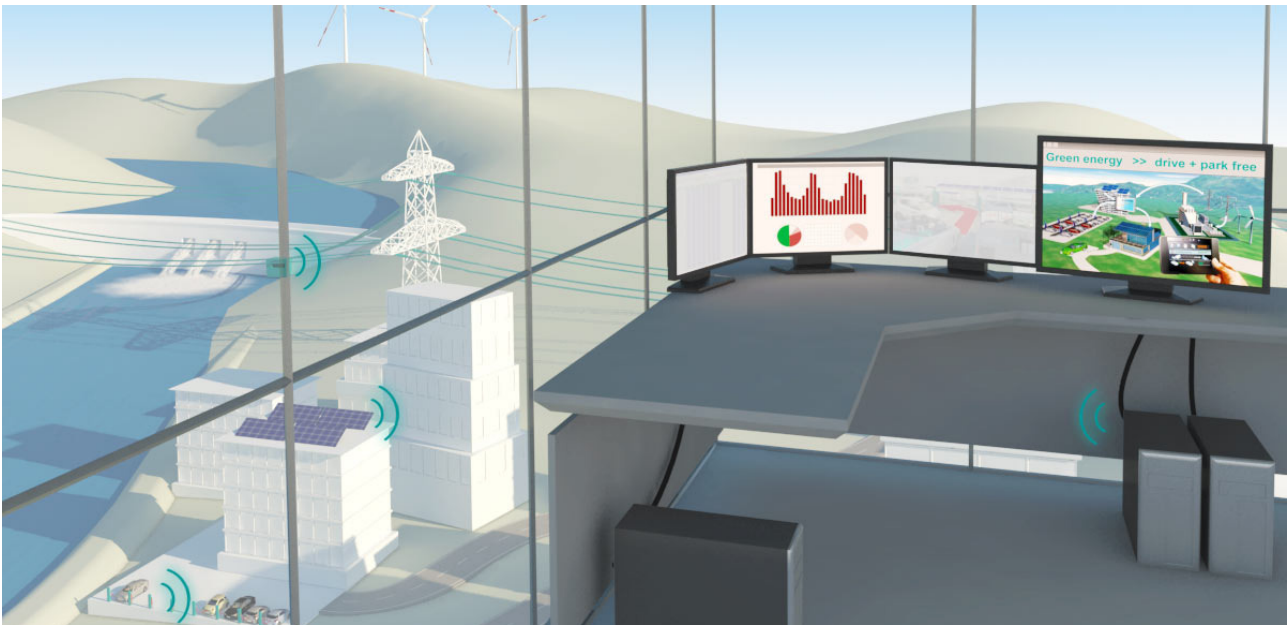
7.6 Exempel für den Netzausbau: Übertragungsnetze als integrierter Teil des Netzmanagements



Bausteine des Smart Grid

Die Energiewende bringt große Herausforderungen für die Netzstabilität mit sich. Elektromobilität kann je nach Laderegime in diesem Kontext stabilisierend oder destabilisierend wirken. Das Projekt hat einen hervorragenden Beitrag zu grundlegenden Erkenntnissen für solche Zusammenhänge geliefert. Es entspricht daher gerade in seiner Ausprägung des Netzmanagements und Einbeziehung der Übertragungsnetze den förderpolitischen Zielen der Bundesregierung in höchstem Maße.

Nahezu sämtliche PV Anlagen hängen am Niederspannungsnetz, nur 1,4% am Mittelspannungs- und 0,3 am Hochspannungsnetz. Bei Wind ist es umgekehrt. Daher ist die nach der Energiewende stärker gewichtete Versorgung mit Offshore Windkraft als verbrauchsferne Gattung der Erneuerbaren nur mit intelligenter Übertragungstechnik zu erschließen. Daran wird auch der Aufbau des Smart Grid nichts ändern. Elektrofahrzeuge sind auf diese Hauptquelle erneuerbarer Energie dringend angewiesen.



„Nach Berechnungen der Internationalen Energieagentur wird die Menschheit im Jahr 2030 etwa 13-mal mehr Strom aus Wind ernten als heute und sogar 140-mal mehr aus Solarenergie gegenüber 2008. Für die EU27 schätzt der Europäische Windverband EWEA die Erzeugungskapazitäten bis 2030 mit 300-350GW.

In ihrer jüngsten Schätzung hat EWEA das Ziel für 2020 sogar von 210 auf 230GW angehoben. Diese Windturbinen werden an Land und verstärkt auf See gebaut werden. In beiden Fällen müssen hohe Strommengen möglichst verlustarm über weite Strecken übertragen werden – hier kommt die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) ins Spiel. ...

In manchen Regionen kann die Balance zwischen Erzeugung und Last nicht mehr ausreichend sichergestellt werden. Es kommt zu Abschaltungen einzelner erneuerbarer Erzeuger, um die Systemstabilität zu wahren. Ein forcierter strategischer Netzausbau bis hin zu sogenannten Supergrid-Strukturen ist dringend erforderlich. ...

Es gilt, sowohl den Energiemix zu optimieren (Kraftwerkstyp und Ort), Wirkungsgrade entlang der gesamten Wankungskette zu steigern und infrastruktur- und regionenübergreifende Lösungen zu finden (holistischer Ansatz). ...“ Dr. Michael Weinhold, Siemens Energy Sector

„Mit zunehmendem Anteil fluktuierender Stromquellen muss für Europa ein neues, sehr leistungsfähiges Stromübertragungsnetz und angepasste Verteilnetze zur Verfügung stehen, das einen Ausgleich der durch die Erzeugung entstehenden Schwankungen großflächig möglich macht.

Dafür müssen leistungsfähige, intelligente europäische Stromnetze aufgebaut werden. Denn es ist energetisch und wirtschaftlich vorteilhaft, verstärkt dezentrale Energieversorgungsstrukturen zu entwickeln, die über „Backbone“-Netze miteinander verbunden sind.

Über diese Netze können mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien Lastschwankungen oder Angebotsschwankungen auch über große Entfernungen ausgeglichen und zusätzliche Stromlieferanten eingebunden werden (z.B. Wasserkraft aus Skandinavien, Windenergie aus Portugal oder Solarstrom aus Nordafrika).“

FVEE Tagungsband, Prof. Dr. Jürgen Schmid, Fraunhofer IWES

"Das Netz darf nicht zum Flaschenhals der Energiewende werden", sagte der Vorsitzende der dena-Geschäftsführung Stephan Kohler bei einem Expertentreffen in Berlin.

"Der ganze Wind- und Solarstrom nutzt nichts, wenn wir ihn nicht dorthin transportieren können, wo er gebraucht wird oder gespeichert werden kann. Und wenn in verbrauchsstarken Regionen die Atomkraftwerke vom Netz gehen, muss jederzeit ausreichend Strom auch über weite Strecken angeliefert werden können. Die Politik hat es jetzt in der Hand, die Weichen für den Netzausbau zu stellen und die Energiewende durch eine beschleunigte Integration der Erneuerbaren in das Energiesystem voranzutreiben." ... (dena, online)

Dementsprechend wurde im Rahmen des Projektes die Hochspannungsgleichstromübertragung in zwei Richtungen weiterentwickelt:

- technische Machbarkeitsklärung zur Maximierung der Übertragungsleistung (d.h. Verringerung des Bedarf an Korridoren; auch mit Blick auf eine künftige transeuropäische Langstreckenverbindungen)
- Bereitstellung der speziellen Funktionalität zur Anbindung von Offshore-Windparks.

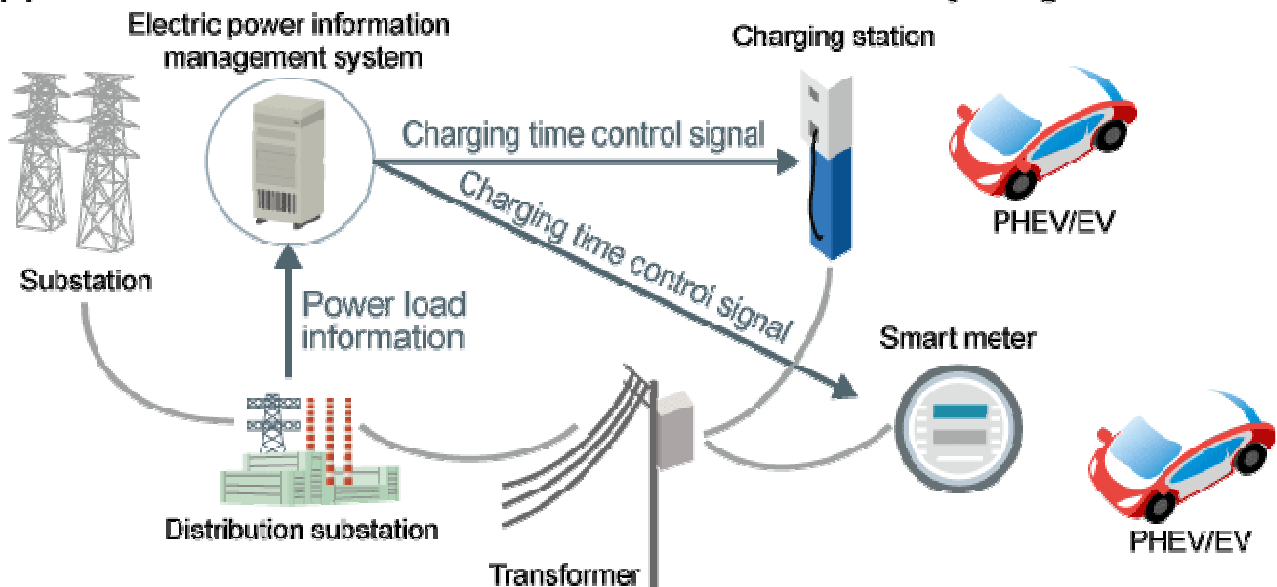
7.7 Off Peak Charging: Weniger Ladeverluste, mehr Netzstabilität

Die Elektromobilität würde schon an sich mit ihrem höheren Aufkommen an Ladeströmen langfristig eine Belastung der Netze darstellen. Wenn sich dieser kontinuierliche Zuwachs an Last dann auch noch überlagert mit einem ständig höheren Anteil an volatilen Strommengen aus Regenerativkraftwerken, so verringert die Netzstabilität weiter. Hinzu kommt noch als weiterer Unsicherheitsfaktor der Ausbaubedarf für Netze und Speicher.

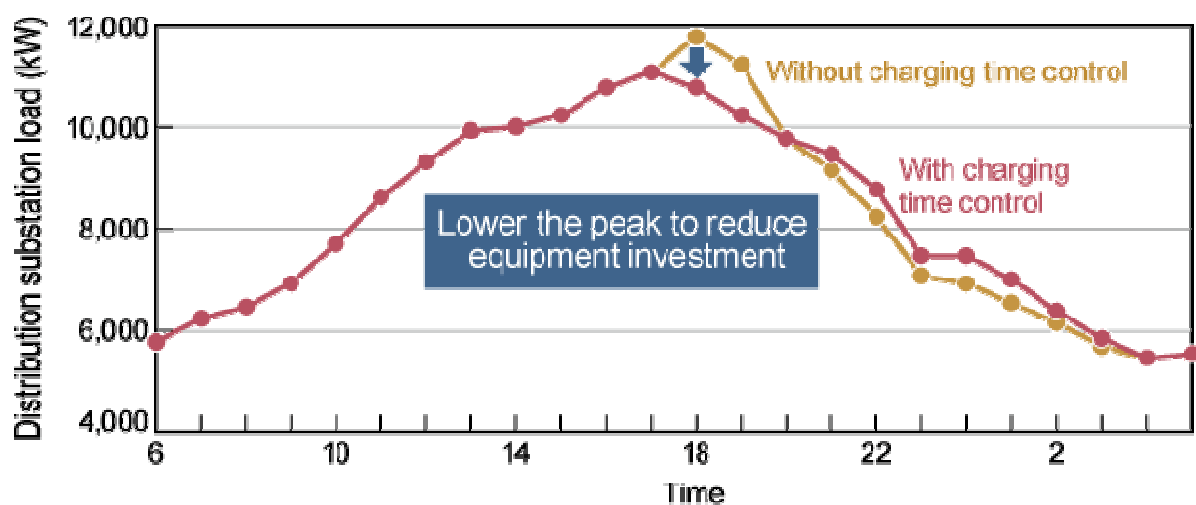
Ohne ein klares Primat für das gesteuerte Laden ist diese Entwicklung nicht mehr steuerbar. Durch das gesteuerte Laden werden Elektrofahrzeuge von einem Problemfaktor zur Lösung des Problems.

Der konsequente, flächendeckende Einsatz des gesteuerten Ladens in einem überregionalen Laderegime bewirkt sogar noch mehr: Elektromobilität und Erneuerbare werden zu einem sich gegenseitig selbst verstärkenden Effekt.

(a) Remote control of PHEV/EV and household electricity usage



(b) Offsetting charging time



Off Peak Charging bedeutet weniger Bedarf für neue Netz- und Kraftwerkskapazitäten bei gleichzeitig steigenden Ladestrommengen mit ebenfalls höherem Grünstromanteil.

Dabei etabliert sich das Smart Meter als Schlüsselgerät mit Brückenfunktion zwischen Energie- und Kommunikationsnetzen, sowohl in Gebäuden als auch in Fahrzeugen wie das Beispiel USA zeigt.

Für Förderpolitik und Projektdesign gleichermaßen zielführend ist eine Orientierung an der vorausseilenden Situation in den USA:

- für die 3.000 Netzbetreiber und Energieversorger in den USA ist der Aufbau intelligenter, leistungsfähiger und effizienter Infrastruktur kapitalintensiv und wenig profitabel, es droht eine immense Konsolidierungswelle, insbesondere in Kalifornien
- zur Vermeidung von Spitzenlasten und Blackouts deutet in den USA alles auf gesteuertes Laden und automatisierte Verteilnetze, insbesondere auch hinsichtlich der Rückspeisung, mit den entsprechenden Bedarfen nach Soft- und Hardware