

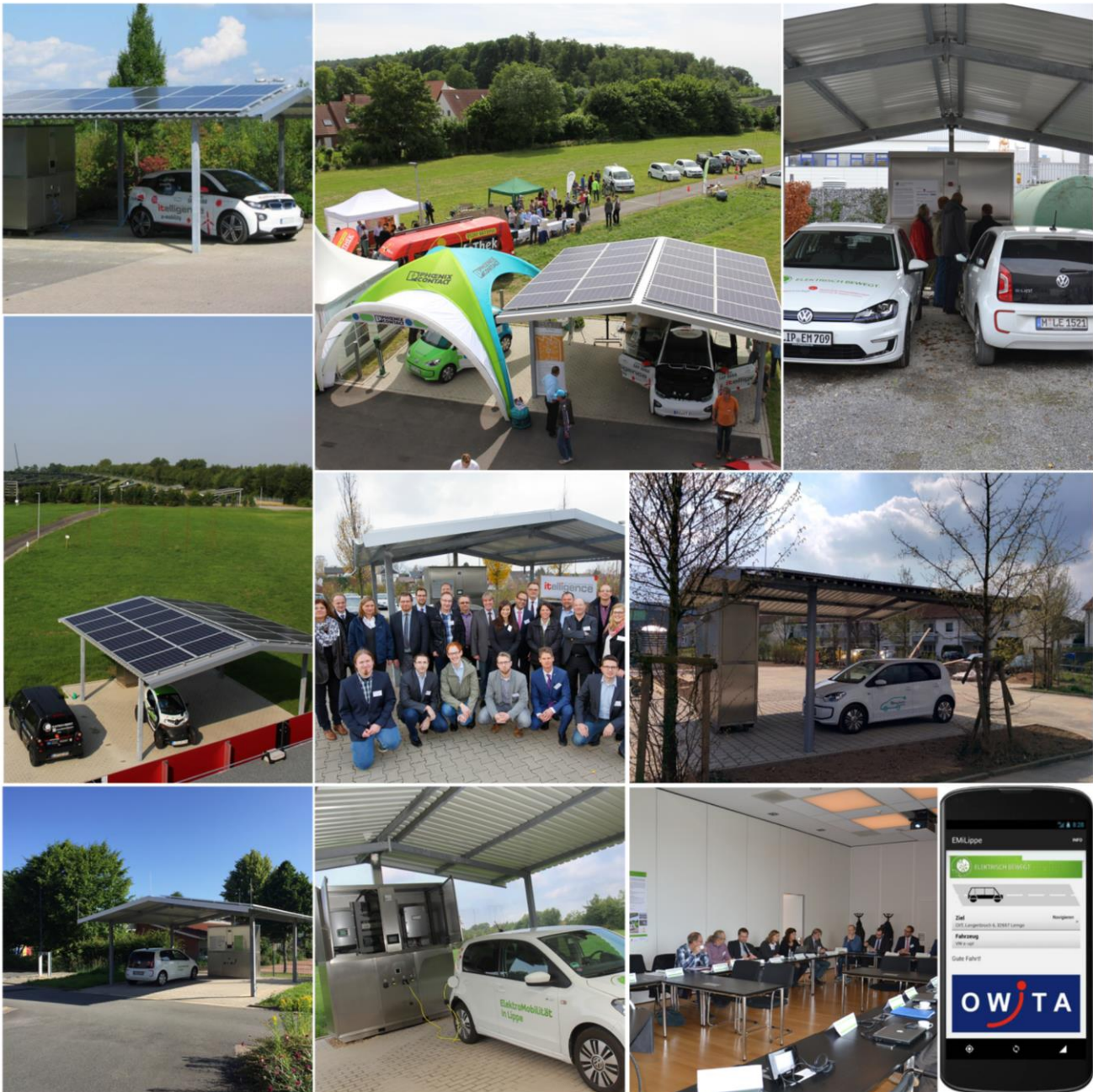


ELEKTRISCH BEWEGT

EMiLippe

„EMiLippe - Zusammenführung von Elektromobilität und Erneuerbare Energie für intelligente Wirtschaftsverkehre im Ländlichen Raum durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)

Abschlussbericht



gefördert durch



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Projektpartner:



Kreis Lippe Der Landrat, Detmold

Phoenix Contact E-Mobility GmbH, Schieder-Schwalenberg

Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho

itelligence AG, Bielefeld

assoziierte Projektpartner:



Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo

inIT – Institut für industrielle Informationstechnik der Hochschule OWL, Lemgo

Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), Lemgo

OWITA – Ostwestfälisches Institut für Innovative Technologien in der Automatisierungstechnik GmbH, Lemgo

Kreis Lippe Der Landrat:

Phoenix Contact E-Mobility GmbH:

Herbert Kannegiesser GmbH:

itelligence AG:

Förderkennzeichen 16EM1092, 16EM1102

Förderkennzeichen 16EM1093

Förderkennzeichen 16EM1095

Förderkennzeichen 16EM1096

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	XII
Abkürzungsverzeichnis	XIII
Symbolverzeichnis	XVI
Glossar	XVII
Executive Summary	XXI
1. Einleitung	1
1.1 Das Dokument im Überblick	1
1.2 Zuordnung der Verantwortlichkeiten der Komponentenbearbeitung	3
2. Fallbeispiel (Kernprozess)	4
2.1 Architekturentwurf	5
2.2 Storyboard	6
3. Spezifikation Gesamtsystem	16
3.1 Energiestellplatz (ESP)	16
3.1.1 Solar-Carports	24
3.1.1.1 Aktuelle Diskussion zu Photovoltaikanlagen auf Stellplätzen	24
3.1.1.2 Akzeptanz von Photovoltaikanlagen auf Stellplätzen	25
3.1.1.3 PV-Solarmodule im Projekt EMiLippe	25
3.1.1.4 Erhöhung der Energieausbeute der PV-Solarmodule	33
3.1.1.5 Rechtlicher Rahmen	44
3.1.1.6 Baugenehmigungsverfahren für Solar-Carports	45
3.1.1.7 Struktur, Potenzial und technische Auslegung der Carports im Testumfeld EMiLippe	47
3.1.1.8 Struktur und Aufbau des Testumfelds	55
3.1.2 Speicher	62
3.1.3 Ladesäule	68
3.1.3.1 Standards zur Kommunikation Ladesäule (ESP-EMS) und Fahrzeug	69
3.1.3.1.1 DIN IEC 61851-1	69
3.1.3.1.2 DIN SPEC 70121	72
3.1.3.1.3 ISO/IEC 15118	77
3.1.3.1.4 Fazit zu den Kommunikationsstandards zwischen ESP-EMS und Fahrzeug	82
3.1.3.2 Umsetzung AC-Ladetechnik	84
3.1.3.3 Umsetzung DC-Ladetechnik	89

3.2	Mobilitätsmanagementsystem (MMS).....	101
3.2.1	Unternehmens-MMS (U-MMS)	102
3.2.2	Globales-MMS (G-MMS).....	111
3.2.3	Berechnung des Energiebedarfs und der Reichweite eines elektrischen Fahrzeugs	111
3.2.3.1	Berechnung des Energieverbrauchs und der Reichweite bei vorgegebenem Fahrprofil	112
3.2.3.2	Fahrprofil	117
3.3	Energiemanagementsystem (EMS).....	122
3.3.1	Energiestellplatz-EMS (ESP-EMS)	124
3.3.2	Analyse von Standards zur Kommunikation Ladesäule (ESP-EMS) und MMS	128
3.3.2.1	OCPP v1.5.....	128
3.3.2.2	OCPP v2.....	130
3.3.2.2.1	Konzeptionelle Kommunikationsschnittstelle.....	130
3.3.2.3	OData	132
3.3.2.4	Hubject	134
3.3.2.5	Fazit zur Analyse von Kommunikationsstandards zwischen ESP-EMS und MMS.....	134
3.3.3	Definition der optimalen Ladeplanung (Smart Charging)	135
3.3.4	Niederlassungs-EMS (N-EMS).....	138
3.3.5	Energiedaten.....	139
3.4	On-Board-Unit (OBU)	141
3.4.1	Datenschutzrechtlicher Rahmen	141
3.4.2	Funktionen der On-Board-Unit.....	143
3.4.3	Datenlogging.....	147
3.4.4	Fahrzeugöffnung	147
4.	Gabelstapler als zusätzliche Energiespeicher	148
5.	Auswertung Feldversuche	155
5.1	Ablauf Feldversuch	155
5.2	Dienstvereinbarung Kreis Lippe über den Betrieb der Elektrofahrzeuge und „On-Board-Units“	156
5.2.1	Rechtlicher Rahmen	157
5.2.2	Erläuterung zur Dienstvereinbarung	159
5.2.3	Vorbemerkung	159
5.2.4	Gegenstand und Geltungsbereich der Dienstvereinbarung	160
5.2.5	Zielsetzung der Dienstvereinbarung	160
5.2.6	Systemtechnik	160
5.2.7	Fahrtenbuch und Datenvereinbarung	161
5.2.8	Leistungs- und Verhaltenskontrolle, Datenschutzrechte	161
5.2.9	Leistungs- und Verhaltenskontrolle, Datenschutzrechte	162
5.2.10	Überprüfungsrecht des Personalrats.....	162

5.3	Erkenntnisse aus der Datenerfassung klassischer Nutzfahrzeuge.....	162
5.3.1	Datenerfassung herkömmlich betriebener Fahrzeuge beim Kreis Lippe.....	162
5.3.2	Datenerfassung herkömmlich betriebener Fahrzeuge bei Kannegiesser	163
5.4	Auswertung der Befragung, Eindrücke aus dem Feldtest.....	165
5.5	Auswertung der erhobenen Daten (MMS – Buchungsportal)	170
5.5.1	Gesamtauswertung	170
5.5.2	Kreis Lippe.....	174
5.5.3	Itelligence.....	175
5.5.4	Hochschule Ostwestfalen-Lippe	177
5.5.5	Fraunhofer IOSB-INA	179
5.5.6	inIT.....	181
5.5.7	Kannegiesser	182
5.6	Statistiken vom ESP-EMS	183
5.7	Exkurs: Staplerladung durch Kannegiesser und OWITA	186
5.8	Erkenntnisse aus dem MMS (Buchungsportal) und Nutzerbefragung	189
5.9	Bewertung der einzelnen Komponenten/Produkte	190
5.9.1	MMS durch itelligence.....	190
5.9.2	OBU durch OWITA.....	191
5.9.3	Energiestellplatz durch Kannegiesser	192
5.9.4	AC u. DC Ladetechnik durch Phoenix Contact	193
5.9.5	Exkurs: Standortanalyse zur Positionierung von e-Car-Ladesäulen im Kreis Lippe für mögliches Roll-out	194
5.9.5.1	Einführung in die Vorgehensweise	194
5.9.5.2	Kernergebnisse	196
5.9.5.3	Vorbereitende Arbeiten	196
5.9.5.4	Erläuterung der Analyseschritte nach Untersuchungskriterien.....	197
5.9.5.5	Fazit zur Standortanalyse „EMiLippe“	204
5.9.5.6	Anknüpfungspunkte zu weiterführenden Forschungen	206
6.	Begleitforschungen.....	208
6.1	Rechtliche und steuerliche Varianten der Verstetigung des EMiLippe- Ansatzes im Kreis Lippe	208
6.1.1	Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlung des Gutachtens.....	208
6.1.2	Fortführung des Status quo	208
6.1.3	Pflichten nach der LSV	209
6.1.4	Notwendige Verträge im Zusammenhang mit dem Netzanschluss und der Anschlussnutzung	210
6.1.4.1	Gestattungsvertrag mit Betreiber der Kundenanlage	210
6.1.4.2	Anschlussnutzungsvertrag mit Netzbetreiber	210
6.1.5	Stromleistungsbeziehungen und Vertragsgestaltung	211
6.1.5.1	Pflichten nach dem EnWG, dem EEG und dem StromStG	211
6.1.5.2	Pflichten des Mobilitätanbieters.....	212

6.1.5.2.1	Mobilitätsverträge und technische Umsetzung.....	212
6.1.5.2.2	Pflichten nach EnWG, EEG und StromStG	213
6.1.5.3	Energieversorgung der Energiestellplätze	215
6.1.5.4	Umgang mit Überschussstrommengen	215
6.1.6	EEG-Eigenversorgung	216
6.1.7	Messkonzept.....	217
6.1.7.1	Erfassung Ladestrommenge	217
6.1.7.2	Erfassung Strommengen bei Energiebelieferung durch Dritten an Energiestellplatz	217
6.1.7.3	Erfassung kaufmännisch-bilanzieller Ausspeisung	217
6.1.7.4	EEG-Eigenversorgung	218
6.1.7.5	Zusammenfassung.....	219
6.1.8	Zusammenfassung zum Steuerrecht.....	220
6.2	Übertragung auf einen Dienstleister	221
6.3	Bewertung der Umwelteffizienz	223
6.3.1	Einleitung	223
6.3.2	Arbeitsmodell.....	223
6.3.3	Energieflussmodell.....	225
6.3.4	Quantifizierung der Energieflüsse während der Nutzung.....	228
6.3.5	Umweltwirkungen.....	229
6.3.5.1	Betrachtete Umweltwirkungskategorien.....	229
6.3.5.1.1	Kumulierter Energieaufwand (KEA).....	229
6.3.5.2	Treibhausgaspotenzial (CO ₂ -Äquivalent)	230
6.3.5.3	Versauerungspotenzial (SO ₂ -Äquivalent).....	231
6.3.5.4	Stickstoffoxide (NO _x).....	231
6.3.6	Weitere Umweltwirkungskategorien	232
6.3.7	Messdaten.....	232
6.3.8	Berechnung	237
6.3.8.1	Herstellung	237
6.3.8.1.1	Kumulierter Energieaufwand (KEA).....	240
6.3.8.2	Grid-Wechselwirkungen	240
6.3.8.3	Mobilitäts-Management-System	243
6.3.9	Bewertung der Ergebnisse	245
6.4	Bewertung der regional-ökonomischen Wirkungen	246
6.4.1	Analyseebenen	246
6.4.2	Tangible regionalökonomische Wirkungen: Direkte, indirekte und induzierte Effekte	247
7.	Marketing und Öffentlichkeitsarbeit	261
7.1	Marketing	261
7.2	Veranstaltungen, Symposien.....	269
7.3	Publikationen	272

8.	Sonstiges	273
8.1	Ad-hoc-Verwendung	273
8.2	Konzept automatische Anmeldung (Auto-Discovery)	273
8.2.1	Fahrzeug Plug-And-Charge via IEC 15118	273
8.2.2	ESP-EMS Inbetriebnahme	274
8.2.3	Fazit zum Konzept der automatischen Anmeldung	276
8.3	Automatische An- / Abmeldung Ladesäule	276
8.4	Ad-hoc Ladung	278
9.	Gesamtfazit	279
10.	Ausblick	282
	Anhang	XXIII
	Verwendungsnachweise	XCVI
	Literaturverzeichnis	XCVII
	Team „EMiLippe“	XCIX
	Impressum	C

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Elektromobilität und erneuerbare Energie für Wirtschaftsverkehre	1
Abbildung 2: Entwurf Gesamtarchitektur EMiLippe.....	5
Abbildung 3: Zeitplanung der Reservierung von Mitarbeiter ‚A‘	9
Abbildung 4: Verschobene Zeitachse durch Lastvermeidung für die Reise von Mitarbeiter ‚A‘	12
Abbildung 5: Fahrplanänderung durch Stau	14
Abbildung 6: Elemente des Energiestellplatzes	16
Abbildung 7: Übersicht Verschaltung und Vernetzung des ESP	17
Abbildung 8: Messwerte des zusätzlichen Messsystems (imaginäre Messwerte)	22
Abbildung 9: Abhängigkeit des Emissionsgrads von Glas vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen	27
Abbildung 10: PV-Modul, Dachneigung, Einfallswinkel - Relative Ertragsersparnis gegenüber der optimalen Ausrichtung	28
Abbildung 11: Wirkungsgrad der Solarmodule	28
Abbildung 12: Sonnenstandsdiagramm bei Breitengrad 51° nördlicher Breite	29
Abbildung 13: Sonnenstandsdiagramm für alle Orte bei 49° nördlicher Breite	30
Abbildung 14: Produktübersicht Viessmann "Vitovolt 300 P250 PGHA"	31
Abbildung 15: Technische Angaben Viessmann "Vitovolt 300 P250 PGHA"	31
Abbildung 16: Konstruktionsdaten Viessmann "Vitovolt 300 P250 PGHA"	32
Abbildung 17: Solarmodule auf dem Prototyp des Energiestellplatzes bei der Firma Kannegiesser	32
Abbildung 18: Mögliche Erträge im Bezug zur Himmelsrichtung	33
Abbildung 19: Diagramme zum LINAK Aktuator LA36 mit 24 V bzw. 36 V Motor	34
Abbildung 20: Sonnennachführungsmehrertrag	35
Abbildung 21: Schematische Darstellung von PV-Modulen	36
Abbildung 22: PV-Modul-Halterung TECNOSUNSOLAR "ECHOCHAMP ST 3000"	38
Abbildung 23: Halterung für mehrere PV-Module	38
Abbildung 24: Tracker-System "SunCarrier 160"	39
Abbildung 25: Temperaturabhängiges Kennlinienfeld eines Solarmoduls am Beispiel von Shell "SP 140"	40
Abbildung 26: Produktübersicht zu einer Windturbine mit vertikaler Achse.....	44
Abbildung 27: Sequenzdiagramm Baugenehmigungsverfahren	46
Abbildung 28: Beispielhaftes Solar-Carport	48
Abbildung 29: Konstruktionszeichnung eines Solar-Carports im Querschnitt.....	48
Abbildung 30: Frontansicht eines Solar-Carports	49
Abbildung 31: Frontansicht eines Solar-Carports	50
Abbildung 32: Seitenansicht eines Solar-Carports.....	51
Abbildung 33: Grundriss zum Doppel-Solar-Carport im Projekt „EMiLippe“	53
Abbildung 34: Frontansicht zum Doppel-Solar-Carport im Projekt „EMiLippe“	54
Abbildung 35: Westansicht zum Doppel-Solar-Carport im Projekt „EMiLippe“	54

Abbildung 36: Aufbau des Prototypens auf dem Firmengelände der Herbert Kannegiesser GmbH.....	55
Abbildung 37: 1. Carport - Fa. Kannegiesser (Vlotho).....	56
Abbildung 38: Messdatenerfassung (Oberfläche).....	57
Abbildung 39: Fundamentbau am Carport in Dörentrup-Wendlinghausen	57
Abbildung 40: Gerüstaufbau am Carport in Dörentrup-Wendlinghausen	58
Abbildung 41: Carport – Innovationszentrum in Dörentrup	58
Abbildung 42: Carport – itelligence (Bielefeld).....	59
Abbildung 43: Carport – Centrum Industrial IT (Lemgo)	59
Abbildung 44: Carport – Fundamentarbeiten am Kreishaus (Detmold)	60
Abbildung 45: Carport – Aufbau des Schaltschranks am Kreishaus (Detmold).....	60
Abbildung 46: Carport – Aufbau des Schaltschranks an der Hochschule OWL (Detmold).....	61
Abbildung 47: Carport – Carportanlage nach Abschluss der Baumaßnahme an der Hochschule OWL (Detmold)	61
Abbildung 48: Vergleich von Leistungs- und Energiedichte einiger Energiespeicher (Ragone-Diagramm)	63
Abbildung 49: LiFePO ₄ System Olivine von Sony (Stromspeicher Modul und Controler mit Speicher Modulen).....	64
Abbildung 50: Skizze zum Steuerschrank im Projekt "EMiLippe"	65
Abbildung 51: Montage des Steuerschranks im Projekt "EMiLippe"	66
Abbildung 52: Steuerschrank (Prototyp) am Standort Kannegiesser ohne mittlere untere Steckwand.....	66
Abbildung 53: Aktuelle Ausführung vom Steuerschrank nach dem Re-Design.....	67
Abbildung 54: Control Pilot (CP) Funktion nach IEC 61851-1, Annex A	70
Abbildung 55: Zeitliche Abfolge der Protokolle.....	73
Abbildung 56: V2G Protocol Data Unit mit Header und Payload	74
Abbildung 57: V2G Header (Bytes).....	74
Abbildung 58: Protokoll-Stack der DIN SPEC 70121 (chronologisch).....	75
Abbildung 59: Nutzdaten eines SECC Discovery Response (Bytes).....	76
Abbildung 60: Informationsaustausch zwischen EVCC und SECC	77
Abbildung 61: Funktion-Gruppen der High Level Kommunikation.....	78
Abbildung 62: ISO/IEC 15118 im ISO/OSI Modell	82
Abbildung 63: Montageplatte mit Schutz- und Schaltgeräten sowie Ladesteuerung.....	85
Abbildung 64: Prinzipskizze AC-Ladepunkt mit Peripheriegeräten.....	86
Abbildung 65: Outdoor Panel PC mit vandalismussicherem Touch-Display	87
Abbildung 66: RFID-Leser ID MAX50.10-RE	87
Abbildung 67: Insys Powerline Modem für die Kommunikation nach ISO15118....	88
Abbildung 68: Verbindung des Insys Powerline Modem mit der Mode 3 Ladesteuerung.....	88
Abbildung 69: Topologie eines DC-Ladesystems gem. Combined Charging System	90
Abbildung 70: Labormuster zur Erarbeitung der Technologie des DC-Ladens	91
Abbildung 71: Schaltschrank für den Testaufbau der DC-Ladestation	92

Abbildung 72: Erweiterung des Labor-Lösungskonzeptes um PxC-Komponente „E-Mobility SPS“	93
Abbildung 73: Erweiterung des Labor-Lösungskonzeptes um PxC-Komponente „E-Mobility SPS“	94
Abbildung 74: Modulares Leistungselektronikkonzept für DC-Ladestation	95
Abbildung 75: Blockschaltbild Powermodul	96
Abbildung 76: LAB-HP 15600 Active Front End.....	97
Abbildung 77: Leistungselektronik-Einheit mit 3 Einzelmodulen.....	97
Abbildung 78: Topologie der Kommunikationsstrecke	98
Abbildung 79: 15kW Leistungselektronik der Fa. PowerInnovations	99
Abbildung 80: Aufbau des MMS	102
Abbildung 81: Datenfluss im MMS	104
Abbildung 82: Zielarchitektur (Umsetzung)	106
Abbildung 83: Einfluss von Rollreibung und Luftwiderstand bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten	115
Abbildung 84: Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ)	117
Abbildung 85: Energiemanagementsystem (EMS)	122
Abbildung 86: Übersicht über die Komponenten die mit dem ESP-EMS interagieren sowie die dabei ausgetauschten Informationen	124
Abbildung 87: Softwarearchitektur der ESP-EMS Anwendung.....	125
Abbildung 88: Die Benutzeroberfläche auf dem Touchpanel an den Carports	126
Abbildung 89: Anzeige wenn nach dem Anstecken des Fahrzeugs das Vorhalten einer RFID Karte benötigt wird.....	127
Abbildung 90: Auswahl des Lademodus bei einer ungeplanten AdHoc Ladung	128
Abbildung 91: Datenstruktur eines aktuellen Ladevorgangs	132
Abbildung 92: Datenstruktur der Carportinformation.....	132
Abbildung 93: Datenformat der Ladepunktinformation	132
Abbildung 94: Architektur des OData basierten Kommunikationsdienstes	134
Abbildung 95: Architektur des OCPPv2 basierten Kommunikationsdienstes.....	135
Abbildung 96: Ablauf des Smart Charging Planungsalgorithmus	136
Abbildung 97: Vergleich zwischen einem Standard-Ladevorgang und einem mit dem "Smart Charging Algorithmus" geplanten Ladevorgang.....	137
Abbildung 98: Hauptbildschirm der OBU	145
Abbildung 99: Abfrage zur weiteren Fahrzeugbelegung	145
Abbildung 100: Abfrage zur weiteren Fahrzeugbelegung im Sperrbildschirm	146
Abbildung 101: Abfrage zur Übermittlung der Restreichweite	146
Abbildung 102: Ladegerätestecker REMA 160 A (Buchse).....	149
Abbildung 103: Benutzeroberfläche	150
Abbildung 104: Energiestellplatz mit der Erweiterung um zusätzliche Energiespeicher	151
Abbildung 105: Kommunikationstechnischer Aufbau des Systems	154
Abbildung 106: Verteilung der registrierten Fahrer.....	156
Abbildung 107: Verteilung der Fahrvorgänge nach km-Gruppen	163

Abbildung 108: Verteilung der Fahrten nach zeitlicher Dauer, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.09.2015	164
Abbildung 109: Verteilung der Länge der Fahrtstrecke, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.09.2015	165
Abbildung 110: Erfahrung mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen	166
Abbildung 111: Einstellungen der Teilnehmer (1. Welle)	167
Abbildung 112: Einstellungen der Teilnehmer 2 (1. Welle)	168
Abbildung 113: Häufigkeit der Benutzung des Buchungsportals	169
Abbildung 114: Probleme Buchungsportal	170
Abbildung 115: Anzahl der gebuchten Reisen	171
Abbildung 116: Anzahl der gebuchten Reisen	171
Abbildung 117: Anzahl der gebuchten Reisen	172
Abbildung 118: Ladungen pro Carport	173
Abbildung 119: Frequentierung der zurückgelegten Strecken im Feldtest	173
Abbildung 120: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports	174
Abbildung 121: Frequentierung der Ziele anhand der gebuchten Fahrten	174
Abbildung 122: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule	175
Abbildung 123: Häufigkeit der Fahrzeuge beim Kreis Lippe	175
Abbildung 124: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports bei itelligence	176
Abbildung 125: Frequentierung der Ziele anhand der gebuchten Fahrten	176
Abbildung 126: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule	177
Abbildung 127: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports bei Hochschule OWL	178
Abbildung 128: Häufigkeit der Fahrzeuge bei Hochschule OWL	178
Abbildung 129: Frequentierung der Ziele anhand der gebuchten Fahrten	179
Abbildung 130: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule	179
Abbildung 131: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports bei Fraunhofer IOSB-INA	180
Abbildung 132: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule	180
Abbildung 133: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports beim inIT	181
Abbildung 134: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule	181
Abbildung 135: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule	182
Abbildung 136: Vergleich zurückgelegte Kilometer (Fahrzeug bezogen)	182
Abbildung 137: Verteilung der Lademenge der aufgezeichneten Ladevorgänge	183
Abbildung 138: Anteil an eigenerzeugter und netzbezogener Energie bei den Ladevorgängen	184
Abbildung 139: Verteilung des Green-Energy-Ratios über das Jahr	185
Abbildung 140: Verteilung der Ladungen, gruppiert nach dem Green-Energy-Ratio	185
Abbildung 141: Display des Energiestellplatz, Netzbezug ca. 2 kW, Stapler 0 W..	186
Abbildung 142: Ansicht des Displays der Stapleranbindung, Rückspeisung ist aktiv	187

Abbildung 143: Display des Energiestellplatz, Netzbezug ca. 0,65 kW und Staplerrückspeisung ca. 1,35 kW	187
Abbildung 144: Schwingen der Energieentnahme aus der Staplerbatterie	188
Abbildung 145: Darstellung aller 424 potentiellen Ladesäulenstandorte nach dem Kriterium: Lage in einem Siedlungsgebiet	197
Abbildung 146: Kritische Zonen der Entscheidungsfindung über Zwischenladung zwischen 40km & 60km: Ausgangspunkt Detmold (links) und Bielefeld (rechts)	198
Abbildung 147: Kritische Zonen der Entscheidungsfindung über Zwischenladung zwischen 40km & 60km: Ausgangspunkte Bad Pyrmont (links), Höxter (mitte) und Vlotho (rechts)	199
Abbildung 148: Routenabweichung von 4km in Umgebung eines Unternehmensstandort	200
Abbildung 149: Daraus resultierende Standortzahl.....	200
Abbildung 150: Kürzeste-Wege-Routen von jedem Unternehmensstandort zu jedem anderen, einschließlich Frequenzabschätzung	201
Abbildung 151: Relevante Siedlungsbereiche an Kürzesten-Wege-Routen.....	202
Abbildung 152: Relevante Standorte an Kürzesten-Wege-Routen, die nicht durch Unternehmensstandorte abgedeckt sind	202
Abbildung 153: Lage und Gewichtung der relevanten Standorte nach Globalstrahlungspotentialen	203
Abbildung 154: Lage der relevanten Standorte nach Globalstrahlungspotentialen und Windgeschwindigkeiten	204
Abbildung 155: Betrachtung der globalstrahlungs-gewichteten Standorte im Kreis Lippe unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeiten.....	204
Abbildung 156: Standorte Bexterhagen und Liemen	205
Abbildung 157: Standorte Niedermeien und Kirchheiden	205
Abbildung 158: Darstellung der Energieflüsse	212
Abbildung 159: Messkonzept.....	218
Abbildung 160: Messkonzept im EEG-Eigenversorgungsmodell	219
Abbildung 161: Schematisches Zusammenwirken der im Projekt entwickelten Produkte.....	224
Abbildung 162: Arbeitsmodell "intelligenter Energiestellplatz"	225
Abbildung 163: vereinfachtes Energieflussmodell IES	227
Abbildung 164: Energieflüsse im Gesamtsystem während der Nutzung.....	228
Abbildung 165: Energieflüsse des intelligenten Energiestellplatzes der Firma itelligence.....	234
Abbildung 166: Energieflüsse des intelligenten Energiestellplatzes der Firma Kannegießer	235
Abbildung 167: Energieflüsse des intelligenten Energiestellplatzes des Landkreis Lippe	236
Abbildung 168: Residualmix BRD 2015 (AGEE, 2015)	241
Abbildung 169: Residualmix Lemgo 2016 (Stadtwerke Lemgo, 2016)	241
Abbildung 170: Entwicklung der elektrizitätsbedingten Emissionen des IES über die Lebensdauer	243
Abbildung 171: Anzahl der Mitfahrer bei realisierten Fahrten mit MMS	244

Abbildung 172: Screenshot von der Startseite www.elektrisch-bewegt.de	262
Abbildung 173: Screenshot von der Projektseite EMiLippe.....	263
Abbildung 174: Screenshot von der Website itelligencegroup.com/de/what-we-do/industrie-4-0/expertise-durch-forschung/	264
Abbildung 175: Seitenansicht der Beklebung am Beispiel. des E-UP! vom Kreis Lippe	265
Abbildung 176: Frontansicht der Beklebung am Beispiel. des E-UP! vom Kreis Lippe	265
Abbildung 177: Fahrzeug Beklebung E-Fahrzeug itelligence	266
Abbildung 178: Schaltschrank Beklebung am Innovationszentrum in Dörentrup...	266
Abbildung 179: Informationsflyer „EMiLippe“	267
Abbildung 180: Aufladung über Induktion	274
Abbildung 181: Konfiguration eines ESP-EMS mit einem einzelnen Ladepunkt und einem Zugang zum U-MMS	277

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Variantenvergleich der PV-Modul-Anordnung	26
Tabelle 2: Technische Daten zum Aktuator LINAK "LA36" mit 24 V bzw. 36 V Motor	35
Tabelle 3: Halterung und Nachführsystem für PV-Module	37
Tabelle 4: PV-Kombimodule, Aluminiumprofile und Solarhybridmodule	41
Tabelle 5: Grunddaten technische Ausstattung Solar-Carport Herbert Kannegiesser GmbH Variante 2	52
Tabelle 6: Technische Daten zum Stromspeicher Modul und zum Controller mit Speicher Modulen des LiFePO4 System Olivine von Sony	65
Tabelle 7: Zustände des Ladevorgangs nach IEC DIN 61851-1	71
Tabelle 8: V2G Payload Types	74
Tabelle 9: Übersicht über Messwerte und Einstellmöglichkeiten der im ESP verbauten Komponenten.....	139
Tabelle 10: Gruppierung der Fahrten nach zeitlicher Dauer, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.09.2015	164
Tabelle 11: Gruppierung der Fahrten nach Streckenlänge, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.06.2015	164
Tabelle 12: Pflichten nach dem EnWG, EEG und StromStG - Status quo	211
Tabelle 13: Versorgerpflichten nach dem StromStG	214
Tabelle 14: Global Warming Potentials ausgewählter Stoffe (UNFCCC, 2014).....	230
Tabelle 15: Versauerungspotenzial ausgewählter Stoffe (GHK, 2006)	231
Tabelle 16: Energiesaldo IES 200_400	235
Tabelle 17: Energiesaldo IES 159 Firma Kannegießer	236
Tabelle 18: Energiesaldo IES 16	237
Tabelle 19: Aufwände und Emissionen für die Herstellung eines IES	239
Tabelle 20: Summierte Herstellungsaufwände IES.....	239
Tabelle 21: Beispielhaft auf ein Jahr erweitertes Energiesaldo von IES 160	240
Tabelle 22: Summierte Emissionsfaktoren für verwendete Strommixe.....	241
Tabelle 23: Gegenwerte Energiesaldo.....	242
Tabelle 24: Eingesparte Emissionen gegenüber der Verwendung konventioneller Strommixe bei statischer Betrachtung	242
Tabelle 25: Einsparpotenzial von Emissionen gegenüber der Verwendung des bundesdeutschen Strommixes bei dynamischer Entwicklung bis 2046	243
Tabelle 26: Während der Projektlaufzeit eingesparte Emissionen durch MMS	244
Tabelle 27: Übersicht über die Wertschöpfungseffekte	249
Tabelle 28: Übersicht über die Beschäftigungseffekte.....	250
Tabelle 29: Übersicht über die Einkommenseffekte	250
Tabelle 30: Projektauftritte auf Veranstaltungen und Messen	271

Abkürzungsverzeichnis

ABAP	Advanced Business Application Programming (SAP)
Abs.	Absatz
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
App	Application (Smartphone-Anwendung)
BbgGStV	Brandenburgische Garagen- und Stellplatzverordnung
BgA	Betrieb gewerblicher Art
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
ca.	circa
CAN	Controller Area Network
CCS	Combined Charging System
DC	Direct Current (Gleichstrom)
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSL	Digital Subscriber Line
DSG NRW	Datenschutzgesetz Nordrhein-Westfalen
EA	Eingangs- und Ausgangsebene
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EM	Energiemanagement
EMS	Energiemanagementsystem
ESP	Energiestellplatz
ESP-EMS	Energiestellplatz-Energiemanagementsystem
etc.	et cetera
EVU	Energieversorgungsunternehmen
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
G-MMS	Globales Mobilitätsmanagementsystem
GPS	Global Positioning System
HANA DB	HANA Datenbank
HMI	Human-Machine-Interface
inkl.	inklusive
ILC	Inline-Controller
IPC	Industrie-PC

i.d.R.	in der Regel
KWA	Kleinwindkraftanlage
LAN	Local Area Network
LBO NRW	Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen
Li-Ion	Lithium-Ionen
LiFePo	Lithium-Eisenphosphat-Akkumulator
LKW	Lastkraftwagen
LPVG NRW	Landespersonalvertretungsgesetz Nordrhein-Westfalen
MMS	Mobilitätsmanagementsystem
MMS-App	Smartphone-Applikation zur Buchung von Fahrten
MPP	Maximum Power Point
N-MMS	Niederlassungs-Mobilitätsmanagementsystem
NFC	Near Field Communication
NRW	Nordrhein-Westfalen
OBU	On-Board-Unit
OBU-App	Smartphone-Applikation für die On-Board-Unit
OCPP	Open Charge Point Protocol
OPC-UA	OPC Unified Architecture
OWL	Ostwestfalen-Lippe
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
PW	Passwort
RFID	Radio-Frequency Identification
RoI	Return on Investment
RTU/TCP	Remote Terminal Unit / Transmission Control Protocol
SAP BIP	SAP Business Intelligence Platform
SAP SMP	SAP Mobile Platforms
sog.	so genannter
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
Stk.	Stück
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
THD	Total Harmonic Distortion
t.b.d.	to be developed (noch zu entwickeln)
U-MMS	Unternehmens-Mobilitätsmanagementsystem
USB	Universal Serial Bus

usw.	und so weiter
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
vgl.	Vergleiche
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
z.B.	zum Beispiel

Symbolverzeichnis

A	Ampère
Ah	Ampérestunde
B	Breite
cos	Cosinus
dd.	day (Tag)
H	Höhe
hPa	Hektopascal
Hz	Hertz
I	Stromstärke
kg	Kilogramm
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
L	Länge
m	Meter
m ²	Quadratmeter
max.	maximal
min.	minimal
mm	Millimeter
mm.	month (Monat)
P	Leistung
ph	PH-Wert / Säure-Wert
T	Tiefe
U	Spannung
V	Volt
W	Watt
Wh	Wattstunde
yy.	year (Jahr)
%	Prozent
°	Grad
°C	Grad Celsius
µm	Mikrometer
φ	Phi, Winkel der Sonneneinstrahlung
√	Quadratwurzel

Glossar

Ad-hoc-Verwendung

Eine Ad-hoc-Verwendung ist eine sehr kurzfristige Buchung ohne vorherige Reservierung. Beispiel: Bei einem Flurförderfahrzeug ist eine Ad-hoc-Buchung das Einsteigen und Inbetriebnahme des Fahrzeugs durch einen Fahrer.

Datenlogging

Datenlogging bezeichnet die Datenerfassung durch OBU, ESP-EMS. Menge und Art der Daten und deren zeitliche Auflösung können variieren.

Energiestellplatz (ESP)

Der Energiestellplatz ist der Zusammenschluss aus den Einzelkomponenten Doppelcarport, Ladesäule, Energiespeicher und regenerativer Energiewandlung. Die Einzelkomponenten sind dabei optional.

Energiemanagement (EM)

Das Energiemanagement koordiniert vorausschauend die Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderungen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen.¹

Energiemanagementsystem (EMS)

Das Energiemanagementsystem (EMS) ist ein Regelkreis, in dem ausgehend von Zielvorgaben eine Energieaufgabe erfüllt, das Ergebnis überprüft und bewertet wird. Erst auf Basis dieser Bewertung ist die Möglichkeit gegeben, die Zielvorgabe zu überprüfen und anzupassen bzw. die Optimierungskriterien zu benennen. Das EMS besteht aus Energiestellplatz-EMS (ESP-EMS) und Niederlassungs-EMS (N-EMS).

Energiestellplatz-EMS (ESP-EMS)

Das ESP-EMS hat die Zielvorgabe E-Fahrzeuge regenerativ zu laden. Hierzu werden Wandlung und Speicherung regenerativer Energie maximiert und die Entnahme von Energie aus dem Netz des EVU möglichst minimiert. Der Regelkreis des ESP-EMS enthält regenerative Wandlung, Speicherung, Energie des EVU, sowie Ladevorgänge von E-Fahrzeugen.

¹ vgl. VDI-Richtlinie VDI 4602. Beuth Verlag, Berlin 2007, S. 3.

Energiespeicher

Der Energiespeicher speichert regenerativ erzeugte Energie, wenn diese zur Verfügung steht und nicht in ein Fahrzeug geladen werden kann. Die gespeicherte Energie kann dann zu einem anderen Zeitpunkt zur Fahrzeugladung verwendet werden.

Energieversorgungsunternehmen (EVU)

Das EVU beliefert Unternehmen mit elektrischer Energie und kann ein Verteilungsnetz betreiben.

Geschwindigkeitsprofile

Geschwindigkeitsprofile beinhalten Informationen über die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs. Sie werden zur Berechnung der Fahrtzeit sowie der Reichweite verwendet.

Globales-MMS (G-MMS)

Das Globale-MMS ist mehreren Unternehmens-MMS überlagert und ermöglicht den Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Unternehmens-MMS. Das G-MMS wird zum Beispiel benötigt, wenn ein Fahrzeug eines Projektpartners bei einem anderen Projektpartner geladen werden soll.

Hsubject

Hsubject ist eine Roaming-Plattform für den vereinfachten Datenaustausch in der Ladeinfrastruktur im Rahmen der Elektromobilität. Es ermöglicht einen bundesweit einheitlichen Ladesäulen-Zugang und komfortablen Abrechnungsprozess unter den Teilnehmern.

Human-Machine-Interface (HMI)

Das Human-Machine-Interface (HMI) stellt die Schnittstelle zwischen Benutzer und Maschine da. Es ermöglicht dem Benutzer die Eingabe von Information und kann ebenfalls Information an den Benutzer ausgeben.

Kleinwindkraftanlage (KWA)

Eine allgemein geltende Definition von Kleinwindkraftanlagen gibt es nicht. Im Rahmen dieses Projekts ist eine Kleinwindkraftanlage als eine Windkraftanlage definiert, die klein genug ist, um auf dem Dach eines Carports oder eines Gebäudes in-

stalliert zu werden. KWAs sind in horizontaler und vertikaler Bauform realisierbar. Dabei gibt es jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile.

Lastspitze

Eine Lastspitze bezeichnet eine auftretende hohe Leistungsnachfrage im Stromnetz. Da Unternehmen häufig beim Überschreiten einer festgelegten maximalen Leistungsaufnahme einen deutlich höheren Strompreis zahlen müssen, ist es von großem Interesse Lastspitzen zu reduzieren oder gar zu vermeiden. Dies kann eine Zielvorgabe eines N-EMS sein.

Mobilitätsmanagementsystem (MMS)

Das Mobilitätsmanagementsystem verwaltet die Fahrzeugflotte eines Unternehmens und ermöglicht das Laden von Fahrzeugen bei Projektpartnern. Es ist in zwei Systeme unterteilt: Unternehmens-MMS und globales-MMS.

MMS-App

Smartphone-Applikation zur Kommunikation des Fahrers/Nutzers mit dem Buchungssystem.

Netzeinspeisung

Die Netzeinspeisung ist der Prozess in dem Energie in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Damit Netzeinspeisung möglich ist, muss ein rückspeisefähiger Umrichter vorhanden sein.

Niederlassungs-EMS (N-EMS)

Das N-EMS koordiniert die Wandlung, Speicherung und Nutzung von Energie der jeweiligen Niederlassung eines Unternehmens. Eine Zielvorgabe des N-EMS kann die Vermeidung von Lastspitzen durch sogenannten Lastabwurf sein.

On-Board-Unit (OBU)

Die On-Board Unit ist ein Gerät, welches sich im Fahrzeug befindet, diverse Fahrzeugdaten sammelt und kabellos an das Mobilitätsmanagementsystem (MMS) überträgt. Benutzer können die OBU mit Hilfe des Human-Machine-Interface (HMI) bedienen.

OBU-App

Smartphone-Applikation zur Bedienung der On-Board-Unit.

Regenerative Energiequelle

Als regenerative Energiequellen bezeichnet man die Quellen der nachhaltigen, sich stetig erneuernden Energien. Hierzu zählen insbesondere Solarenergie, Wasserkraft, Windenergie, Geothermie und Bioenergie.

Rückspeisung

Zur Netzstabilisierung wird aus den Speichern die Energie ins Netz gespeist. Zur Erhöhung der Öko-Bilanz wird die Energie eines Speichers ins Netz zurückgespeist.

Unternehmens-MMS (U-MMS)

Das Unternehmens-MMS ist das Mobilitätsmanagementsystem eines Unternehmens. Es verarbeitet Buchungen und erstellt Reservierungen sowie die Fahrpläne der einzelnen Fahrzeuge. Über eine Weboberfläche oder eine MMS-App auf einem mobilen Endgerät können Buchungen getätigt und diverse Informationen abgerufen werden. Den verschiedenen Nutzergruppen können unterschiedliche Zugriffsrechte zugewiesen werden. Das U-MMS plant und optimiert durch Analyse der anfallenden Daten die Nutzung der Fahrzeugflotte und stellt Abrechnungsdaten bereit.

Executive Summary

Der Ländliche Raum weist für die Mobilitätsanforderungen der Bewohner Besonderheiten auf, die sich von denen der Ballungsräume grundsätzlich unterscheiden. So ist beispielsweise die Zweitwagendichte hier signifikant höher als in Metropolregionen, und auch die gefahrene Kilometerzahl pro Pkw ist in ländlichen Gebieten höher als in urbanen Gebieten. Schlechtere Mobilitätsalternativen steigern die Bedeutung von Pkws in ländlichen Regionen im Gegensatz zu Städten zunehmend. Damit offenbaren sich unterschiedliche Mobilitätsmuster und -verhaltensweisen, die sowohl quantitativ als auch qualitativ eine intensive Berücksichtigung finden müssen in dem Bestreben der Bundesregierung, ihre Klimaschutzziele und ihre Ziele in Bezug auf den „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“ zu verwirklichen, u.a. bei der Implementierung von Infrastruktur in der Fläche der Region.

Diese Rahmenbedingungen gelten insbesondere auch für die **arbeitsbedingte Mobilität – die Wirtschaftsverkehre**. Unter Wirtschaftsverkehr sollen hier Mobilitätsanforderungen verstanden werden, die sich aufgrund einer regional verteilten Anordnung von Standorten eines Unternehmens und deren betrieblichen Erfordernissen ergeben. Auch dies ist gerade in der Gebietskulisse „Ländlicher Raum“ ein wichtiger Aspekt, da in verschiedenen Arbeitsbereichen (Industrie, Verwaltung, Bildung/Forschung) sehr oft verteilte Standorte zu bedienen sind und diese Verkehre durch Individualverkehre realisiert werden müssen.

Ziel des Projekts „EMiLippe“ (Elektromobilität in Lippe) ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im Ländlichen Raum, unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Akteure sind räumlich verteilte Unternehmen und Institutionen, die jeweils über eigene Elektrofahrzeugflotten verfügen. Diese Elektrofahrzeugflotten der einzelnen Akteure werden durch erneuerbare und möglichst auch eigenerzeugte Energie gespeist. Die besonderen Anforderungen in diesem Projekt ergeben sich auch dadurch, dass die Flottenfahrzeuge von Mitarbeitern an verschiedenen Standorten gemeinsam genutzt werden, und auf diese Weise eine hohe Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen räumlich und zeitlich zu gewährleisten ist.

Um den Anspruch eines hochverfügbaren Mobilitätssystems erfüllen zu können, muss deshalb für die E-Fahrzeugflotten der Akteure ein Roaming-Konzept installiert werden, das später auch Basis für ein übergreifendes Car-Sharing Konzept werden kann. Die Energie für die Fahrzeuge resultiert dabei zum einen aus bei den Unter-

nehmen und Institutionen vorhandenen eigenen, lokalen Mikro-Grids (eigene Energieerzeugungs-, -speicherungs- und Verbrauchseinheiten) oder zum anderen per Bezug von einem regionalen Energieerzeuger. Die dafür notwendigen Roaming-Konzepte für den Austausch von Energie zwischen den Mikro-Grids der Eigenenergieerzeuger untereinander sowie mit den regionalen Energieerzeugern als Ausgleich für fremdbezogenen Strom wurden auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) organisiert.² Dabei wird die Energiebilanz so gestaltet, dass der eingesetzte Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Zur Steuerung der Flotten und der Energieflüsse ist eine Leitwarte in den beteiligten Unternehmen und Institutionen geschaffen worden, mit der sowohl die Gesamtprozesse erfasst und optimiert, aber auch die Energie- und Mobilitätsanforderungen der Teilnehmer bedient. Hierfür wurde ein skalierbares und auch für **Unternehmenszusammenschlüsse** nutzbares Gesamtkonzept entwickelt. Deshalb sind die damit verbundenen spezifischen Themen wie die Buchung und die Mobilitätsplanung, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der energetischen Randbedingungen, mit vorgesehen. Die für dieses Szenario notwendigen Technologieentwicklungen erfolgten in diesem Projekt und werden ab Mitte Februar im Raum Ostwestfalen-Lippe im Feldtest demonstriert. Der Kreis Lippe stellt hierbei eine repräsentative Gebietskulisse für ländlich strukturierte Räume dar.

Das vorliegende Dokument skizziert die realisierte Gesamtarchitektur des zur Umsetzung des oben dargestellten Projektes entwickelten Systems und seiner Einzelkomponenten.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

² vgl. Marc Mültin, 2013, S. 56

1. Einleitung

Dieser Bericht dokumentiert und erläutert die im Projektverlauf realisierte Gesamtarchitektur des Verbundprojektes Elektromobilität in Lippe (Akronym „EMiLippe“). Ziel des Projekts war die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im Ländlichen Raum, unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Akteure hierbei waren räumlich verteilte Unternehmen und Institutionen, die jeweils über eigene Elektrofahrzeugflotten verfügen. Diese Elektrofahrzeugflotten der einzelnen Akteure sollten durch erneuerbare und möglichst auch eigenerzeugte Energie gespeist werden. Die besonderen Anforderungen in diesem Projekt ergaben sich auch dadurch, dass die Flottenfahrzeuge von Mitarbeitern an verschiedenen Standorten gemeinsam genutzt werden, und auf diese Weise eine hohe Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen räumlich und zeitlich zu gewährleisten war.

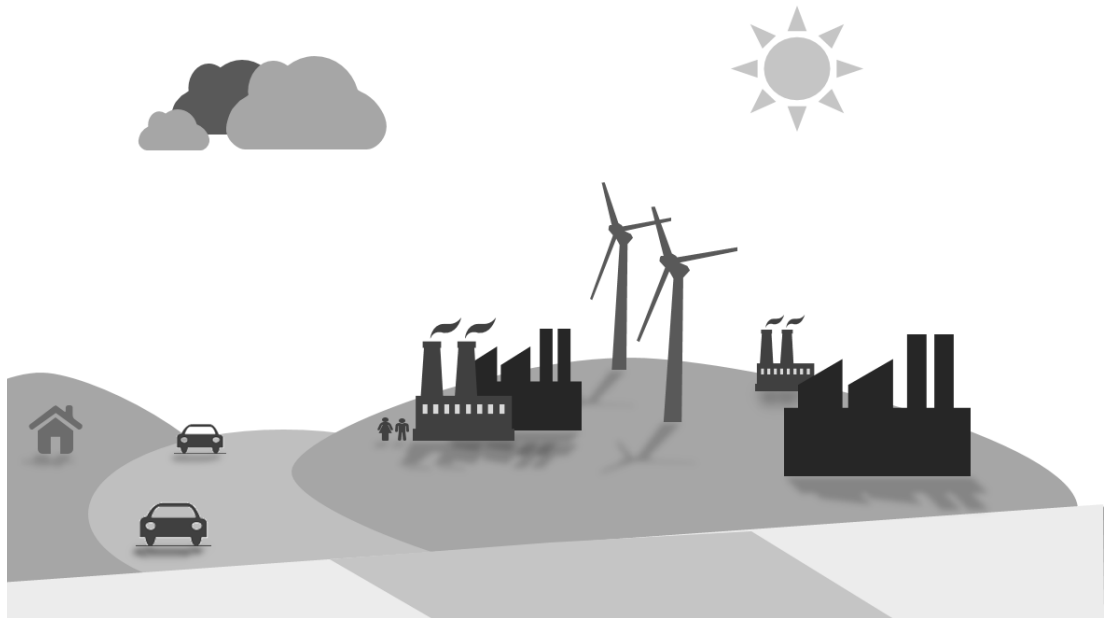


Abbildung 1: Elektromobilität und erneuerbare Energie für Wirtschaftsverkehre

1.1 Das Dokument im Überblick

Das Dokument beschreibt den im Projekt realisierten Status der einzelnen Systemkomponenten im Projekt „EMiLippe“. Es erläutert deren Funktion (und Nichtfunktion), Schnittstellen, Umsetzung und Verantwortlichkeiten.

Nach der Einführung werden in Kapitel 2 anhand eines konkreten Fallbeispiels im Rahmen eines Storyboards die gängigen Anwendungsfälle (sog. use cases) vermittelt sowie die Gesamtarchitektur des Projektes anhand von Systemelementen und Schnittstellen beschrieben.

In Kapitel 3 wird das Gesamtsystem spezifiziert, indem alle Systemelemente bzgl. Funktionalität, Abgrenzung, Umsetzung, bestehenden Schnittstellen und die entsprechenden Verantwortlichkeiten beschrieben werden. Letzteres führt dazu, dass dieses Dokument auch eine Rückschau auf das Lastenheft der beteiligten Organisationen darstellt. Kapitel 4 thematisiert die additive Anbindung von Staplern als mobile Speicher in das Gesamtsystem.

Kapitel 5 gibt einen Überblick über die Auswertung des Feldtestes sowohl aus Sicht der beteiligten Partner im Hinblick auf die einzelnen Komponenten als auch aus Sicht der Anwender / Nutzer mit einer Beurteilung des Gesamtsystems. Hierbei werden auch noch einmal Hinweise auf die Optimierung des Gesamtsystems hinsichtlich einer möglichen Marktreife und eines weitergreifenden Roll-outs zusammengefasst und dargestellt. In einem weiteren Exkurs werden die erarbeiteten Grundlagen für die Positionierungsgrundanforderungen für weitere Ladepunkte thematisiert.

Kapitel 6 stellt die Zusammenfassungen der Fachbewertungen zu den Bereichen rechtlicher und betriebswirtschaftlicher Rahmen, Umwelteffizienz sowie den regional-ökonomischen Wirkungen dar.

Kapitel 7 gibt einen Überblick über die Aktivitäten der Projektbeteiligten in den Bereichen Marketing und Öffentlichkeitsarbeit, d.h. zur Frage, welche Bestrebungen unternommen wurden, um das Thema sowohl der Fachwelt als auch einer breiteren Öffentlichkeit zu vermitteln. Kapitel 8 widmet sich den sonstigen die Themen, die im Projekt zwar betrachtet wurden, aber nicht Teil der Kernlösungen gewesen sind.

In Kapitel 9 wird das entwickelte System gesamthaft bewertet und einen abschließendes Fazit gezogen. Kapitel 10 gibt einen Ausblick dazu, inwiefern das System nach Projektende weitergenutzt werden wird und welche Ansätze für Folgeprojekte die beteiligten Projektpartner darstellbar sind.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

1.2 Zuordnung der Verantwortlichkeiten der Komponentenbearbeitung

Organisatorisch sind die einzelnen Abschnitte in den Kapiteln 3, 4 und 5 in die Unterpunkte „Funktionalität“, „Umsetzung“, „Abgrenzung“, „Schnittstellen“ und „Verantwortlichkeit“ unterteilt. Der Punkt „Verantwortlichkeit“ weist zum einen den für das jeweilige Thema verantwortlichen Partner sowie unter dem Zusatz „Liefert zu“ die Projektpartner aus, welche die verantwortliche Organisation unterstützten und an der Fertigstellung des jeweiligen Elementes entscheidend – zum Teil auch in den dokumentierten Unteraufträgen - mitgearbeitet haben. Zudem ist der federführende Verantwortliche i.d.R. redaktionell tätig gewesen und somit der führende Verfasser des jeweiligen Abschnittes in diesem Dokument.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

2. Fallbeispiel (Kernprozess)

Um die Inhalte des Projektes besser in ihrer Gesamtheit zu verstehen, werden zunächst in einem Fallbeispiel die Kernprozesse in der Anwendung beschrieben. Dies soll verdeutlichen, was mit dem Projekt möglich sein soll und wie die Bestandteile miteinander zusammenwirken. Anhand des Beispiels werden die Systemkomponenten grob skizziert, so dass die in dem Fallbeispiel genannten Vorgänge möglich sind.

2.1 Architekturdentwurf

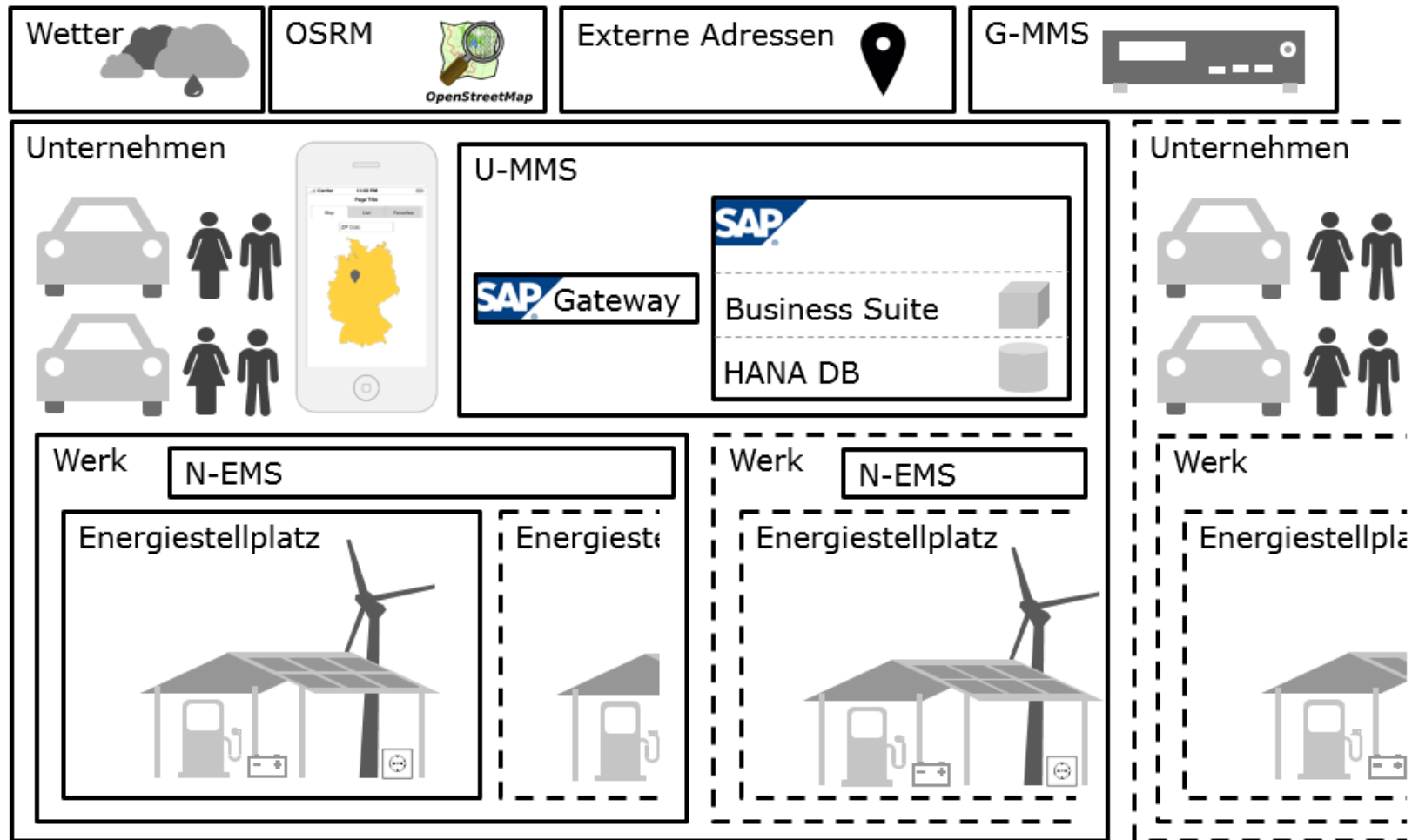


Abbildung 2: Entwurf Gesamtarchitektur EMiLippe

2.2 Storyboard

Mitarbeiter ‚A‘ und Mitarbeiterin ‚B‘ von Unternehmen 1 aus Schieder-Schwalenberg haben jeweils einen Termin am gleichen Tag bei Unternehmen 2.

Mitarbeiter ‚A‘ befindet sich in seinem Büro und möchte über die Weboberfläche des Unternehmens-MMS (U-MMS) die Reise, am dd.mm.yyyy, einen Tag im Voraus reservieren. ‚A‘ gibt seinen Benutzernamen und sein Passwort (PW) in der Eingabemaske der Weboberfläche ein. Er wählt den Bereich „Reservierungen“ aus. Er sieht in der Weboberfläche, dass er als Fahrer ausgewählt ist und bestätigt dies über den ‚Weiter‘-Button. Er wählt den Startort aus den möglichen Niederlassungen aus (hierbei ist es unwichtig, ob ein E-Fahrzeug oder Energiestellplatz prinzipiell in der Niederlassung verfügbar ist. Auch Pool-Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor werden einbezogen). Er wählt aus der Auswahlliste „Partner EMiLippe“ aus, um die möglichen Verbundpartner und die zugehörigen Zielorte angezeigt zu bekommen und wählt einen Zielort aus. Er gibt das Zieldatum und –zeitpunkt (11 Uhr) am Zielort ein. Die vorausgewählte Abweichzeit von +/- 60 min. bleibt unberührt. *[1. Anmerkung: Wenn Startort und Rückgabeort sich unterscheiden kann dieser gesondert eingegeben werden. Dieses wird im Kernprozess nicht betrachtet.]*

Er wählt das Rückreisedatum aus und gibt den voraussichtlichen Rückabfahrtszeitpunkt (15 Uhr) ein. Auch dabei bleibt die vorausgewählte Abweichzeit von +/- 60 min. unberührt. Über den ‚Weiter‘-Button gelangt er zu den ‚Reservierungsoptionen. ‚A‘ wählt den Default-Wert '0' für die Anzahl der Mitfahrer aus. Er entscheidet sich beim Zusatzgewicht und bei besonderem Platzbedarf nichts einzutragen. Da er zeitlich flexibel ist und umweltbewusst handeln möchte, setzt er bei ‚Mitfahrgelegenheiten in Ergebnisliste aufführen?‘ einen Haken. Er drückt den Button ‚Weiter‘. Die eingegebenen Daten werden über das Intranet an das U-MMS gesendet. Das U-MMS speichert die empfangenen Daten von ‚A‘ als Datensatz in der U-MMS-Datenbank ab.

In der U-MMS-Datenbank wird der Prozess wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben angestoßen und Mitarbeiter ‚A‘ wird die priorisierte Liste an möglichen Autos und Mitfahrgelegenheiten im Webbrowser angezeigt. Er sieht eine Mitfahrgelegenheit mit ‚B‘, die eine Woche zuvor über ein mobiles Endgerät ein Fahrzeug nach der gleichen Prozedur wie ‚A‘ reserviert hat, sowie ein E-Fahrzeug. Er wählt das E-Fahrzeug. Hätte ‚A‘ die Mitfahrgelegenheit mit ‚B‘ ausgewählt, wäre er über die Reservierungsbestätigung über die Kontaktdaten von ‚B‘ informiert worden. Die Auswahl von ‚A‘ wird in der U-MMS Datenbank gespeichert. Bei Bedarf erhält das Energiestellplatz-EMS (ESP-EMS) den Auftrag das gewählte Fahrzeug bis zum Startzeitpunkt um die notwendige Lademenge zu laden. Das U-MMS

sendet eine E-Mail an ‚A‘ mit der Reservierungsbestätigung. *Hinweis: Eine Reservierung ist keine Buchung!* Das U-MMS gibt über das globale MMS (G-MMS) die Reservierungsanfrage für einen Ladevorgang an das U-MMS des Zielunternehmens weiter. Hiermit ist der Reservierungsvorgang für ‚A‘ abgeschlossen.

Voraussichtlicher Fahrplan (Reservierung):

Voraussichtliche Abfahrt Uhrzeit 9:00

voraussichtliche Ankunftszeit 11:00

voraussichtliche Ladezeiten am Zielort 1:30

(aus Stammdaten des Fahrzeugs und des ESP-EMS am Zielort)

voraussichtlicher Rückfahrtzeitpunkt 15:00

voraussichtlicher Rückgabezeitpunkt 17:00

Zur Optimierung der erstellten Fahrpläne sammelt das U-MMS die Daten der On-Board-Units (OBU) und bestimmt kontinuierlich (der Begriff kontinuierlich wird in Kapitel 3.2.1 definiert, OBUs z.B. 1 Minute Intervall, U-MMS z.B. alle 15 min) über den aktuellen geografischen Standort jedes Fahrzeugs die wahrscheinlichen Zielzeitpunkte und die Rückgabezeitpunkte aller Fahrzeuge, prognostiziert den Ladezustand bei Rückgabe und berechnet die benötigte Ladedauer jedes Fahrzeugs. Das U-MMS vergleicht die bereits geplanten mit den neu berechneten (prognostizierten) Zeiten. Beim Vergleich des voraussichtlichen Ankunftszeitpunkts des E-Fahrzeugs, welches ‚A‘ reserviert hat, stellt das U-MMS eine Abweichung im Sinne einer Verspätung fest. ‚A‘ wird mitgeteilt, dass er eine Verspätung in Kauf nehmen oder ein Alternativ-Fahrzeug verwenden kann. Außerdem wird ihm wieder die Mitfahrgelegenheit mit ‚B‘ vorgeschlagen. ‚A‘ muss über den Browser eine Eingabe machen, wenn er ein Alternativ-Fahrzeug oder die Mitfahrgelegenheit mit ‚B‘ nutzen möchte, um pünktlich losfahren zu können. Insofern keine Eingabe durch ‚A‘ erfolgt, geht das U-MMS davon aus, dass die Reservierung bestehen bleibt. Die Planzeiten für die Reise von ‚A‘ werden ab der Bestätigung oder ab dem geplanten Startzeitpunkt aktualisiert. So wird der Prozess der Korrektur im nächsten Durchlauf berücksichtigt. ‚A‘ führt keine Eingabe durch.

Das System informiert Mitarbeiter ‚A‘ beim Eintreffen des bestellten Fahrzeugs mit einem zu dem Zeitpunkt gültigen Fahrplan:

Geänderter, aktueller Fahrplan:

Abfahrt Uhrzeit 9:30

voraussichtliche Ankunftszeit 11:30

Ladezeiten am Zielort 1:30

(aus Stammdaten des Fahrzeugs und des ESP-EMS am Zielort

[Lastmanagement berücksichtigen!])

Rückfahrtzeitpunkt 15:00

Rückgabezeitpunkt 17:00



Abbildung 3: Zeitplanung der Reservierung von Mitarbeiter ,A'

Die Information über die Veränderung / Verspätung wird über U-MMS an das G-MMS gesendet. Das G-MMS sendet die Informationen an das U-MMS des Partners und dieses leitet die Information an das entsprechende ESP-EMS am Zielort. Außerdem berechnet und optimiert das U-MMS des Unternehmens von Mitarbeiter ‚A‘ aufgrund der Verzögerung die betroffenen Fahrpläne anhand der Entfernung und des Geschwindigkeitsprofils der Fahrzeuge und des jeweiligen Fahrers und sendet die aktualisierten Fahrpläne an die jeweiligen Fahrer.

Das U-MMS informiert die beteiligte Person oder das beteiligte System zur Fahrzeugöffnung am Startort über die Verzögerung.

‚A‘ holt sich den Fahrzeugschlüssel und die Fahrzeugpapiere am Empfang ab. Die Fahrzeugübergabe wird von dem Empfangsmitarbeiter/der Empfangsmitarbeiterin im U-MMS registriert, um den Antritt der Fahrt auch bei ausgefallener OBU registrieren zu können. Ein Fahrtenbuch muss nicht per Hand ausgefüllt werden, da durch die OBU bereits alle notwendigen Informationen für ein elektronisches Fahrtenbuch vorhanden sind.

Mit Fahrtbeginn startet das Datenlogging der OBU. Die OBU sendet die ermittelten Werte regelmäßig an das U-MMS. Wenn keine Verbindung möglich ist, werden die Daten in der OBU zwischengespeichert. Die OBU erfasst die folgenden Daten: GPS, aktuelle Geschwindigkeit, aktuelle Beschleunigung, Drehbewegungen (x-, y- und z-Richtung), aktuelle Höhe über Normalnull, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, magnetische Feld und Helligkeit.

Das U-MMS berechnet aus den Daten der OBU die aktualisierte Ankunftszeit, Reichweite, Ladezustände usw. (wie in U-MMS-Aktualisierungsvorgang erläutert).

Mitarbeiter ‚A‘ kommt pünktlich laut Fahrplan am Ziel an. Er schließt sein Fahrzeug an der für ihn vorgesehenen Ladesäule (diese wird ihm über die Reservierungsoptionen und anschließende Reservierungsbestätigung per Email mitgeteilt) an.

Ladesäule und E-Fahrzeug kommunizieren via IEC15118 und übertragen Daten. Die Ladesäule übernimmt die Laderegulierung.

Beim Partner: ESP-EMS kommuniziert mit der Ladesäule und U-MMS. ESP-EMS plant die Ladung mit optimaler Ausnutzung eigener regenerativer Energie auf Basis folgender Punkte:

- Notwendige Ladungsmenge [kWh]
- Maximale Ladegeschwindigkeit (AC / DC)
- Speicherladezustand
- Momentan verfügbare regenerative Energie

Voraussichtliche Standdauer

Wettervorhersage für verfügbare regenerative Energie

Daten des Lastmanagements von N-EMS

Energiepreise

Um eine Lastspitze des Zielunternehmens zu vermeiden, wird durch das Niederlassungs-EMS (N-EMS) der Ladevorgang für 15 Minuten unterbrochen. Die Information zur Unterbrechung wird vom N-EMS via ESP-EMS an die entsprechende Ladesäule gesendet. Außerdem informiert das ESP-EMS das U-MMS und über das G-MMS das U-MMS des Unternehmens von ‚A‘. Das U-MMS des Unternehmens von ‚A‘ prüft, ob die Unterbrechung eine Auswirkung auf andere Fahrpläne hat. Dieses ist hier nicht der Fall, somit wird keine Aktion ausgeführt.

Fahrplan:

Abfahrt Uhrzeit 9:30

voraussichtliche Ankunftszeit 11:30

Ladezeiten am Zielort 1:45

(aus Stammdaten des Fahrzeugs und des ESP-EMS am Zielort)

[Lastmanagement berücksichtigen!]

Rückfahrtzeitpunkt 15:00

Rückgabezeitpunkt 17:00

‚A‘ beendet sein Meeting 30 Minuten früher als geplant und möchte die Rückfahrt antreten. Da der Ladevorgang abgeschlossen ist, kann ‚A‘ die Rückfahrt beginnen. Bei Fahrtbeginn startet erneut das Datenlogging durch die OBU. Die Datenverarbeitung läuft im Hintergrund weiter wie zuvor. Die Datenübertragung wird durch Ausfall der Funkverbindung der OBU unterbrochen. Das U-MMS reagiert erst auf den Ausfall der Funkverbindung, sobald der geplante Rückgabezeitpunkt überschritten ist und es somit sicher zu einer Verspätung kommt.

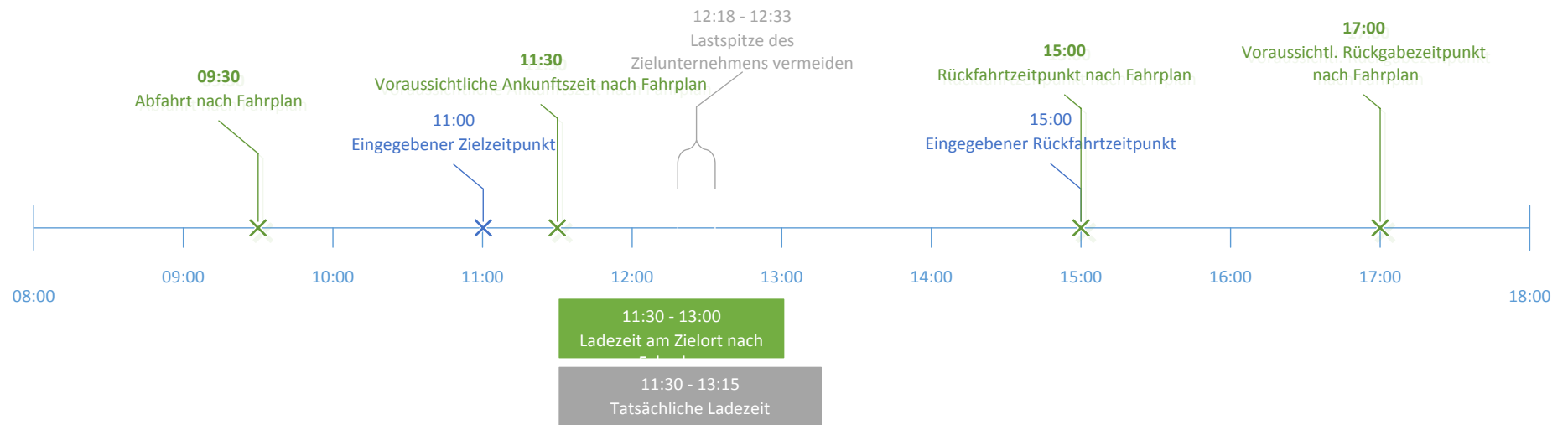


Abbildung 4: Verschobene Zeitachse durch Lastvermeidung für die Reise von Mitarbeiter ,A‘

„A“ fährt weiter und die Funkverbindung ist wieder verfügbar. Das U-MMS stellt fest, dass „A“ nicht die berechnete Distanz zurückgelegt hat („A“ stand im Stau) und aktualisiert den berechneten Rückgabezeitpunkt.

„A“ erreicht den Rückgabeort zum neu berechneten Rückgabezeitpunkt und schließt das Fahrzeug an der vorgesehenen Ladesäule (diese wird ihm über die Reservierungsoptionen und anschließende Reservierungsbestätigung per Email mitgeteilt) an. Die Reise ist abgeschlossen, sobald „A“ den Schlüssel bei dem Empfangsmitarbeiter/der Empfangsmitarbeiterin abgibt und dieser die Rückgabe im U-MMS quittiert. Im Normalfall erfolgt die Quittierung des Reiseendes bereits automatisch durch die Kommunikation zwischen ESP-EMS und U-MMS.

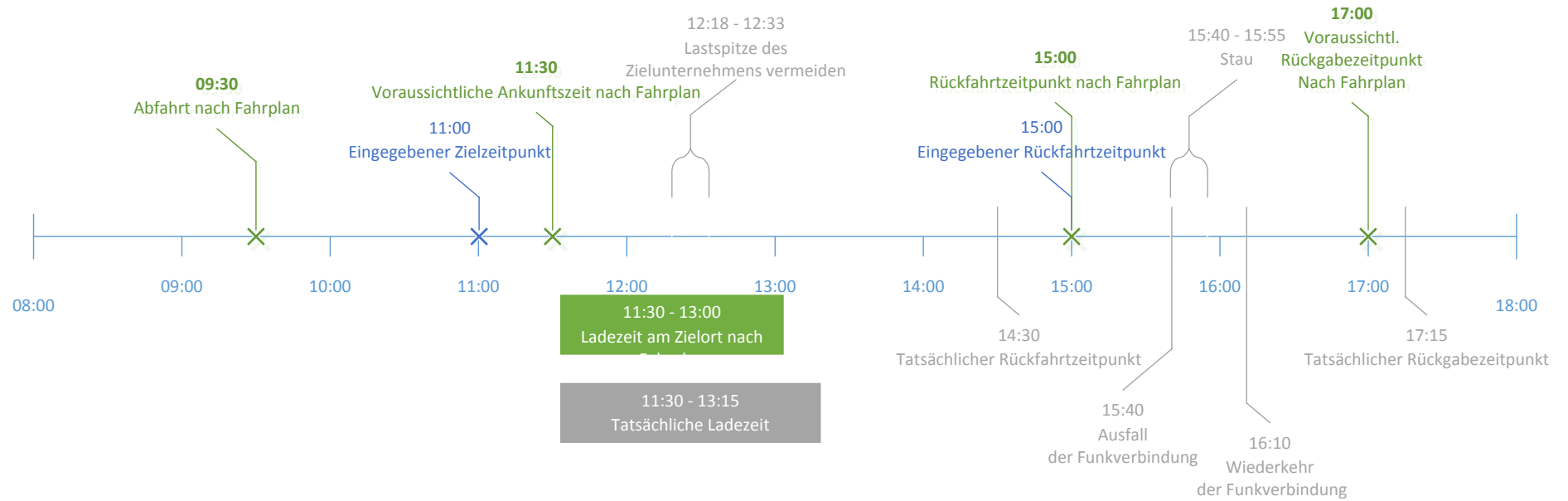


Abbildung 5: Fahrplanänderung durch Stau

Der Mitarbeiter ‚A‘ ist am nächsten Tag im Büro, meldet sich in der Weboberfläche des U-MMS an und betrachtet seine Reisedaten über das ‚Reisemanagement‘. Diese beinhalten die visualisierte gefahrene Route, Scoringwert (optional), aktuelle Brutto-reisedauer, Bruttoanwesenheit, usw.

Er hat die Möglichkeit, seine persönlichen Daten in seinem Stamblatt einzugeben bzw. zu ändern (z.B. bevorzugter Kommunikationsweg, Führerscheinklasse). Er hat Einsicht in die über ihn gespeicherten Daten (z.B. Fahrzeugberechtigungen, Fahrerprofil) indem er auf die Kachel ‚Fahrer‘ oder ‚Fahrzeuge‘ klickt.

Der ‚Fuhrparkmanager C‘ meldet sich an der Weboberfläche des U-MMS an und sieht ein Dashboard. Er erkennt, dass ein Fahrzeug zur Wartung muss und kann sich hierzu Details anzeigen lassen. Jedoch entscheidet er sich den Monatsbericht vorzubereiten. Dazu schaut er sich die Analyseseite an und wählt das aktuelle Quartal und eine Kostenstelle aus. Er sieht die Energiebilanz, die sich aus Eigenenergie, Fremdenergie von Partnerunternehmen, sowie vom EVU gelieferter Energie zusammensetzt. Diese Daten sind verfügbar, da das ESP-EMS mit U-MMS kommuniziert.

Der Fuhrparkmanager ‚Fuhrparkmanager C‘ trägt in der Stammdatensicht der Fahrzeuge das Wartungsdatum für ein Fahrzeug ein und legt ein neu erworbenes Fahrzeug an. Er gibt die Stammdaten des neu erworbenen Fahrzeugs in der Stammdatensicht ein. Der Fuhrparkmanager schaut sich den aktuellen Status, die Reservierungen und die aktuelle Energieerzeugung der Energiestellplätze in der Kachel ‚Ladepunkte‘ an. Er sieht die summierten angefallenen Energiekosten für die zur Verfügung gestellte Energie an Partner und die genutzte Energie von Partnern.

3. Spezifikation Gesamtsystem

Im dritten Kapitel sind die zentralen Elemente des in Abschnitt 2.1 entworfenen Gesamtsystems spezifiziert. Hierbei handelt es sich um den Energiestellplatz (ESP), das Mobilitätsmanagementsystem (MMS), das Energiemanagementsystem (EMS) und die On-Board-Units (OBU) in den Fahrzeugen.

3.1 Energiestellplatz (ESP)

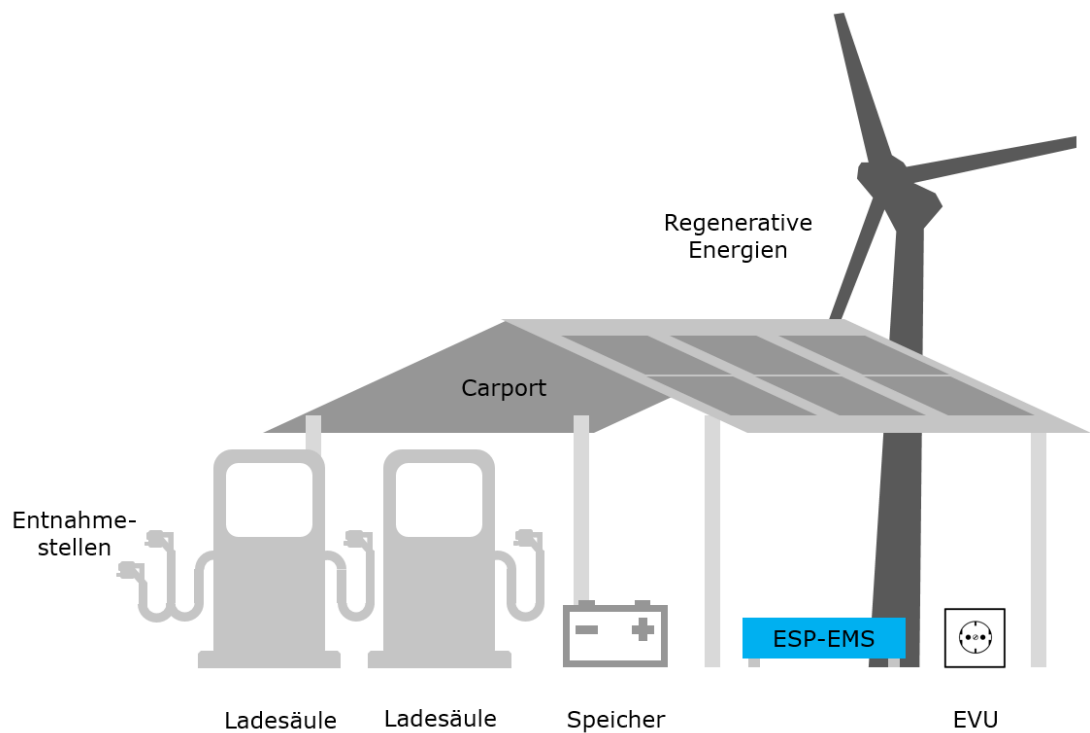


Abbildung 6: Elemente des Energiestellplatzes

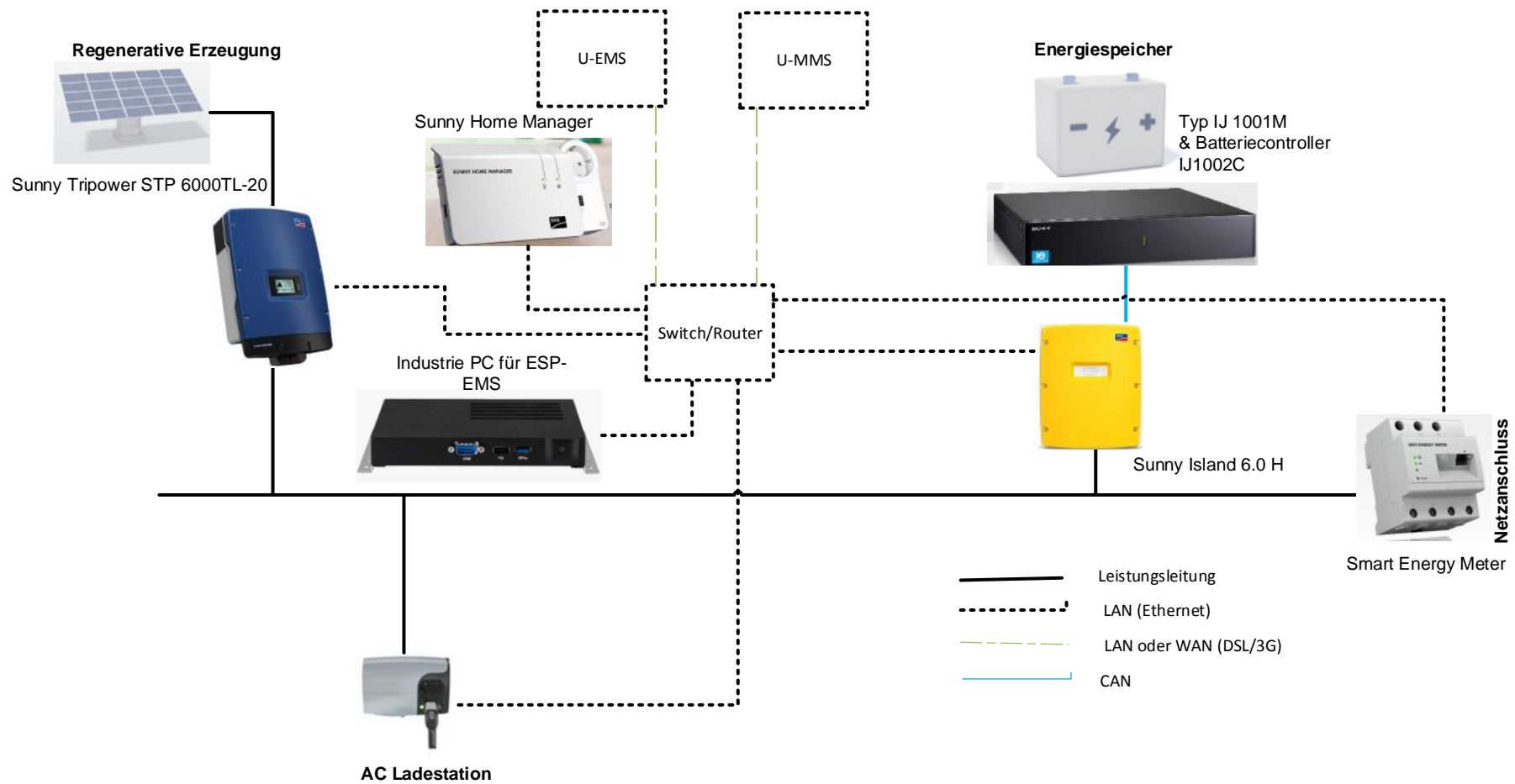


Abbildung 7: Übersicht Verschaltung und Vernetzung des ESP

Der Energiestellplatz besteht aus den funktionalen Komponenten

- Regenerative Energieerzeugung
- Energiespeicher
- Ladestation und
- Netzanschluss

Dabei sind alle Komponenten optional zu sehen.

Die Einzelemente sind durch generelle Leistungsdaten und aktuelle Zustandsdaten beschrieben.

Regenerative Energieerzeugung:

- Maximale Einspeiseleistung (Strom, Leistung, 1ph/3ph)
- Aktuelle Einspeiseleistung

Energiespeicher:

- Maximale Kapazität
- Maximale Aufnahme- / Abgabeleistung
- Aktueller Ladestatus

Ladestation

- Maximale Ladeleistung (Strom, Leistung, 1ph/3ph)
- Aktuelle Ladeleistung, -Strom, -Spannung
- Ladeart (AC oder DC)

Netzanschluss

- Bemessungsleistung
- Aktueller Leistungsfluss (Strom, Spannung, Schein-, Wirk- und Blindleistung)

Die einzelnen Komponenten können jeweils über Kommunikationsschnittstellen mit dem ESP-EMS kommunizieren. Das ESP-EMS wiederum hat auch Schnittstellen zum Unternehmens-Energiemanagement (U-EMS) sowie dem Unternehmens-Mobilitätsmanagementsystem (U-MMS). Das ESP-EMS kann entsprechend der vorliegenden Hardware und Rahmenbedingungen konfiguriert werden.

Die Komponenten des Carport übertragen folgende Spannungen und Spannungsarten an den zentralen Energiebus bzw. entnehmen diese:

- Photovoltaik (PV):
Installierte Leistung:
24 PV-Module mit einer Nennleistung von jeweils 250 Watt.
Das ergibt für den Bereich OWL eine Jahresproduktion von ca. 5010 kWh (835 kWh/kWp) elektrischer Energie.
- Solarwechselrichter:
Wandelt die Gleichspannung (2 Strings, 448 V DC) in Wechselspannung um und speist diese dreiphasig ein (12 Module in Reihe je String). Die Spannung der Solarmodule ist abhängig von der Dachneigung, Sonneneinstrahlung und Temperatur. Der Solarwechselrichter regelt die DC-Spannung der Strings zur optimalen Leistungsausbeute auf den jeweiligen MPP-Punkt.³
- Batteriewechselrichter:
Überträgt oder entnimmt Energie zur Ladung der Batterie Ladespannung 57,6 V DC, Nennspannung zum Entladen 51,2 V DC.
- Ladestation:
Entnimmt Energie zum Laden von 2 Fahrzeugen i.d.R. Wechselspannung
- Netz:
Überträgt oder entnimmt Wechselspannung 400V oder 230V
- Staplerbatterieanbindung:
Überträgt oder entnimmt Wechselspannung 400V oder 230V

Die aufgeführten 6 Komponenten entnehmen oder übertragen die gleiche Spannungsart und die gleiche Spannungshöhe netzsynchron in den zentralen Energiebus.

Zentraler Energiebus

AC-Energiebus 400V (Wechselstrom 400V dreiphasig)

Die Komponenten speisen die Energie teilweise dreiphasig als Wechselstrom in den zentralen Energiebus ein oder entnehmen Wechselstrom.

³ vgl. (http://de.wikipedia.org/wiki/Maximum_Power_Point)

Der Solarwechselrichter, die Ladesäule und die Staplerbatterieanbindung sind über Standardwechselrichter (3x400V) angebunden. Die Speicherbatterie konnte wegen der Bauart nur mit 1 Phase (1x230V) angeschlossen werden.

Das dreiphasige Netz kann ausreichend Energie übertragen um 2 Fahrzeuge gleichzeitig per AC mit jeweils 22 kW zu laden oder um ein Fahrzeug mit 44 kW per DC zu laden. Eine externe PV-Anlage oder ein Windkrafttrud mit größerer Leistung könnte noch zusätzlich mit eingebunden werden. Deswegen wurden die Prototypen im Projekt „EMiLippe“ mit dem zentralen dreiphasigen Energiebus 400V ausgestattet. Die Verdrahtung und Absicherung im Carport wird auf einen maximalen Strom von 63 A ausgelegt (400V-Hausanschluss).

Im Projekt „EMiLippe“ wurden die folgenden Komponenten (Wechselrichter SMA und Batterie Sony) gemäß der Tabelle auf den Seiten 54/55 eingesetzt.

Steuerung des Energieflusses und Prioritäten der Komponenten

Im Projekt wurden Komponenten von SMA und Sony verwendet. Die Software (ESP-EMS) ist so flexibel gestaltet, dass 400V Wechselrichter anderer Hersteller oder eine andere Batterie verwendet werden können.

Die Software (ESP-EMS) ermöglicht es, bewusst das Laden oder Entladen der einzelnen Komponenten durch den IPC des Carport zu beginnen oder zu beenden. Im Optimalfall ist auch die Höhe des Lade/Entladestroms wählbar.

Die Steuerung ist nicht auf den maximalen Leistungswert im Energiebus optimiert, sondern auf die optimale Nutzung der regenerativen Energie. Insbesondere ist das Zuschalten des Netzes nur als Notlösung für einen Energiebedarf zu sehen, der bis zum Zeitpunkt des benötigten Einsatzes eines Fahrzeuges oder Staplers nicht aus der/n PV-Anlage(n) und aus der/n Batterie/n gedeckt werden kann. In diesem Zusammenhang ist im Projekt „EMiLippe“ der kleinste sinnvolle Ladestrom der Sonybatterien, eines PKW und der Staplerbatterie ermittelt worden.

Das Laden bzw. Entladen der Komponenten erfolgt nach folgenden Prioritäten :

- ein Fahrzeug oder Stapler ist angeschlossen und wird geladen:

- a) PV Carport
- b) PV extern oder Windkraft
- c) Batterie Carport entladen
- d) (Batterie Stapler entladen)
- e) Netz (zeitlicher Notfall oder Unterschreitung des kleinsten sinnvollen Ladestroms)
- f) Batterie Ladung abschalten
- g) Staplerladung abschalten, falls kein zeitlicher Notfall

Die Summe der zugeschalteten Ströme sollte 63 A (abhängig vom Anschluss am Netz und von der Verdrahtung und Absicherung des Carport) nicht überschreiten. I.d.R. wird aus den regenerativen Quellen (Ausnahme externe PV) nicht die volle Energie zur Verfügung stehen, die ein Fahrzeug zum Laden anfordert. Demnach erfolgt aufgrund der Optimierung der Verwendung der regenerativen Energie der Ladevorgang nicht mit voller Leistung und somit nicht in maximaler Geschwindigkeit.

- kein Fahrzeug oder Stapler wird geladen
 - a) PV-lädt die Batterie des Carport
 - b) PV lädt die Batterie des Staplers (nicht angeforderter Überschuss)
 - c) Rückspeisung der Energie ins Gebäude/Firmennetz (Rückspeisung ins Energienetz des Stromversorgers wird theoretisch betrachten)

Die Ansteuerung der Komponenten des Carports erfolgt in den folgenden drei Phasen:

1. Die Steuerung des gesamten Systems, der SMA-Komponenten und der Sony-Batterie erfolgt über den SMA-Manager und dem IPC.

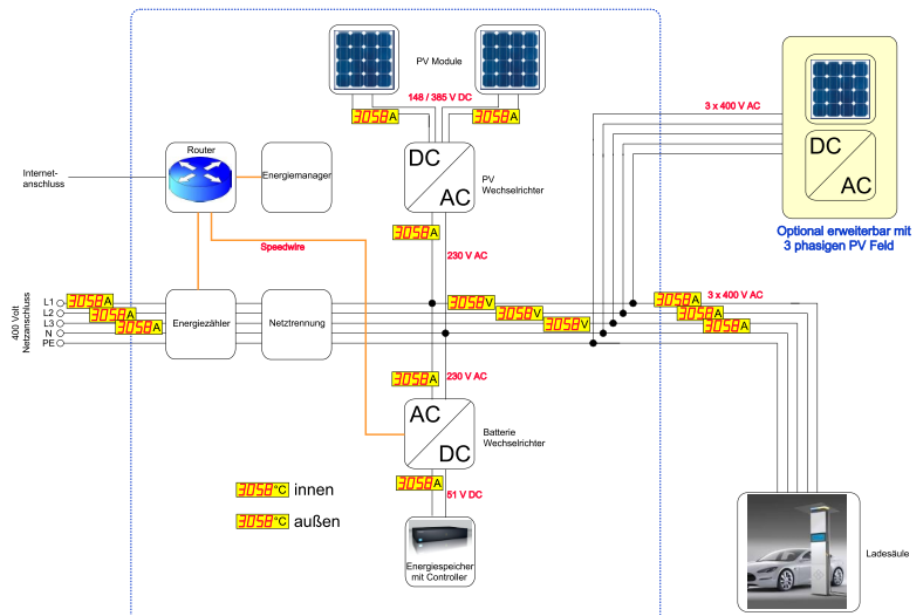


Abbildung 8: Messwerte des zusätzlichen Messsystems (imaginäre Messwerte)

- Die SMA-Wechselrichter und die Sony-Batterie werden verwendet und die Steuerung erfolgt über das ESP-EMS ohne SMA-Manager:

Wenn die Ansteuerung des Systems über den SMA-Manager nicht ausreicht oder wenn nicht ausreichende Messdaten zur Verfügung gestellt werden oder wenn mehrere zusätzliche Komponenten eingebunden werden oder wenn Wechselrichter anderer Firmen eingebunden werden, wird das SMA System ohne den SMA-Manager betrieben. In dem Fall übernimmt das ESP-EMS die komplette Ansteuerung der Komponenten. Besonderes Augenmerk ist auf Schutzmechanismen und Überwachung des maximalen Stroms zu legen. Dieser Schritt ohne SMA-Manager kann auch als Vorbereitung auf den nächsten Schritt gesehen werden.

- Wechselrichter anderer Hersteller und Batterien anderer Hersteller werden verwendet und die Steuerung erfolgt über das ESP-EMS

Soll das System Wechselrichter und/oder Batterien anderer Hersteller verwenden, ist auf eine Lösung ohne den SMA-Manager zurückzugreifen. Die Ansteuerung erfolgt entsprechend dem Punkt 2. Jedoch sollte diese so offen einstellbar sein, dass auch Komponenten anderer Hersteller angesteuert werden können, die synchron mit dem zentralen Energie Bus (AC-Energiebus 400V) arbeiten können.

Sicherheitsrelevante Komponenten des Energiestellplatzes sind diverse Absicherungen sowie ein Feuerwehrrauptschalter.

Verantwortlichkeit

Kanngiesser

Fraunhofer

3.1.1 Solar-Carports

Funktionalität

3.1.1.1 Aktuelle Diskussion zu Photovoltaikanlagen auf Stellplätzen

Die Besonderheit der Photovoltaik auf Carports besteht darin, dass die PV-Anlage ein höheres Investment erfordert als das sie tragende Gebäude. Somit wäre es aufgrund der Kostenstruktur angemessener, einen Solar-Carport als Photovoltaikanlage mit der Zusatzfunktion eines Carports zu bezeichnen. Eine Auf- oder Indachanlage im Sinne des EEG setzt aber ein Gebäude voraus, das vorrangig einem anderen Zweck als der Stromerzeugung dient. Im Prinzip geht es also um die Frage, ob der Photovoltaik-Carport mutmaßlich auch ohne Solaranlage gebaut worden wäre. Auch unter heutigen Entscheidungskriterien für die Realisierung eines Photovoltaikprojekts gewinnen Carports in Deutschland zunehmend an Bedeutung, da unter Beachtung bestimmter Auflagen nach EEG die Einspeisevergütung auch für umfangreichere Aufdachanlagen gewährt wird.⁴ Als grundsätzliche Forderung gilt hier, dass der Carport die Funktion des Schutzes von Fahrzeugen im Hinblick auf

- Regenschutz/Schneeschutz
- Sonnenschutz
- Hagelschutz

auch ohne Solarmodule wahrnehmen können muss. Dies setzt konstruktiv eine wasserführende Dachhaut unterhalb der Modulebene voraus. Als weitere Voraussetzung muss der Baugrund im Bebauungsplan als Wohn- oder Gewerbegebiet ausgewiesen sein. Bei Unternehmen sowie Verwaltungs-, Einkaufs- und Veranstaltungsstätten muss die Anzahl der bereit gestellten Parkplätze im Verhältnis zum subjektiven Bedarf stehen, damit für das spezifische Projekt nicht ein Schwerpunkt in der Erzeugung von Solarstrom unterstellt werden kann. Diese Frage ist im Rahmen der Projektierung größerer PV-Verdachungen mit dem örtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU) für den jeweiligen Standort zu klären.

⁴ Zum Erneuerbaren-Energie-Gesetz (EEG) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) vgl. http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Gesetze/Das_EEG/das_eeg.html

Umsetzung

Alle Solar-Carports sind mit lackiertem Trapezblech T 40.1 t=0.88mm ausgestattet, um den Schutz im Hinblick auf die äußeren Einflüsse wie Regen, Hagel und Schnee zu gewährleisten.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Kannegiesser

3.1.1.2 Akzeptanz von Photovoltaikanlagen auf Stellplätzen

Diese Erweiterung des Anwendungsspektrums von Photovoltaikanlagen auf Stellplätzen für PKW erscheint vor dem Hintergrund eines Trends zur Elektromobilität natürlich zukunftsweisend. Ein hohes Potenzial für die Errichtung von PV-(Groß-) Anlagen ergibt sich auf Parkplätzen von Unternehmen, Verwaltungseinheiten, Einkaufszentren und Veranstaltungsstätten, da diese - neben der sinnvollen Verknüpfung mit der zukünftig deutlich zunehmenden Elektromobilität - auch eine hohe Akzeptanz in der Bevölkerung aufweisen, da es sich um ohnehin bereits versiegelte Flächen handelt.

Unter dem Gesichtspunkt der Elektromobilität gewinnt die Errichtung auf Firmen- und Verwaltungsparkplätzen einen besonderen Stellenwert, da die sowohl für private als auch dienstliche Zwecke genutzten Fahrzeuge der Mitarbeiter im Regelfall während der Tageslichtphase ungenutzt auf dem Parkplatz stehen. Gerade damit lässt sich ein Einsatzbereich für Elektrofahrzeuge mit heutigen Reichweitenpotentialen aufzeigen, da hauptsächlich die Entfernungen Wohnung/Arbeitsstätte bzw. Arbeitsstätte/Einsatzstätte abzudecken sind.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

3.1.1.3 PV-Solarmodule im Projekt EMiLippe

Auswahl Solarmodulhersteller und Solarmodultyp

Die auf dem Markt erhältlichen Standardsolarmodule im Leistungsbereich von 250 Watt besitzen in etwa eine Größe von ca. 1,6 m x 1,0 m. Diese haben zurzeit auch das beste Preis/Leistungsverhältnis und werden von verschiedenen Herstellern angeboten. Panels mit größerer Leistung oder mit geringerer Effizienz sind i.d.R. größer.

Dachfläche und Anzahl der Solarpanels des Carport

Die Maße eines Panels betragen

- Breite: ca. 990 mm
- Höhe: ca. 1650 mm
- Tiefe: ca. 42 mm

Die Solarfläche beträgt 1,63 m². Berücksichtigt man die Zwischenräume, die bei Installation der Panels entstehen, beträgt die benötigte Dachfläche für 1 Panel ca. 1,04 m in der Breite und 1,75 m in der Höhe. Es ergeben sich folgende zwei Möglichkeiten für die Anordnung der Solarpanels auf einem Doppelcarport:

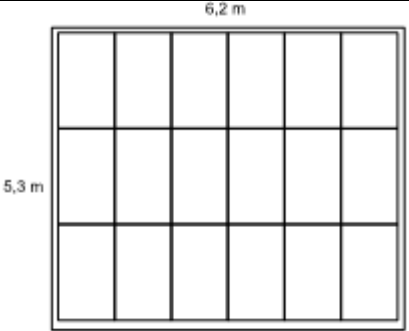
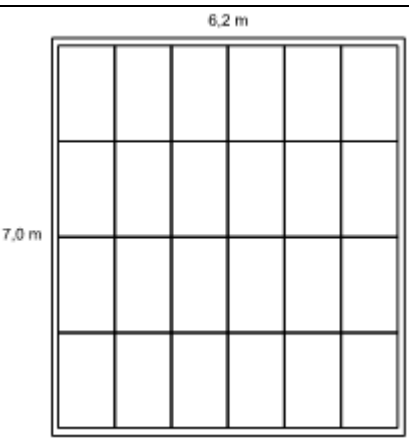
	<p>18 PV-Module: Maße der Solarfläche 5,3 m x 6,2 m Nennleistung 18 x 250W = 4,5 kW nutzbare Leistung NRW 4,5 kW x 0,82 = 3,7 kW Sommertag: ca. 7 x 3,7kW = 25,9 kW Wintertag: ca. 0,5 x 3,7kW = 1,9 kW Preis Solarpanel: 18 x 177€ = 3.186 €</p>
	<p>24 PV-Module: Maße der Solarfläche 7m x 6,2m Nennleistung 24 x 250W = 6 kW nutzbare Leistung NRW 6kW x 0,82 = 5 kW Sommertag: ca. 7 x 5kW = 35 kW Wintertag: ca. 0,5 x 5kW = 2,5 kW Preis Solarpanel: 24 x 177€ = 4.248 €</p>

Tabelle 1: Variantenvergleich der PV-Modul-Anordnung

Ansätze zur Optimierung der PV-Leistung

1. Neigung der Panel - Dachform:

Der optimale Wirkungsgrad wird erzielt, wenn das Sonnenlicht senkrecht auf die Panel fällt. In diesem Fall ist die Reflexion an der Glasfläche am geringsten und der

größte Prozentsatz des Sonnenlichts wird zu den Solarzellen geleitet. In folgender Grafik wird der Emissionsgrad in Abhängigkeit von der Abweichung vom Senkrechten Einfall dargestellt. (0° = senkrechter Einfall; 90° = waagerechter/seitlicher Einfall).⁵

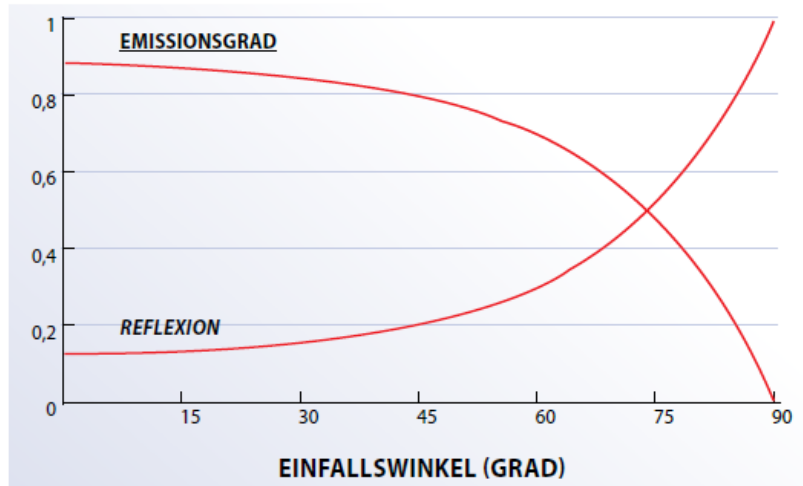


Abbildung 9: Abhängigkeit des Emissionsgrads von Glas vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen

Der vom Einfallswinkel abhängige Emissionsgrad wurde durch Betrachtung mit einer Wärmebildkamera ermittelt. Aufgrund des Sonnenstandes in Deutschland wird die höchste Energie bei einer Dachneigung von $0-30^\circ$ erzeugt. Ein geringerer Neigungswinkel führt zu besserem Energieertrag im Sommer und ein höherer Neigungswinkel führt zu besserem Energieertrag im Winter. Der von der Dachneigung abhängige Energieertrag wird in folgender Grafik dargestellt:⁶

⁵ vgl. <http://www.flir.com/cs/emea/de/view/?id=41872>

⁶ vgl. <http://www.renewable-energy-concepts.com/german/sonnenenergie/basiswissen-solarenergie/dachneigung-sonnenstand.html>

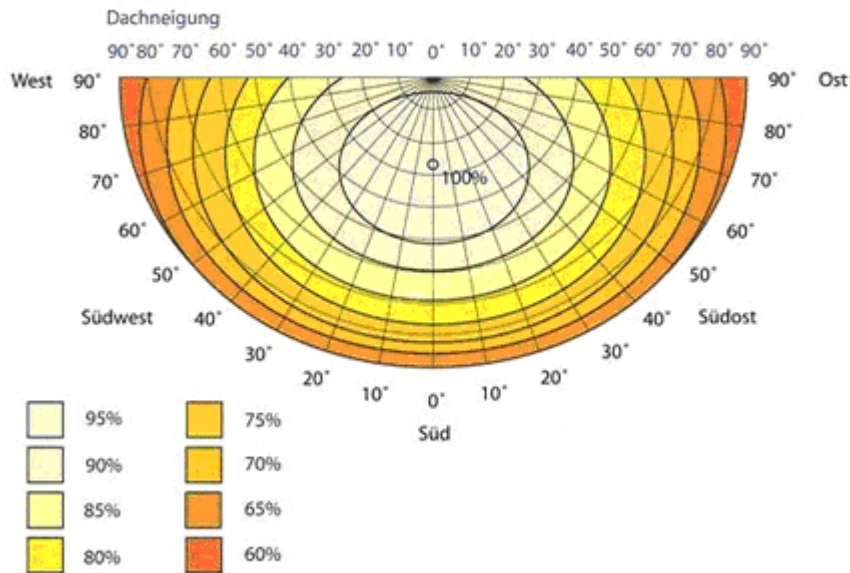


Abbildung 10: PV-Modul, Dachneigung, Einfallswinkel - Relative Ertragserswartung gegenüber der optimalen Ausrichtung

Der Einfallswinkel der Sonne beträgt im Sommer $60-65^\circ$ und im Winter $13-18^\circ$.⁷ Der unterschiedliche Einfallswinkel und die unterschiedliche Intensität der Sonnenstrahlung führen dazu, dass sehr große Unterschiede zwischen der eingestrahlenen/erzeugten Energie im Sommer und im Winter vorliegen.⁸

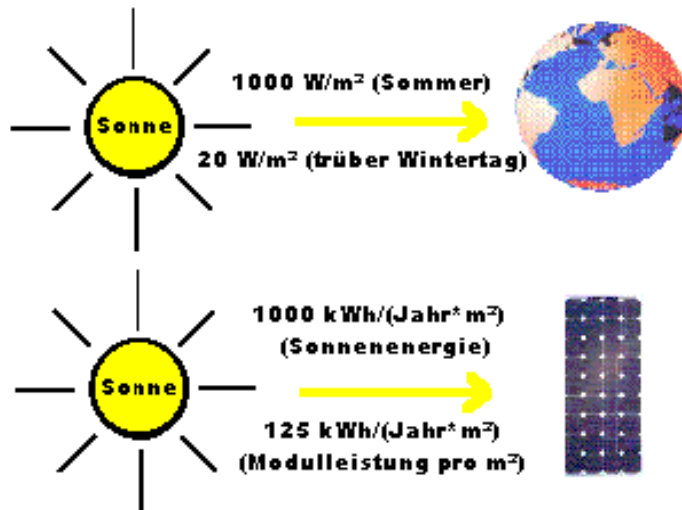


Abbildung 11: Wirkungsgrad der Solarmodule

Wenn man berücksichtigt, dass eine E-Fahrzeugbatterie bspw. des VW „e-up!“ $18,7$ kWh Kapazität besitzt, ist es besser, die Energieausbeute im Sommer zu erhöhen und die Energieausbeute im Winter zu reduzieren, denn mit einer Leistung von ca. 2 kW

⁷ vgl. http://www.tgzchemie.de/images/Donwload_PDF/1000_Daecher/Basiswissen_Solarenergie.pdf

⁸ vgl. <http://www.photovoltaik-im-web.de/>

ist eine reine regenerative Ladung der Batterie nicht möglich. Auch eine Erhöhung des Ertrages im Winter wird daran nur wenig ändern. Erhöht man den Energieertrag im Sommer, können sogar mehr als 35 kW an Leistung erzeugt werden.

Aus diesem Grund, aus Witterungsgründen (Ablaufen von Wasser und abrutschen von Schnee) und weil das Carport bei 30° Dachneigung sehr hoch werden würde, wird für das Carport ein Neigungswinkel von 10° gewählt.

Wenn die Dachneigung des Carport durchgängig 10° beträgt, wäre der Höhenunterschied des Carport auf die 7 m Länge betrachtet ca. 1,2 m (bei 30° - 4 m). Um zu vermeiden, dass eine Seite des Carport sehr flach oder sehr hoch ausgelegt werden muss, wird aufgrund der Größe des Carport eine Spitzdachform mit beidseitig 10° Neigung festgelegt. Dadurch sinkt der Wirkungsgrad geringfügig. Jedoch kann man aufgrund dieser Anordnung den Carport beliebig ausrichten, da in jeder Nord-Süd-Ausrichtung in etwa die gleiche Energie erzeugt wird. Die Ausrichtung nach Süden, die bei einem Carport mit einheitlicher Dachneigung optimal wäre, entfällt.

Nachführung Sonnen-Tagesverlauf:

Die Intensität der Sonneneinstrahlung und der Winkel der Sonneneinstrahlung verändern sich im Verlauf eines Tages und sind abhängig vom Zeitpunkt innerhalb des Jahres. Dies kann aus den folgenden Sonnenstandsdiagrammen entnommen werden.⁹

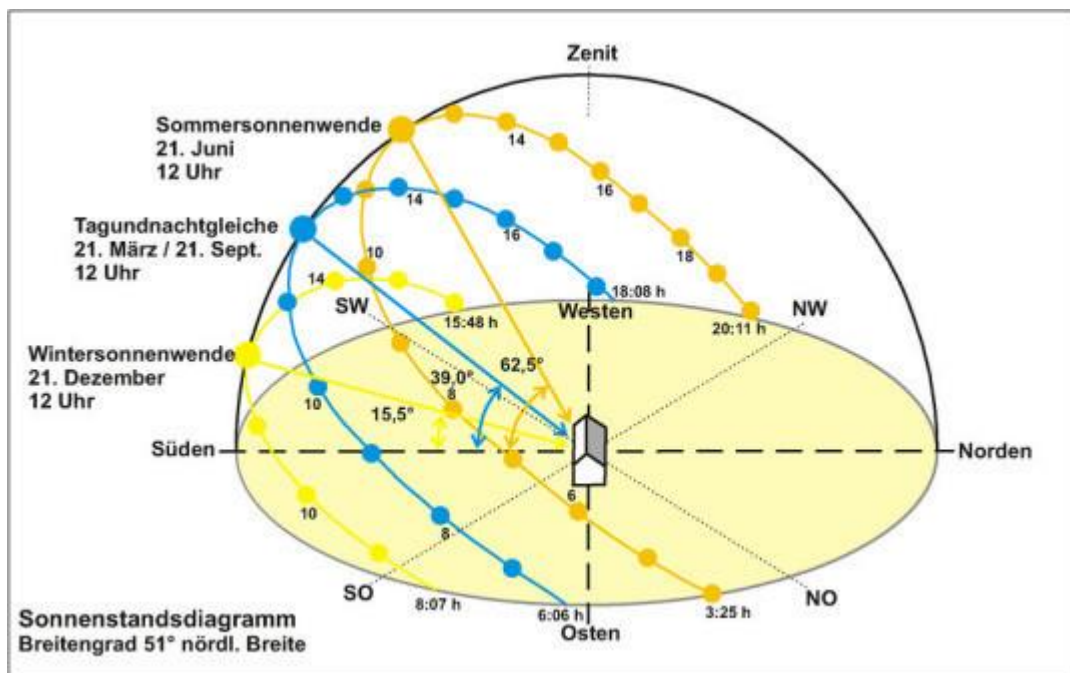


Abbildung 12: Sonnenstandsdiagramm bei Breitengrad 51° nördlicher Breite

⁹ vgl. <http://www.baunetzwissen.de/imgs/7/6/0/3/7/5/620ea03123d39718.jpg> bzw.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenstandsdiagramm#mediaviewer/File:SonnStand49Nord.svg>

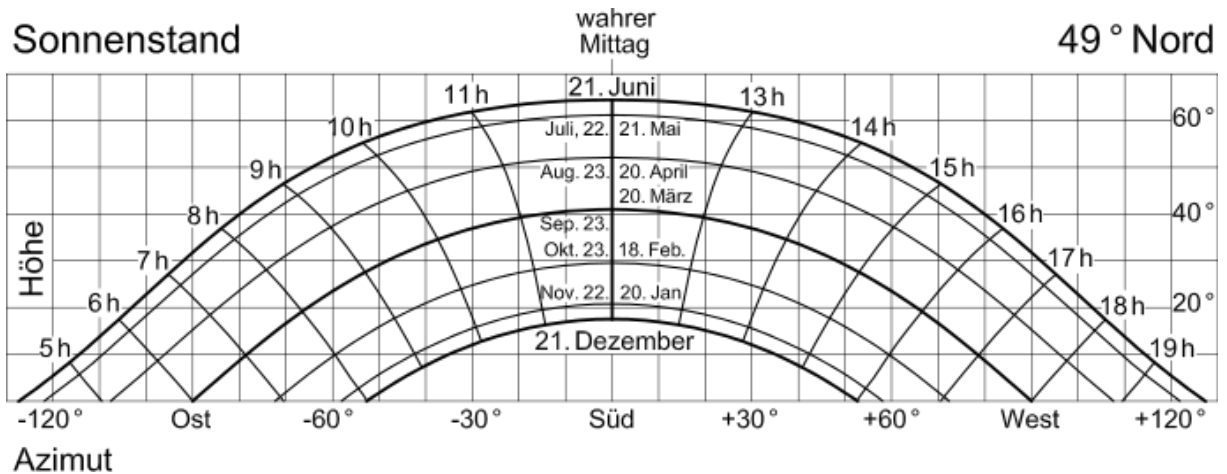


Abbildung 13: Sonnenstandsdiagramm für alle Orte bei 49° nördlicher Breite

Bspw. treten folgende markante Winkel auf:

Sonnenstand 21. Juni, 12.00 Uhr: $90^\circ + 23,5^\circ - 51^\circ = 62,5^\circ$

Sonnenstand 21. Dezember, 12.00 Uhr: $90^\circ - 23,5^\circ - 51^\circ = 15,5^\circ$

Sonnenstand 21. März oder 23. September, 12.00 Uhr: $90^\circ - 51^\circ = 39,0^\circ$

Da sich ein optimaler Energieertrag durch optimale Ausrichtung der Solarfläche zur Sonne erreichen lässt, müsste die Fläche der Solarpanels abhängig vom Tagesverlauf und abhängig vom Zeitpunkt innerhalb des Jahres dem Sonnenstand folgen. Unter dem Schlagwort „Sonnennachführung“ sind im Internet diverse Lösungen und Anbieter zu finden.

Umsetzung

Aufgrund der absehbaren langfristigen Verfügbarkeit und aufgrund der für die Größe guten Leistungsdaten (250 W [-0%+5%], Wirkungsgrad bis 15,6%) wurde ein Solarpanel von Viessmann ausgewählt, und zwar das Modell „Vitovolt 300 P250 PGHA“. In der folgenden Abbildung sind die Daten zu dem Solarpanel zu entnehmen.

VITOVOLT 300

Typ P250 PGHA, P255 PGHA
 Polykristalline Photovoltaik-Module mit
 250/255 W_p Nennleistung
 Zur Erzeugung von Strom aus Sonnenenergie

Profitieren Sie von diesen Vorteilen

- Modulwirkungsgrad bis 15,6 %.
- Hohe mechanische Belastbarkeit für hohe Schnee- (6000 Pa) und Wind-/Soglasten (2400 Pa) durch korrosionsbeständigen Aluminiumrahmen.
- Integrierte Bypass-Dioden sorgen für hohen Ertrag auch bei teilweise beschatteten Flächen (Vermeidung von hot spots).
- Verwendung von hochwertigen Markenkomponenten für optimalen Hot-Spot-Schutz, starkes Schwachlichtverhalten und geringe Degradation.
- 3,2 mm Solarglas mit Antireflex-Beschichtung für höchste Erträge.
- Positive Leistungssortierung für ein Leistungsplus von bis zu 5 W_p pro Modul.

Abbildung 14: Produktübersicht Viessmann "Vitovolt 300 P250 PGHA"

Den folgenden Abbildungen können technische Angaben und Konstruktionsdaten zu den Viessmann-Solarpanel „Vitovolt 300 P250 PGHA“ entnommen werden.¹⁰

Technische Angaben

Technische Daten

Vitovolt 300	Typ	P250 PGHA	P255 PGHA
Leistungsdaten bei STC¹⁾			
Nennleistung P _{max}	W _p	250	255
Leistungstoleranz	W	0/+5	0/+5
Spannung im MPP ²⁾ U _{mpp}	V	30,34	30,64
Strom im MPP ²⁾ I _{mpp}	A	8,24	8,32
Leerlaufspannung U _{oc}	V	37,33	37,50
Kurzschluss-Strom I _{sc}	A	8,69	8,76
Modulwirkungsgrad	%	15,3	15,6
Leistungsdaten bei NOCT³⁾			
Leistung P _{max}	W _p	177,9	181,5
Spannung U _{mpp}	V	27,1	27,37
Leerlaufspannung U _{oc}	V	34,3	34,55
Kurzschluss-Strom I _{sc}	A	7,07	7,15
Wirkungsgradreduzierung bei 200 W/m²	%	0,1	0,1
Temperaturkoeffizienten			
Leistung	%/°C	-0,42	-0,42
Leerlaufspannung	%/°C	-0,313	-0,313
Kurzschluss-Strom	%/°C	0,046	0,046
Maximale Systemspannung	V	1000	1000
Rückstromfestigkeit	A	15	15

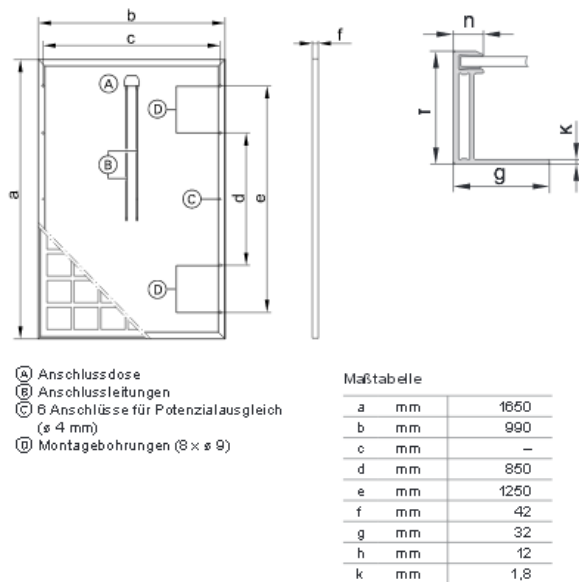
¹⁾ STC = Standard Test Conditions (Standard-Prüfbedingungen: Einstrahlung 1000 W/m², Zelltemperatur 25 °C und atmosphärische Massenzahl AM 1,5).

²⁾ MPP = Maximum Power Point (Maximale Leistung bei STC).

³⁾ NOCT = Nominal Operating Cell Temperature (Nennbetriebs-Zelltemperatur: Einstrahlung 800 W/m², atmosphärische Massenzahl AM 1,5, Windgeschwindigkeit 1 m/s, Umgebungstemperatur 20 °C).

Abbildung 15: Technische Angaben Viessmann "Vitovolt 300 P250 PGHA"

¹⁰⁾ vgl. http://www.viessmann.de/content/dam/internet-global/pdf_documents/Datenblaetter/Photovoltaik/Vitovolt_300/DB-5516890_06-2014.pdf



Zelltyp:	Polykristalline Silizium-Zelle 156 mm x 156 mm (6 Zoll)
Anzahl der Zellen:	60 (6 x 10)
Messtoleranz:	± 3 %
Zelleneinbettung (Material):	Ethylenvinylacetat (EVA)
Anschlussdose (Schutzklasse):	IP65, 3 Dioden
Rahmen:	Eloxiert, Silber
Frontglas:	Einscheibensicherheitsglas 3,2 mm mit Antireflex-Beschichtung
Gewicht:	18,3 kg
Max. Belastung durch Druck/Sog:	6000 Pa/2400 Pa
Anschluss:	Leitungen 1 Ø m lang mit Leiterquerschnitt von 4 mm ² mit T-4-Steckverbinder
Statische Anforderungen:	Für angreifende Windkräfte ausreichend belastbare Dachkonstruktion
Schutzklasse:	II
Anwendungsklasse:	A
Versandeinheit:	24 Stück pro Palette

Abbildung 16: Konstruktionsdaten Viessmann "Vitovolt 300 P250 PGHA"

Als Dachform wurde eine Spitzdachform mit beidseitig 10° Neigung festgelegt. Auf jeder Seite befinden sich je 12 Module mit einer Nennleistung von 3,0 KW (Peak). Somit erreichen wir eine Gesamt Nennleistung von 6,0 KW (Peak).



Abbildung 17: Solarmodule auf dem Prototyp des Energiestellplatzes bei der Firma Kannegiesser

Bei dieser Anordnung der Module ist die Ausrichtung des Carports bezüglich der Himmelsrichtung unwesentlich. In der folgenden Abbildung sind einige Himmelsrichtungen und die möglichen Erträge aufgelistet. Diese Daten wurden mit der Anlagensoftware von SMA für den Bereich Ostwestfalen-Lippe ermittelt. Der niedrigste Wert liegt bei ca. 5010 kWh/Jahr, dieser Wert wird für die weiteren Berechnungen als Grundlage genommen.

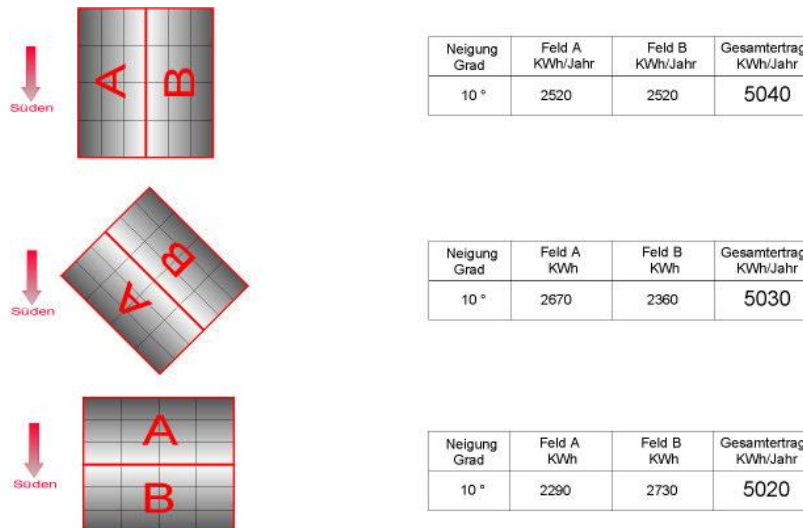


Abbildung 18: Mögliche Erträge im Bezug zur Himmelsrichtung

Verantwortlichkeit

Kannegiesser

3.1.1.4 Erhöhung der Energieausbeute der PV-Solarmodule

In diesem Abschnitt werden Ansätze zur Erhöhung der Energieausbeute dargestellt. Zur Vereinfachung wird nur eine Dachfläche in einer Ebene (eine Carportseite) betrachtet.

a) Elektrische Verstellung der Neigung der Solarfläche in einer Richtung/einer Achse (Einachsnachführung)

Versteift man den Unterbau der Solarfläche und lagert man die Süd-Seite dieses Unterbaus drehbar, lässt sich die gesamte Solarfläche in der Nord-Süd Achse neigen. Dies kann beispielsweise mit einem Spindeltrieb, wie dem Linak LA36 erfolgen, der an der dem Lager entgegengesetzten Seite (Nord Seite) angebracht wird. Dieser Standardspindelmotor ist mit Hubhöhen bis zu 1 m (abhängig von der Last) erhältlich. Die lose Seite der Solarfläche kann durch den Spindeltrieb um einen Meter angehoben oder ggf. abgesenkt werden.¹¹

¹¹ vgl. http://www.linak.de/corporate/pdf/german/broschuere/techline%20solar-katalog_broschuere_dt.pdf

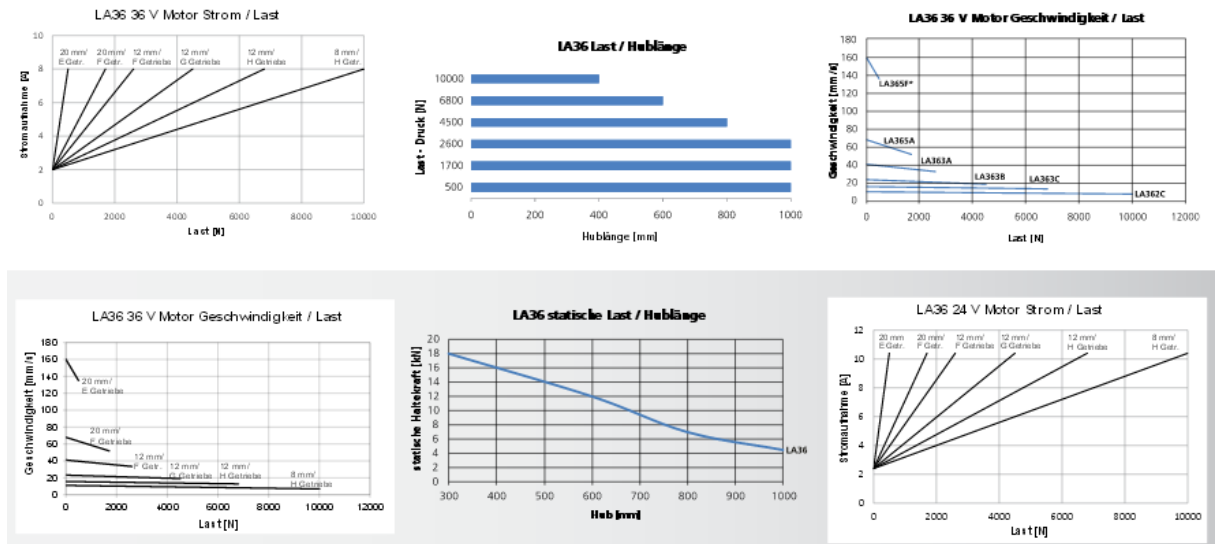


Abbildung 19: Diagramme zum LINAK Aktuator LA36 mit 24 V bzw. 36 V Motor

Bei einer 7 m langen Solarfläche führt die Anhebung um 1 m zu einer Winkeländerung von ca. 8° und bei einer Länge von 3,5 m führt die Anhebung um 1m zu einer Winkeländerung von ca.16°. Alternativ können auch Konstruktionen mit einem Seilzug verwendet werden. Der Verstellwinkel kann durch einen weiteren Verstellmotor an der Südseite, der die Fläche absenken kann, verdoppelt werden.

Gewicht der Dachfläche:

Ein Solarpanel wiegt 18,3 kg. Ein stabiler Unterbau hat in etwa das gleiche Gewicht wie ein Panel. Das gesamte Gewicht beträgt für 24 Solarpanel $18,3 \text{ kg} \times 2 = 878 \text{ kg}$ (Schwerkraft 8610N) und bei 12 Solarpanels 479 kg (Schwerkraft 4700N) (eine Carporthälfte).

Bei dieser Lösung ist zu beachten, dass zusätzliche Maßnahmen zur Windsicherung nötig sind. Neben höherer Stabilität des Grundgestells muss ein Sicherheitskreis eingerichtet werden, der ab bestimmen Windstärken (Messung oder Internet) das System in eine sichere Stellung fährt und evtl. verriegelt. Die Nachführung muss mit einem Sonnenstandssensor versehen werden oder diese bedient sich aus historischen Daten oder Internetdaten, um den Sonnenstand abzuschätzen. Für eine Einachsnachführung beträgt der Mehrertrag an Energie ca. 15-25%.¹²

¹² vgl. Quaschnig, München 2009, S. 69 bzw. <http://image.informatik.htw-aalen.de/~stegmaier/index.php/Sonnennachführung>

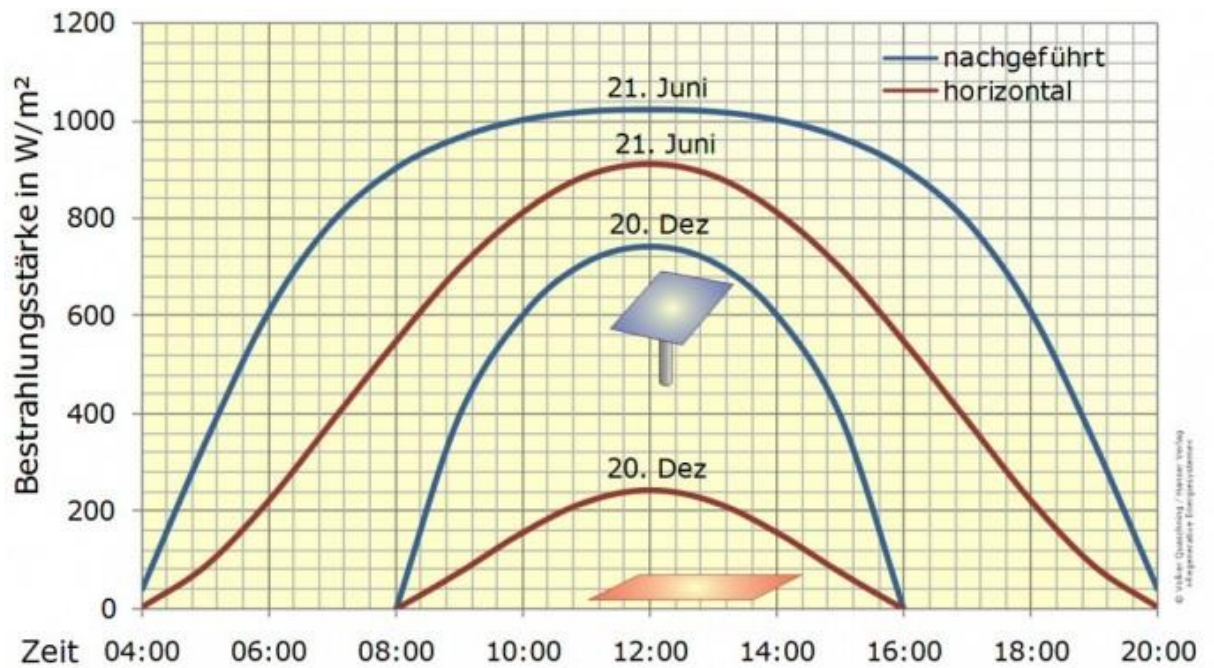


Abbildung 20: Sonnennachführungsmehrertrag

Der Energieverbrauch des LA36 kann folgender Tabelle entnommen werden:¹³

LA36 mit 24 V Motor										
Bestellnummer	max. Kraft Druck [N]	max. Kraft Zug [N]	*min. Selbstsperrkraft Druck [N]	*min. Selbstsperrkraft Zug [N]	Steigung [mm/Spindelumdrehung]	typ. Geschw. [m/m] last		Standard Hublänge n [mm] in 50 mm Schritten	typ. Stromaufnahme [A] 24 V	
						ohne	Volllast		ohne last	Volllast
LA36 24V/BOX	10.000	10.000	13.000	13.000	8	11	7	100 - 999*	2,4	10,4

LA36 mit 36 V Motor										
Bestellnummer	max. Kraft Druck [N]	max. Kraft Zug [N]	*min. Selbstsperrkraft Druck [N]	*min. Selbstsperrkraft Zug [N]	Steigung [mm/Spindelumdrehung]	typ. Geschw. [m/m] last		Standard Hublänge n [mm] in 50 mm Schritten	typ. Stromaufnahme [A] 36 V	
						ohne	Volllast		ohne last	Volllast
LA36 36V/CXX	10.000	10.000	13.000	13.000	8	11	7	100 - 999*	2,0	8,0

* Es gibt Begrenzungen bei der Hublänge, wenn Sie mit Volllast verfahren möchten (siehe hierzu „LA36 Last / Hublänge“).

Tabelle 2: Technische Daten zum Aktuator LINAK "LA36" mit 24 V bzw. 36 V Motor

Bei einer Jahresstromerzeugung von ca. 1000 kWh pro m^2 beträgt der Zugewinn $1.000 \text{ kWh}/m^2 \times 25\% = 250 \text{ kWh}/m^2$. Für 24 Solarpanels mit einer Fläche von jeweils $1,63 \text{ m}^2$ und einer entsprechenden Gesamtfläche von $39,12 \text{ m}^2$ ergeben sich 9.780 kWh pro Jahr. Bei einem Strompreis von $10 \text{ ct}/\text{kWh}$ entspricht das einem Zugewinn von 978 €/Jahr .

Der Energieverbrauch der Nachführung, des Stellantriebes, des Antriebsreglers, der zusätzlichen Sensorik und der Steuerung sind vom Energiegewinn abzuziehen. Da dieser Energieverbrauch u.a. von der Verfahrensgeschwindigkeit, Verfahrenhäufigkeit, Verfahrenweg und dem Gewicht der zu bewegenden Konstruktion abhängt, lässt sich

¹³ vgl. http://www.linak.de/corporate/pdf/german/broschuere/techline%20solar-katalog_broschuere_dt.pdf

dieser schwer zahlenmäßig darstellen. Dieser sollte auf jeden Fall einen zweistelligen Prozentbereich (schätzungsweise ca. 40 %) der Einsparung aufbrauchen.

Demgegenüber stehen Mehrkosten von ca. 5.000 €. Die Amortisationszeit beträgt 8 Jahre bei einem Zugewinn von $(978 \text{ €/Jahr} - 40\%) = 600 \text{ €/Jahr}$. Nicht zu vernachlässigen sind die zusätzlichen Wartungsaufwendungen und Störquellen für das verstellbare System.

Alternativ zu der Bewegung der gesamten Fläche, könnte eine Mechanik verwendet werden, die jede Reihe der Solarpanels ankippt. Verwendet man diese Technik, wird sich der Preis des Untergestells erheblich verteuern. Mit Verwendung eines Standardmotors oder eines Spindelantriebs wären größere Verstellwinkel bis zu 60° oder größer möglich. Damit sollte der Energiezugewinn größer sein (20 bis 30%). Aufgrund der Mehrkosten steigt die Amortisationszeit trotz des Mehrgewinns an Energie an.



Abbildung 21: Schematische Darstellung von PV-Modulen

Als weitere Lösung der Einachsnachführung könnte jedes Panel auf einem eigenen kippbaren Gestell oder alternativ auf einem um die Achse des Solarpanels drehbaren Gestells montiert sein. Vermutlich entspricht die Energiegewinnung bei dem vorgenannten System ca. 20 bis 30%. Da jedes Panel einen Ständer, einen Antrieb und eine Antriebsregelung benötigt, steigen die Kosten und die Amortisationszeit noch mehr an. Beispiele für einen solchen Ständer und einen Antrieb samt Regelung können der folgenden Tabelle entnommen werden.^{14 15}

¹⁴ vgl. <http://www.tsssolar.com/ecochamp/ecochamp-st-2000/beschreibung/>

¹⁵ vgl. <http://www.solaranlagen-portal.com/solar/solares-bauen/nachfuehrsystem>


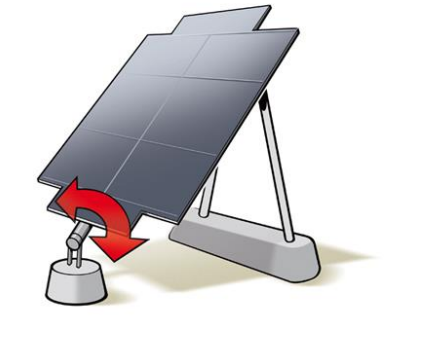
TECNOSUNSOLAR „ECOCHAMP ST 2000“	Nachführsystem einachsiger der Firma LINAK GmbH
	

Tabelle 3: Halterung und Nachführsystem für PV-Module

b) Elektrische Verstellung der Neigung der Solarfläche in zwei Richtungen (Zweiachsnachführung)

Soll nicht nur der Energiegewinn der Nord-Süd-richtung sondern auch der Ost-West-richtung genutzt werden, muss die Solarfläche in zwei Richtungen bewegt werden können.

Für die gesamte Solarfläche ist dies durch vier Spindelantriebe umsetzbar, die an den vier Ecken der Solarfläche verbaut sind und deren Bewegungen abgestimmt sind. Durch mechanischen Feinschliff ist die Verstellung mit drei Motoren möglich. Bringt man zwei Spindelmotoren in der Mitte von zwei nicht gegenüberliegenden Seiten an, lässt sich die Bewegung auch durchführen, wenn der Motor der West- oder Ostseite die Fläche sowohl anheben als auch senken kann. Dadurch wäre der Verstellwinkel in Ost-Westrichtung nur die Hälfte des Verstellwinkels in Nord-Südrichtung. Die Abstimmung der Motoren wäre aufwendig und das System vermutlich recht instabil.

Der Energiezugewinn einer Zweiachsnachführung liegt laut Internet bei ca. 20 - 40%. Die Mehrkosten der 2,3 oder 4 Antriebskombinationen und die Mehrkosten der nötigen Regelung der Antriebe untereinander (Hardware und Software) führen zu einem erheblichen Mehrpreis und zu erheblichen Wartungsaufwand.

Alternativ zur Verstellung der gesamten Fläche, könnte jedes Panel mit einem eigenen Sockel, der drehbar und neigbar ist, ausgestattet werden.¹⁶



Abbildung 22: PV-Modul-Halterung TECNOSUNSOLAR "ECHOCHAMP ST 3000"

Durch diese Lösung wäre eine optimale Nachführung möglich und der zusätzliche Leistungsgewinn würde ca. 40% betragen. Diese Lösung ist auch mit größeren Haltern, die drei oder mehr Solarpanels tragen, umsetzbar.¹⁷



Abbildung 23: Halterung für mehrere PV-Module

Diese Lösung scheint allerdings für den Aufbau auf einen Carport überdimensioniert. Jede Erhebung der Panels aus der Waagerechten führt zu einer viel größeren Windanfälligkeit. Damit müsste die Statik und Versteifung des Carports erheblich robuster ausgelegt sein. Vorstellbar wäre es, solch ein System als externe PV in der Nähe zum Carport zu errichten.

Auf dem Dach des Carport ließe sich bei Vernachlässigung der Kosten eine Rondelllösung installieren. Die höhenverstellbaren Solarpanels müssten auf einen drehbaren

¹⁶ vgl. <http://www.tsssolar.com/eco champ/eco champ-st-3000/beschreibung/>

¹⁷ vgl. <http://www.linak.de/techline/?id3=2399>

Kranz befestigt sein. Dieser Kranz dreht je nach Tageszeit die Plattform mit den Solarpanels in Richtung der Sonne.¹⁸



Abbildung 24: Tracker-System "SunCarrier 160"

Der energetische Vorteil der Zweiachsnachführung liegt bei ca. 10% im Vergleich zur Einachsnachführung. Da die Kosten wesentlich höher sind, ist die Amortisationszeit trotz des Energiegewinns höher als bei der Einachsnachführung. Im Projekt „E-MiLippe“ wird das Thema Nachführung nicht weiter verfolgt, da die Optimierung der Energiegewinnung nicht zentrales Thema dieses Projektes ist. Zudem sind die Mehrkosten der zusätzlichen Komponenten für die Nachführung nicht tragbar. Ferner sind am Markt diverse fertige Lösungen verfügbar, die zugekauft werden könnten.

c) Veränderung der Temperatur der Panels

Der Wirkungsgrad der Solarmodule steigt bei sinkender Temperatur. Verfolgt man auf der Leistungskurve in folgender Darstellung den MPP, ist deutlich zu erkennen, dass die Leistung mit sinkender Temperatur steigt.¹⁹

¹⁸ vgl. <http://www.solar-prinz.de/tracker-systeme-mover-nachgeführte-solaranlagen/341>

¹⁹ vgl. http://www.waffenschmidt.homepage.t-online.de/heisse_solarzellen/heisse_solarzellen.htm
(Dr. Eberhard Waffenschmidt, 21.09.2006)

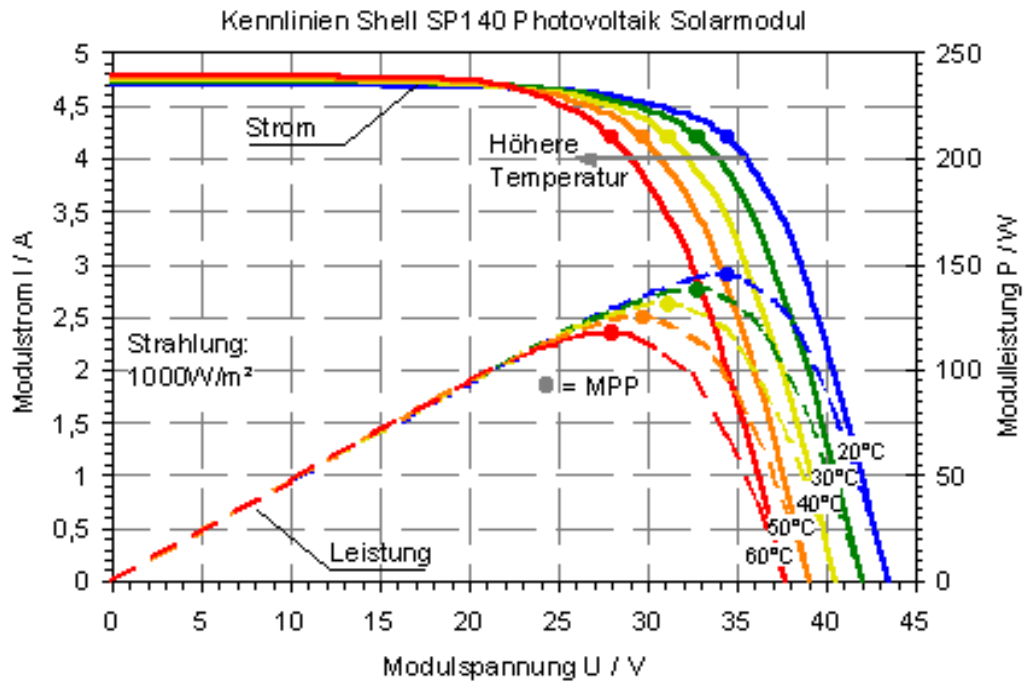


Abbildung 25: Temperaturabhängiges Kennlinienfeld eines Solarmoduls am Beispiel von Shell "SP 140"

Die Leistung des Moduls (im MPP) nimmt von 145 W bei 20°C auf 115 W bei 60°C um fast 20% ab. Bei einer angenommenen Linearisierung des Verlaufes der dargestellten Kurven erhält man eine Mehrleistung von ca. 7,5 Watt (5%) pro 10°C Temperatursenkung.

Werden an den Solarpanels Verrohrungen angebracht und wird der Carport in der Nähe von Wäschereien aufgestellt, könnte die Temperaturabhängigkeit der Leistung für 2 Wirkungsweisen eingesetzt werden.

Im Sommer könnte durch die Rohre Frischwasser oder eine Wärmeträgerflüssigkeit/Solarflüssigkeit geleitet werden. Dadurch wird Frischwasser vorgewärmt. Das spart in der Wäscherei Energie, da vorgewärmtes Frischwasser auf Solltemperatur (teilweise bis 90°C) erwärmt werden kann. Parallel dazu steigt die Energie, die die Solarpanels erzeugen, weil die Temperatur der Panels sinkt. Daneben könnte im Winter angewärmte Wärmeträgerflüssigkeit (frostsicher) die Panels erwärmen, so dass diese nicht vereisen und dass kein Schnee liegenbleibt. Das Abwasser von Wäschereien sollte ausreichend Temperatur besitzen, um die Wärmeträgerflüssigkeit zu erwärmen. Dadurch würde die Temperatur des Abwassers sinken (Vorteil für die Einleitung von Abwasser) und die erzeugte Energie der Solarpanels würde steigen.

Leider ist das System für Standardsolarpanels nur mit sehr viel Aufwand umsetzbar, da eine Leitung verlegt werden müsste, die die Rückseite der Panels kontaktiert. Da die Panels in einem Profil verbaut sind ist die Rückseite mehrerer Panels nicht plan sondern es befinden sich Stege bei den Übergängen, die bei jedem Übergang durch die Rohre überwunden werden müssten. Aus dem Grund können keine Standardpanels verwendet werden und man müsste auf vorgefertigte Hybridpanel (Photovoltaik und Solarthermie) zurückgreifen.


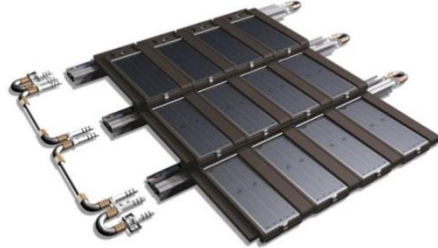


<p>PV Kombimodul res-PV ++²⁰</p>	<p>Dachziegel und Aluminiumprofile der Firma Panotron AG²¹</p>
	
<p>Solarhybridmodul „PVT 60P“ der Firma VALVO GmbH²²</p>	<p>Hybridmodule: Photovoltaik und Solarthermie im Verbund²³</p>
	

Tabelle 4: PV-Kombimodule, Aluminiumprofile und Solarhybridmodule

²⁰ vgl. http://www.res-energie.eu/html/res-pv__1.html

²¹ vgl. <http://www.klima-wandel.com/tag/sonnenenergie/page/2/>

²² vgl.

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/2458133/Permanent/VALVO/Website/Datenblatt%20PVT%2060P.pdf>

²³ vgl. http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Gebautechnik-Hybridmodule-Photovoltaik-und-Solarthermie-im-Verbund_2615165.html

Der Ansatz, mit Frischwasser die Temperatur der Panels zu senken, scheint interessant, weil keine zusätzliche Energie für Pumpen benötigt wird.

Betrachtet man allerdings den Preis, der ca. das Dreifache eines Standardsolarpanels beträgt und berücksichtigt man das Nischendasein der Hybridpanels, kann für das Projekt „EMiLippe“ nur der Rückschluss getroffen werden, dass aus Kostengründen diese Untersuchung nicht durchgeführt werden kann.

d) Erhöhung der Stückzahl

Um die erzeugte Leistung zu erhöhen, könnte die Anzahl der PV-Module erhöht werden. Auf dem Carport ist das nicht möglich, da die Fläche ausgenutzt ist. Steht eine weitere Fläche (bspw. Wiese, Gebäude oder ein weiteres Carport) zur Verfügung, könnten mehr Solarmodule eingesetzt werden. Wird die Leistung des im Carport integrierten Solarwechselrichters überschritten, wird ein zusätzlicher Wechselrichter benötigt.

Alternativ zur Verwendung einer Nachführung könnte betrachtet werden, wie viele Solarpanels aus den Mehrkosten einer Nachführung zusätzlich verwendet werden könnten. Wenn man davon ausgeht, dass ein Standardgestell für ein Solarpanel in etwa so viel kostet wie ein Solarpanel und dass ein zusätzlicher Solarwechselrichter (ca. 1.500 €) benötigt wird, wären aus der Differenz einer Einachsnachführung $5.000 \text{ €} - 1.500 \text{ €} = 3.500 \text{ €}$ - 10 zusätzliche Panels einsetzbar.

Der Mehrenergiegewinn der 10 Panels wäre bei einer Nennleistung von 250 W etwa 2,5 kW. Das entspricht im Vergleich zu einem Carport mit 24 PV-Modulen (6 kW) einen Mehrertrag von ca. 42% und bei einem Carport mit 18 PV-Modulen (4,5 kW) einen Mehrertrag von 56%.

Diese Werte sprechen, sofern ausreichend Grundfläche oder Dachfläche verfügbar ist, eindeutig gegen jede Art von Nachführung und für eine Vergrößerung der PV-Leistung. Diese zusätzliche Leistung könnte als externe PV in das Carport eingespeist werden oder es könnte ein zweites Carport errichtet werden, welches mit den Mehrkosten für 4 weitere Solarpanel (Carport und 14 weitere PV-Module) die Leistung der Solarmodule verdoppelt.

Daher ist im Projekt „EMiLippe“ auf die weitere Untersuchung des Themas Nachführung und Abkühlung verzichtet worden.

Die Auswahl der Anzahl der Solarmodule fällt auf das System mit 24 Modulen. Die Größe des Carport entspricht dadurch einer Stellfläche für 2,5 PKW für einen normalen Stellplatz sowie einen Behindertenstellplatz.²⁴

e) Windkraftanlage - Ergänzung zur Photovoltaik

Um das Defizit der Photovoltaik auszugleichen, dass die Stromerzeugung nur tagsüber erfolgen kann und dass die Leistungsgewinnung jahreszeitabhängig ist, könnte eine Windkraftanlage an Stelle einer externen PV-Anlage oder an Stelle einer Erhöhung der Zahl der PV-Module verwendet werden. Diese wäre zwar windabhängig, würde aber lichtunabhängig Tag und Nacht und auch im Winter Strom erzeugen. Insbesondere unter dem Blickwinkel, dass Elektrofahrzeuge normalerweise tagsüber fahren und nachts geladen werden, wäre dies eine gute Ergänzung für das Carport. Als Beispiel ist folgende Windturbine dargestellt:²⁵

²⁴ vgl. Abschnitt 3.1.1.7

²⁵ vgl. <http://www.turbina.de/de/page/te-20-turbine>



- Weltweit niedrigste Anlaufgeschwindigkeit 1,5 m/s zur Stromproduktion
- Leiser als der Wind (< 34 dB) lt. Schallgutachten
- Keine Vibrationsentwicklung
- Wartungsarm
- Hohe Sicherheit - keine offen rotierenden Teile
- Unabhängig von der Windrichtung
- Optimal geeignet für hybride Lösungen in Verbindung mit Photovoltaik und anderen Energiequellen
- Allwetterfest (Regen, Eis, Hitze, Salz, Sand)
- Made in Germany

Windturbine Typ	Turbine mit vertikaler Achse
Nennleistung	1.000 W bei 14 m/s (Netzeinspeisung)
Stromproduktion	ab 1,5 m/s
Abschaltung	aerodynamische Drehzahlbegrenzung ab 30 m/s
Windspitzen	55 m/s (200 km/h), Windzone 1-4
Rotorabmessungen	1,20 m x 1,66 m (BxH)
Abmessungen TURBINA	1,84 m x 1,87 m (BxH)
Wartungsbremse	Scheibenbremse
Gesamtgewicht	235 kg
Generator	Permanentmagnet / Induktiv
Material	Aluminium eloxiert / Edelstahl
Vibrationen	keine
Geräuschentwicklung	32,7 dB bei 6 m/s aus 16 m Entfernung
Netzeinspeisung	230 V, 50 Hz., AC (alternative Konfigurationen verfügbar)
Garantie	2 Jahre Herstellergarantie (erweiterbar)
Jährlicher Energieertrag:	2 m/s: 96 kWh
(bei durchschnittlicher Windgeschwindigkeit, Weibull-Formfaktor 2)	3 m/s: 230 kWh
	4 m/s: 460 kWh
	5 m/s: 810 kWh
	6 m/s: 1.270 kWh
Windgeschwindigkeiten zutreffend für 95% der Erdoberfläche	7 m/s: 1.820 kWh
	8 m/s: 2.420 kWh
	9 m/s: 3.110 kWh

Abbildung 26: Produktübersicht zu einer Windturbine mit vertikaler Achse

Verantwortlichkeit

Kannegiesser

3.1.1.5 Rechtlicher Rahmen

Für Solar-Carport-Projekte gelten in NRW die Festsetzungen des jeweiligen Bebauungsplanes. Ist kein Bebauungsplan vorhanden, so gelten die gesetzlichen Vorschriften für die Errichtung von Carports und Garagen.

Durchfahrtshöhen und -breiten eines Carport:

Laut BbgGStV §4 Abs. 1 muss der Carport min. 5 m lang und 2,30 m (3,50 m für Behinderte) breit sein. Bei Begrenzung durch Stützen bis 0,1 m erhöht sich die Breite jeweils um weitere 0,1 m. Gemäß BbgGStV §6 muss die lichte Höhe in zum Befahren oder Begehen geeigneten Bereichen mindestens 2 m betragen.

Konstruktive Anforderungen, Statik und Normen:

Es gelten für Carport-Projekte die nachfolgenden, in allen Bundesländern geltenden DIN-Normen:

DIN 1045 / Tragwerke aus Beton, Stahlbeton

DIN 1054 / Zulässige Baugrundbelastung

DIN 1055 / Einwirkungen auf Tragwerke

DIN 4113 / Aluminiumkonstruktionen

Jeweils im Zusatz: „unter vorwiegend ruhender Belastung“.

Anfahrtschutzmaßnahmen:

Zwischen Garagen und Fahrbahnen öffentlicher Verkehrsflächen müssen Zu- und Abfahrten von mind. 3 m Länge vorhanden sein (BbgGStV §2 Abs. 1).

Grenzständige Errichtung:

Die Gesamtlänge des grenzständig zulässigen Carports darf das Maß von 9 m entlang einer Nachbargrenze und von 15 m entlang aller Nachbargrenzen nicht überschreiten.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

3.1.1.6 Baugenehmigungsverfahren für Solar-Carports

Im Allgemeinen muss für einen Solar-Carport in NRW ein Bauantrag gestellt werden. Hierbei muss die Errichtung der Carports von einem Entwurfsverfasser – das kann ein Architekt oder Bauingenieur sein - beantragt werden. Grundlage ist das „Vereinfachte Genehmigungsverfahren“ nach §68 der LBO NRW.

Zu einem vollständigen Bauantrag gehören die folgenden Unterlagen:

1. Bauantragsformular
2. Baubeschreibung mit Herstellungskosten
3. Bauzeichnung mit Grundriss, Ansichten und Schnitte
4. Übersicht zur Statik
5. Aktueller, einfacher Lageplan des Baugrundstückes im Maßstab 1 : 500, in dem der Carport eingezeichnet und vermaßt ist

6. Formular für das "Vereinfachte Baugenehmigungsverfahren" bzgl. des Entwurfs mit Unterschrift des Entwurfsverfassers (Architekt oder Bauingenieur)
7. Formular für das "Vereinfachte Baugenehmigungsverfahren" bzgl. der Statik mit Unterschrift des Aufstellers der Statik
8. Vom Bauherren und Entwurfsverfasser unterzeichneter Bauantrag

Der Ablauf des Baugenehmigungsverfahrens kann gem. folgender Abbildung zusammengefasst werden.

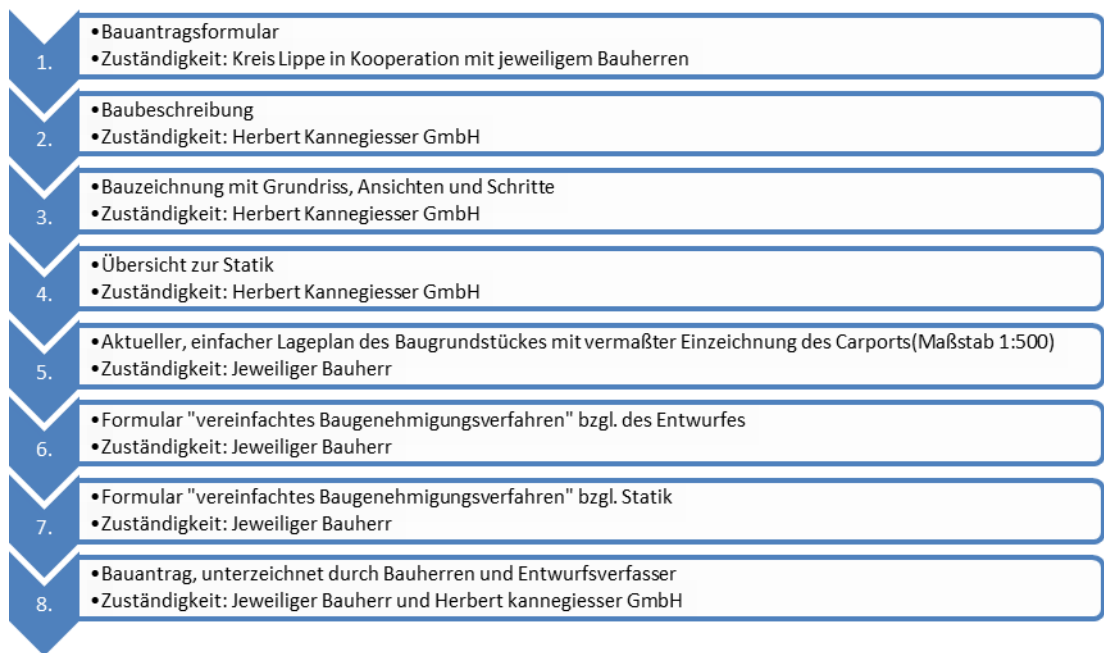


Abbildung 27: Sequenzdiagramm Baugenehmigungsverfahren

Die im Testumfeld einzusetzenden Solar-Carports sind wie zuvor beschrieben genehmigen zu lassen.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu:

Kannegiesser

Bauherren der Carports

3.1.1.7 Struktur, Potenzial und technische Auslegung der Carports im Testumfeld EMiLippe

In diesem Abschnitt werden zwei Varianten von Doppel-Solar-Carports betrachtet. Variante 1 entspricht dabei dem Modell eines ehemaligen Herstellers solcher Produkte zur Veranschaulichung der derzeit marktgängigen Lösungen sowie zur Beschreibung notwendiger Charakteristika (Fundament, Dachneigung etc.) und Variante 2 ist der im Projekt „EMiLippe“ konzipierte Carport.

Variante 1: Recherche Kreis Lippe

Um zu eruieren, an welchen marktgängigen Lösungen man sich im Zusammenhang mit Solar-Carports orientieren muss, hat der Kreis Lippe nach einer ersten Anforderungsanalyse diverse Recherchearbeiten angestellt. Die im Testumfeld des Projektes einzusetzenden Solar-Carports sollen jeweils 2 Fahrzeugen gleichzeitig Schutz- und Ladefunktion bieten. Mittlerweile werden von zahlreichen Anbietern derartige Doppel-Carports mit aufgesetztem Photovoltaik-Dach angeboten. Die projektierten Anlagen verwenden die aktuell verfügbaren Standard-PV-Module mit Wirkungsgraden von 15% - 22%.

Angenommen wird ein Grund-Carport für zwei PKW mit einer typischen Dachgröße von ca. 30 m² und einem Modulneigungswinkel von ca. 10° - 15°. Auf diesem Dach kann eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von bis zu ca. 5 kW installiert werden.

Das Trägerwerk besteht aus Stahl mit einem oben aufliegendem Trapezblech, auf dem die PV-Module aufgebracht werden.

Da zur Zeit noch nicht festgelegt ist, wie die zum Projektende noch voll funktionsfähigen Solar-Carports weiterverwendet werden, ist bei der Fundamentierung darauf zu achten, eine nach Möglichkeit unaufwendige Entkapselung der Bodenträger bereits beim Aufbau vorzubereiten.

Darüber hinaus müssen die weiteren Bestandteile des Energiestellplatzes (Energiespeicher, Ladestation mit 2 Ladepunkten, Netzanschluss) baulich integriert werden.

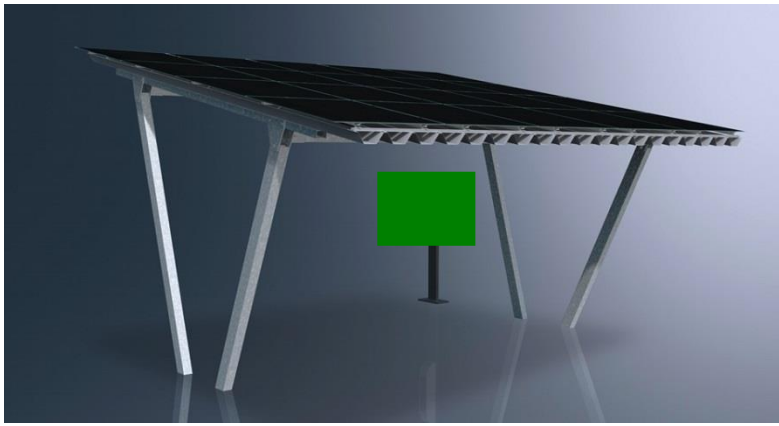


Abbildung 28: Beispielhaftes Solar-Carport

Die folgenden Abbildungen zeigen eine prototypische Ausführung zu einem Doppel-Solar-Carport als Vergleichsmodell zu dem im Projekt „EMiLippe“ entwickelten Energie-Stellplatz (Variante 2). In der zunächst dargestellten Seitenansicht lässt sich der Unterschied der Durchfahrthöhe an den beiden Enden des Carports (in diesem Fall 2,20 m zu 3,20 m) erkennen.

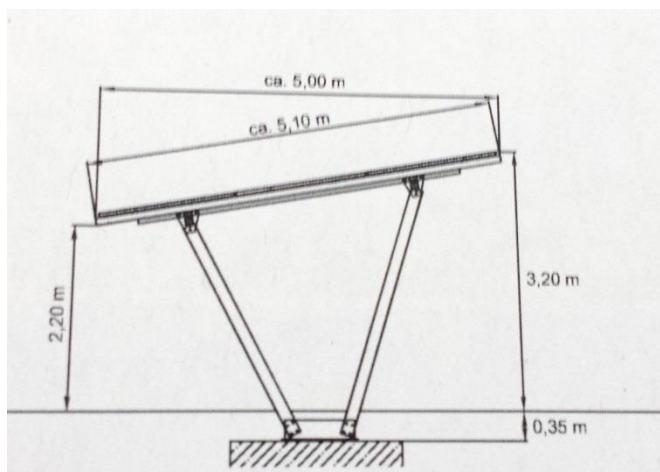


Abbildung 29: Konstruktionszeichnung eines Solar-Carports im Querschnitt

Die Frontansicht hingegen verdeutlicht den relativ geringen Neigungswinkel (in diesem Fall ca. 10°).

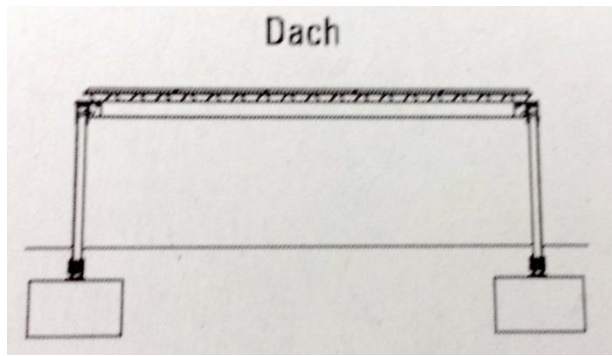


Abbildung 30: Frontansicht eines Solar-Carports

Grunddaten skizzierter Prototyp (Variante 1):

Abmessungen:	6,10 m x 5,00 m
Stellplatz:	3,00 m x 5,00 m
Neigungswinkel:	10°
Modulbesatz:	18 Stk., (1.638 mm x 982 mm)
Leistung:	< 5 kW
Fundament:	Beton (C25/30 + BSt 500(A) Richtwerte 2,10m x 1,00m x 0,60m (LxBxT)
Stahlbau:	Schichtdicke 70 µm
Schnee- und Windlastzone:	Zone 2

Variante 2: Entwurf Ralf Schroeder, Herbert Kannegiesser GmbH

Die im Testumfeld des Projektes einzusetzenden Solar-Carports sollen jeweils zwei Fahrzeugen gleichzeitig Schutz- und Ladefunktion bieten. Mittlerweile werden von zahlreichen Anbietern derartige Doppel-Carports mit aufgesetztem Photovoltaik-Dach angeboten. Die projektierten Anlagen verwenden die aktuell verfügbaren Standard-PV-Module mit Wirkungsgraden von 15% - 22%.

Angenommen wird ein Grund-Carport für zwei PKW mit einer typischen Dachgröße von ca. 40 m² und einem Modulneigungswinkel von ca. 10°. Auf diesem Dach kann eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von bis zu ca. 6 kW installiert werden.

Das Trägerwerk besteht aus Stahl mit einem oben aufliegendem Trapezblech, auf dem die PV-Module aufgebracht werden.

Da zur Zeit noch nicht festgelegt ist, wie die zum Projektende noch voll funktionsfä-

higen Solar-Carports weiterverwendet werden, ist bei der Fundamentierung darauf zu achten, eine nach Möglichkeit unaufwendige Entkapselung der Bodenträger bereits beim Aufbau vorzubereiten.

Darüber hinaus müssen die weiteren Bestandteile des Energiestellplatzes (Energiespeicher, Ladestation mit 2 Ladepunkten, Netzanschluss) baulich integriert werden.

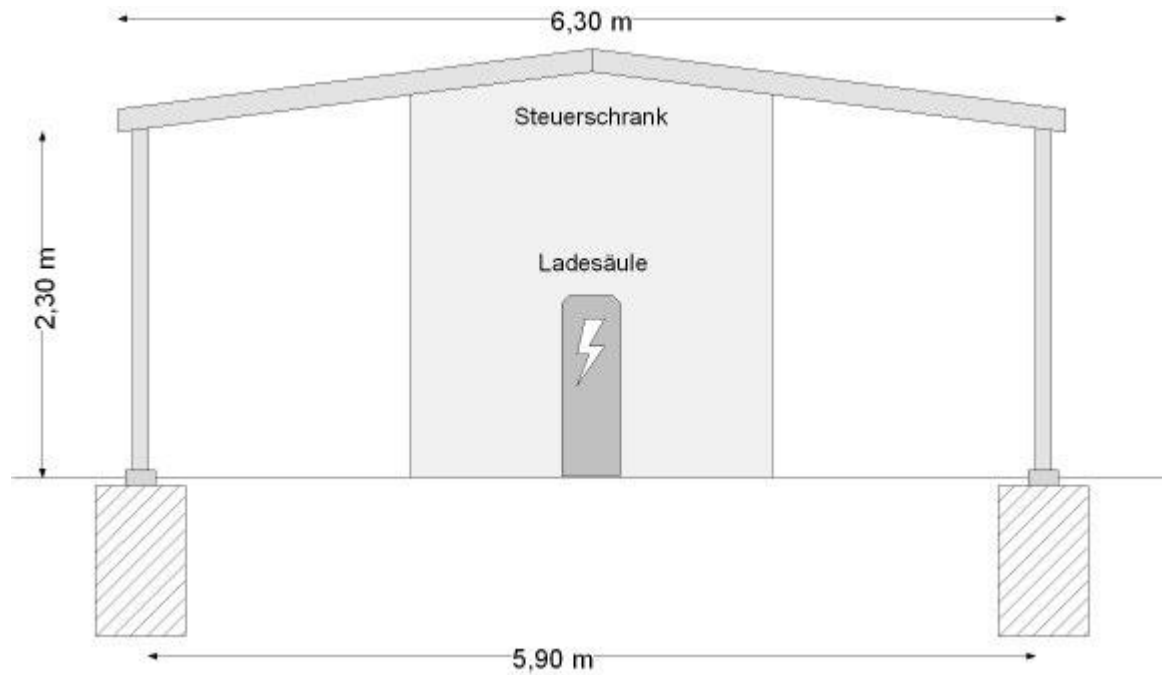


Abbildung 31: Frontansicht eines Solar-Carports

Die Abbildung zeigt eine prototypische Ausführung.

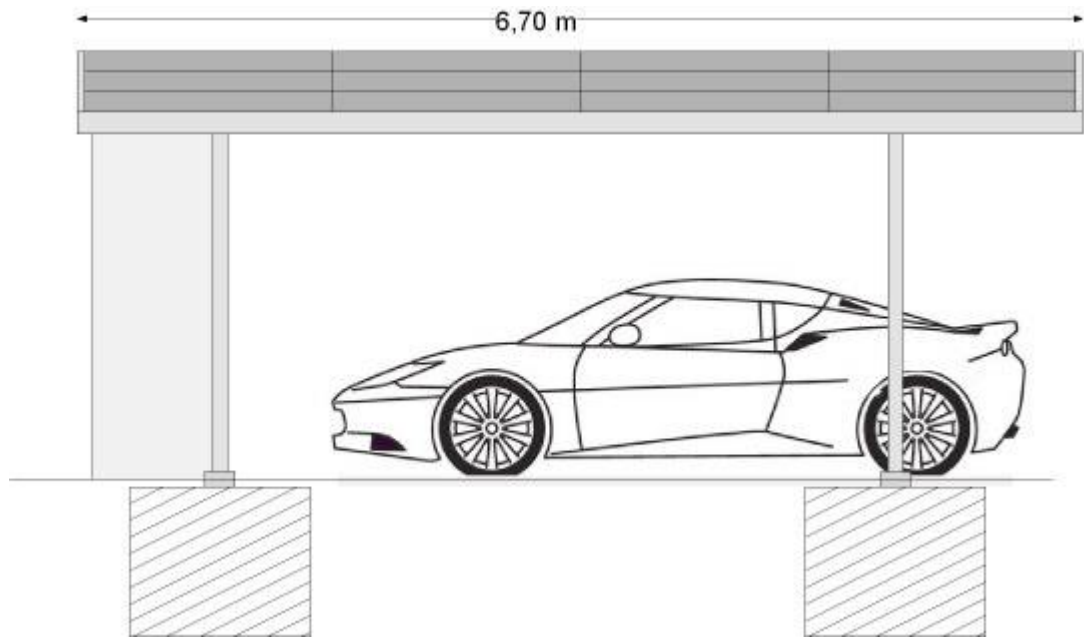


Abbildung 32: Seitenansicht eines Solar-Carports

In der Seitenansicht dieses Entwurfs ist die Ladesäule bereits in den Steuerschrank integriert.

Grunddaten skizzierter Prototyp (Variante 2):

Abmessungen:	6,30 m x 6,70 m
Stellplatz:	2,30 m x 5,70 m (Standard) 3,50 m x 5,70 m (Behinderte)
Neigungswinkel:	ca. 7°-15°
Modulbesatz:	24 Stk., (1638 mm x 982 mm)
Leistung:	> 6 kW
Fundament:	Beton (C25/30 + BSt 500(A))
Stahlbau:	Schichtdicke 70 µm
Schnee- und Windlastzone:	Zone 2

Grunddaten der technischen Ausstattung laut Herbert Kannegiesser GmbH:

Bezeichnung	Hersteller	Daten/Allgemeines
PV Module	Viessmann	18 Module (mind. 255 Watt) Gesamtleistung mind. 4590 Watt
PV Wechselrichter	SMA	Sunny Boy SB 5000 TL mit SPEED-WIRE/WEBCONNECT Piggy-Back
Batterie Wechselrichter	SMA	Sunny Island 6.0 H mit Speedwire Datenmodul SWDMSI-xx

Energiespeicher	SONY	Lithium Eisen Phosphat - Technologie Rack mit max. 8 Speichermodulen je 1,2 kWh Typ IJ 1001M mit Batteriecontroller IJ1002C
Netztrennung		allpolige Trennung mit Ersatzstromver- sorgung bei Netzausfall
Energiezähler	SMA	SMA Energy Meter Netzbezug und Netzeinspeisung, Speedwire Kommunikation
Energiemanager	SMA	Sunny Home Manager. Energiemana- ger für die zeitlich optimale „Abstim- mung“ von Erzeugung und Verbrauch. <ul style="list-style-type: none"> • Kommuniziert mit den Wechsel- richtern und dem Smart Energy Meter • Erlernt typische Verbrauchspro- file • Empfängt standortbezogene Wet- terprognose • Gibt Handlungsempfehlungen für optimierten Verbrauch • Schaltet SMA Funksteckdosen automatisch (hier irrelevant) • Soll als Referenz für die Entwick- lung des ESP-EMS dienen.
Router	Phoenix Contact	TC mGuard RS4000 3G Router für die sichere Verbindung in das Intranet/Internet. VPN, DSL (WAN), 3G Mobilfunk
Industrie-PC	(Kannegiesser)	Fanless Embedded Computer Powered by Intel ® Celeron® Processor J1800
Switch	Phoenix Contact	Industrial Ethernet Switch – FL SWITCH SFN 8GT - 2891673
Stromversorgung	Phoenix Contact	z.B. Stromversorgung - QUINT-PS/ 1AC/24DC/ 5 - 2866750

Tabelle 5: Grunddaten technische Ausstattung Solar-Carport Herbert Kannegiesser GmbH Variante 2

Umsetzung

Im Rahmen eines Projekttreffens einigte sich das Konsortium auf die Variante 2. Auf Basis des Entwurfes resultiert ein detaillierter Architektur- und Statik-Entwurf durch das von der Firma Kannegiesser beauftragte Unternehmen „Wannenmacher + Möller GmbH“ aus Bielefeld. In den folgenden Abbildungen sind der Grundriss sowie sämtliche Details zum Schnitt mit den entsprechenden Maßangaben zu erkennen.

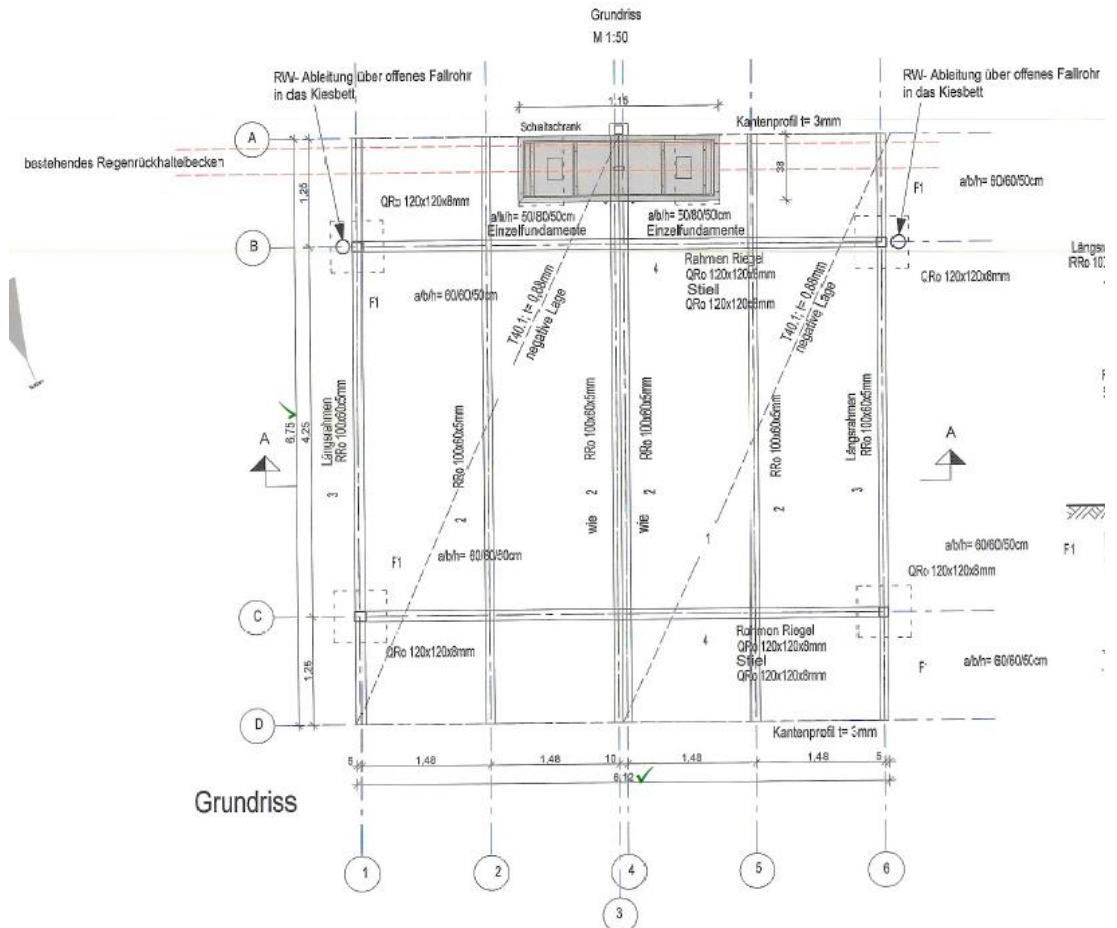


Abbildung 33: Grundriss zum Doppel-Solar-Carport im Projekt „EMiLippe“

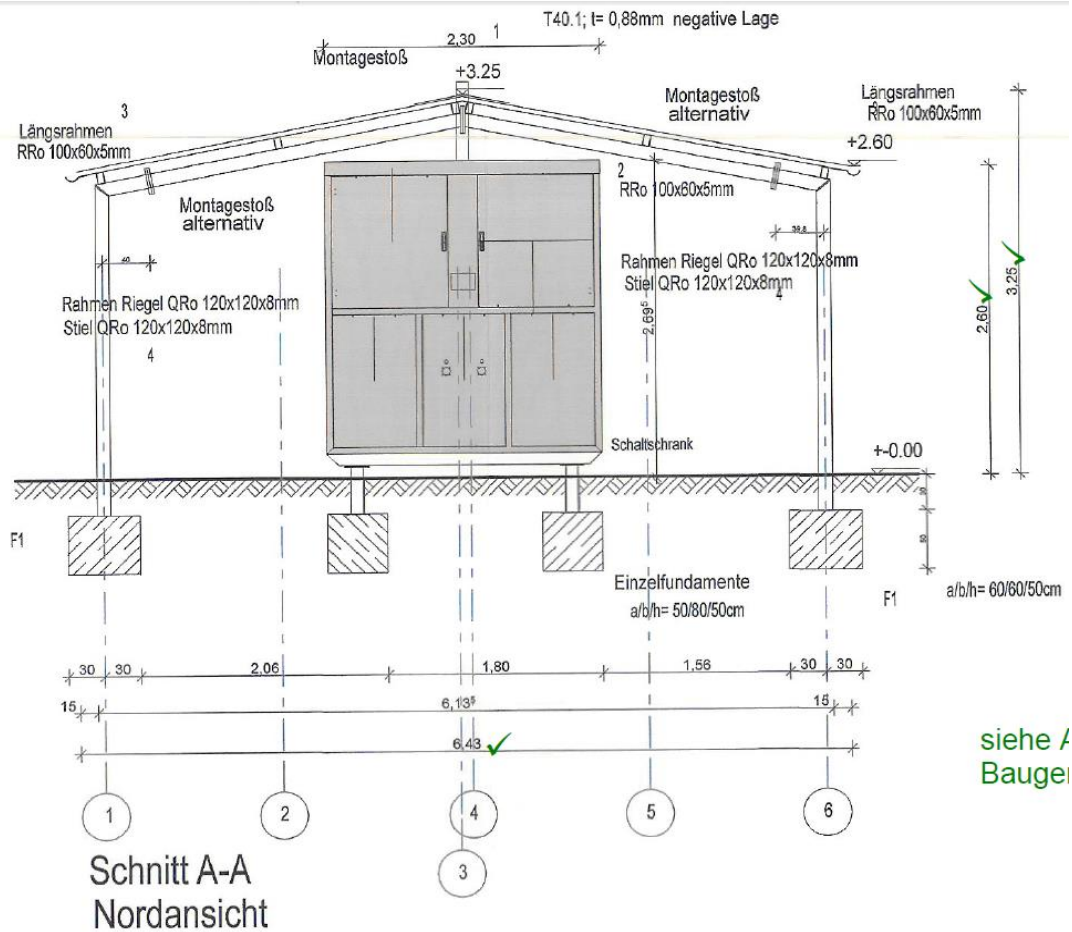


Abbildung 34: Frontansicht zum Doppel-Solar-Carport im Projekt „EMiLippe“

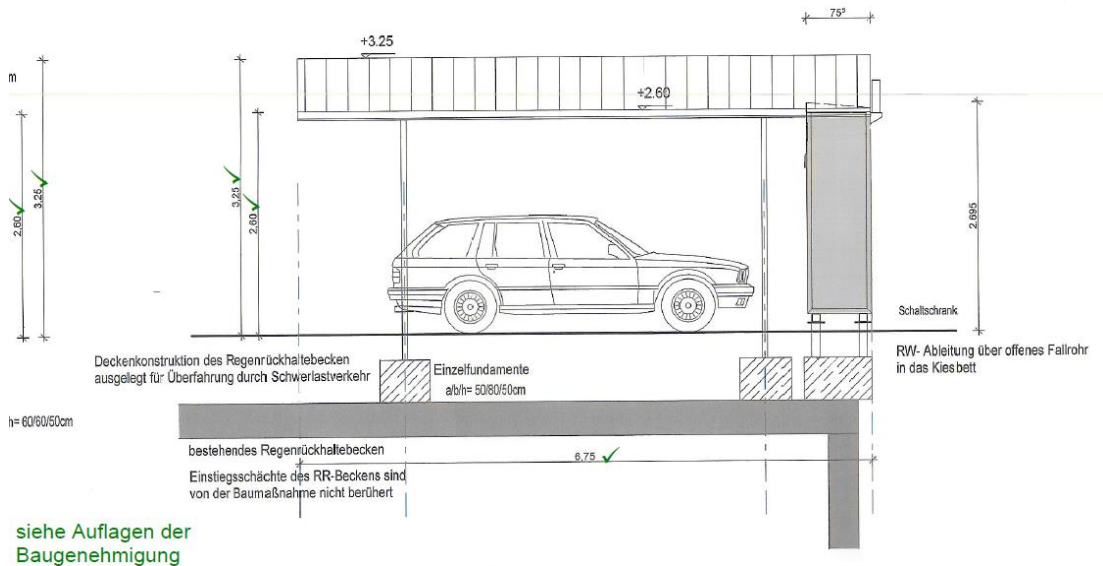


Abbildung 35: Westansicht zum Doppel-Solar-Carport im Projekt „EMiLippe“



Abbildung 36: Aufbau des Prototypens auf dem Firmengelände der Herbert Kanngiesser GmbH

Verantwortlichkeit

Kanngiesser

Liefert zu:

Kreis Lippe

3.1.1.8 Struktur und Aufbau des Testumfelds

Die Standorte der 6 geplanten Testanlagen wurden im Projektverlauf von den beteiligten Partnern festgelegt. Auf dieser Basis hat der Kreis Lippe in Kooperation mit dem jeweiligen Standort-Partner das Baugenehmigungsverfahren durchgeführt und den Aufbau des Energiestellplatzes mit der technischen Unterstützung der weiteren Projektpartner vor Ort koordiniert.

Im Folgenden werden die Standorte der sechs Energie-Stellplätze benannt und die notwendigen Arbeiten mittels einiger Bilder illustriert. Die Reihenfolge richtet sich nach dem Datum der Fertigstellung des jeweiligen Stellplatzes.

Umsetzung

Herbert Kannegiesser GmbH, Kannegiesserring 7, 32602 Vlotho

Der 1. Carport (Prototyp) wurde in der Zeit von Dezember 2014 bis März 2015 auf dem Gelände der Firma Kannegiesser in Vlotho errichtet. Die Inbetriebnahme erfolgte am 02.04.2015. Im ersten Betriebsjahr wurden insgesamt 5061 kWh regenerativer Energie erzeugt. Damit ist die zuvor errechnete Gesamtleistung (Prognose) von ca. 5010 kWh erreicht worden.

Die Besonderheit bei dem Prototyp ist das Bi-direktionale Laden von Staplerbatterien und die Messdatenerfassung von Spannung, Strom und Leistung am Energiebus sowie die Erfassung von Außen- und Innentemperatur am Schaltschrank.



Abbildung 37: 1. Carport - Fa. Kannegiesser (Vlotho)

Die folgende Abbildung zeigt die Messdatenerfassung vom 03.02.16. Zu dieser Zeit wurde kein Fahrzeug geladen, es erfolgte aber eine Aufladung der Speicherbatterie. Die Pfeile können die Richtung wechseln, so dass immer die aktuelle Stromrichtung angezeigt wird. Die Außentemperatur betrug um 10:18 Uhr 2,8 °C. Alle Daten werden auf einer SD-Karte gespeichert, eine Online-Beobachtung ist ebenfalls möglich.

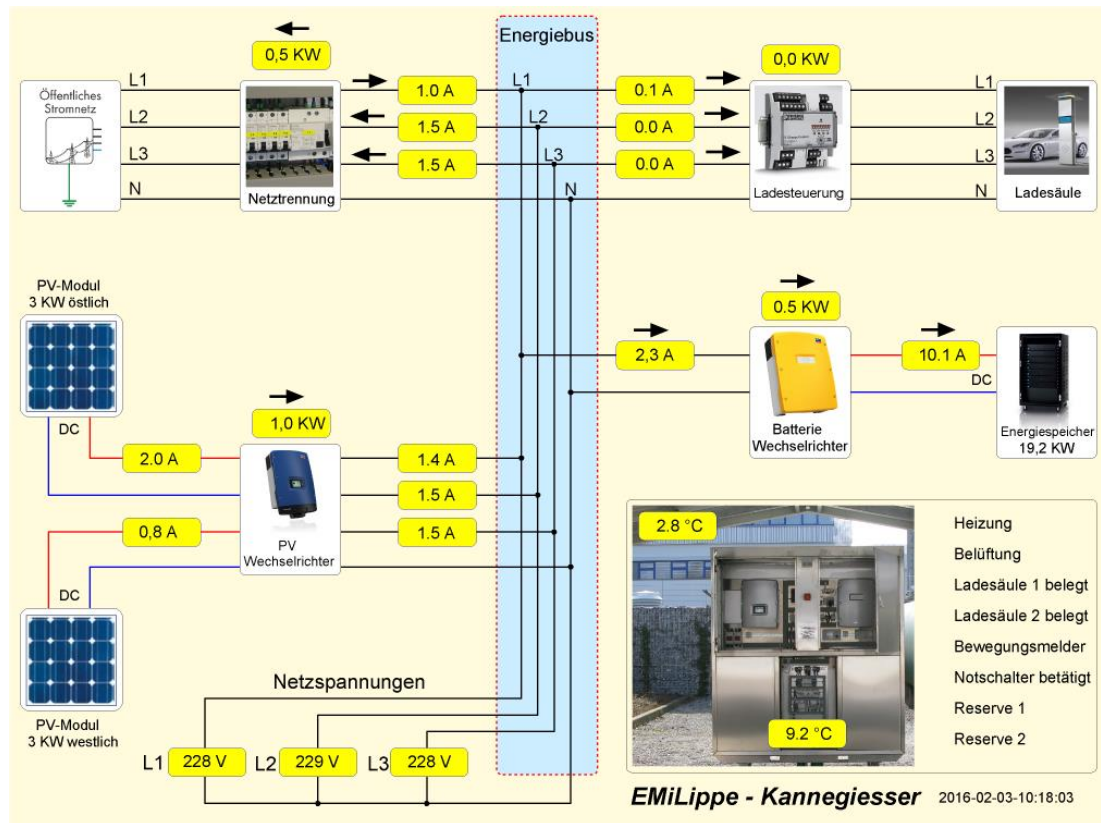


Abbildung 38: Messdatenerfassung (Oberfläche)

Innovationszentrum für Elektromobilität und Erneuerbare Energie im Ländlichen Raum, Energiepark 2, 32694 Dörentrup-Wendlinghausen

Der Aufbau des 2.Carports fand in der Zeit von Mai 2015 bis Juli 2015 statt. Die Inbetriebnahme erfolgte am 23.07.2015. Der Standort ist das „Innovationszentrum für Elektromobilität und Erneuerbare Energie im Ländlichen Raum“ in Dörentrup. Die nachstehende Abbildung zeigt den Fundamentbau des Carports.



Abbildung 39: Fundamentbau am Carport in Dörentrup-Wendlinghausen

Das nächste Bild zeigt den Aufbau des Gestelles des Carports am Innovationszentrum in Dörentrup-Wendlinghausen.



Abbildung 40: Gerüstaufbau am Carport in Dörentrup-Wendlinghausen

Die folgende Abbildung zeigt dann den fertiggestellten Carport bei einer Beladung eines VW „e-Golf“.



Abbildung 41: Carport – Innovationszentrum in Dörentrup

itelligence AG, Königsbreite 1, 33605 Bielefeld

Das 3.Carport wurde Ende August 2015 bei itelligence in Bielefeld aufgebaut. Die Inbetriebnahme erfolgte am 02.09.2015.



Abbildung 42: Carport – itelligence (Bielefeld)

Hochschule Ostwestfalen-Lippe / Centrum Industrial IT (CIIT), Langenbruch 6, 32657 Lemgo

Der Aufbau des 4. Carports am Centrum Industrial IT in Lemgo erfolgte im September 2015. Die Inbetriebnahme war am 18.01.2016.

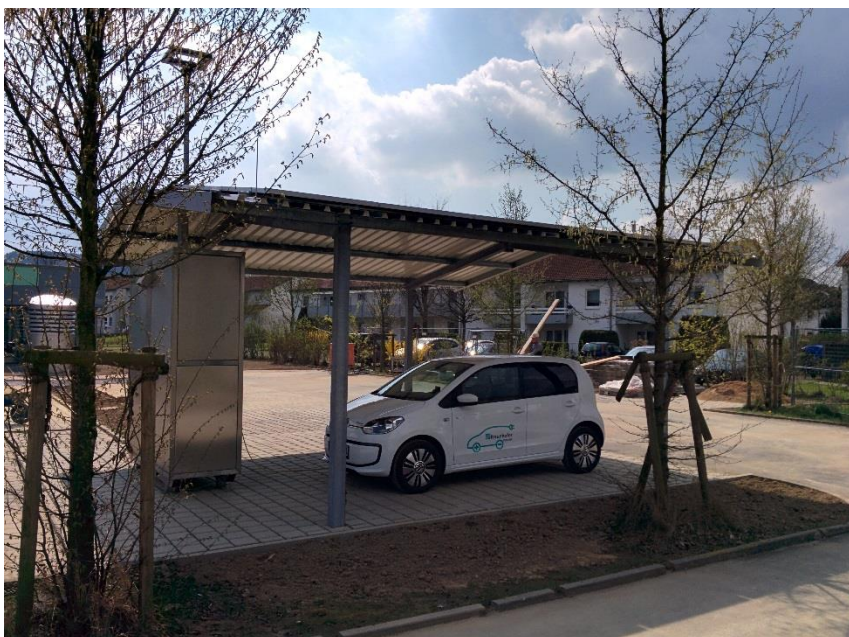


Abbildung 43: Carport – Centrum Industrial IT (Lemgo)

Kreis Lippe Der Landrat, Felix-Fechenbach-Str. 5, 32756 Detmold

Mit den Bauarbeiten des 5. Carport des Projektes am Kreishaus in Detmold wurde im Dezember 2015 begonnen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Fundamentarbeiten am Kreishaus.



Abbildung 44: Carport – Fundamentarbeiten am Kreishaus (Detmold)

Der Aufbau des Schaltschrankes erfolgte dann Ende Februar 2016 und die Inbetriebnahme schlussendlich am 21.04.2016.



Abbildung 45: Carport – Aufbau des Schaltschrankes am Kreishaus (Detmold)

Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Emilienstraße 45, 32756 Detmold

Der 6. und letzte Projekt-Carport wurde am Detmolder Standort der Hochschule Ostwestfalen-Lippe aufgebaut.



Abbildung 46: Carport – Aufbau des Schaltschrankes an der Hochschule OWL (Detmold)

Die Inbetriebnahme erfolgte am 22.6.2016.



Abbildung 47: Carport – Carportanlage nach Abschluss der Baumaßnahme an der Hochschule OWL (Detmold)

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Kannegiesser

3.1.2 Speicher

Funktionalität

In diesem Abschnitt erfolgt die Spezifikation der einzusetzenden Speicher im Hinblick auf ihre Beschaffenheit und benötigten Kapazitäten. Die Auswahl der Batterien soll einerseits in Abhängigkeit von den jeweiligen Standortbedingungen erfolgen, andererseits jedoch v.a. Umweltaspekte berücksichtigen. Weitere Entscheidungskriterien wirtschaftlicher Art sind die Kapazität sowie der Return on Investment (RoI).

Abgrenzung

Blei-Akku:²⁶

- hohes Gewicht
- niedrige Energiedichte 25 bis 35 Wh/kg
- werden standardmäßig in Staplern eingesetzt bspw. großer Stapler: 72 kWh: 80 V x 900 Ah
- liefert kurzzeitige hohe Stromstärken
- begrenzte Anzahl an Ladezyklen (Staplerbatterie ca. 1.000 Ladezyklen)
- die Akkus können teilweise nur zu 40-60% entladen werden
- Risikomaterial Blei / Umweltverträglichkeit fraglich (ROHS)
- große Temperaturabhängigkeit / nicht Kältefest
- bei Ladevorgängen kann Knallgas entstehen, Knallgas ist durch Funken entzündbar und gefährlichen Verpuffungen sind möglich
- laden in geschlossene Räume nur wenn diese belüftet sind
- relativ günstig

Lithium-Ionen-Akku:²⁷

- hohe Energiedichte 95-190 Wh/kg, Leistungsdichte 300–1.500 W/kg
- kein / geringer Memory-Effekt
- nach 1.000 Zyklen immer noch 80% der Anfangskapazität
- fast 100% entladbar
- mechanische Beschädigungen -> Kurzschluss, Gehäuse schmelzen und Brand

²⁶ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Bleiakkumulator>

²⁷ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Lithium-Ionen-Akkumulator>

- chemische Reaktion Lithium mit Wasser -> leicht brennbar
- Thermische Überlastung -> Kurzschluss, Brand und Explosion
- Ladung muss kontrolliert und überwacht erfolgen

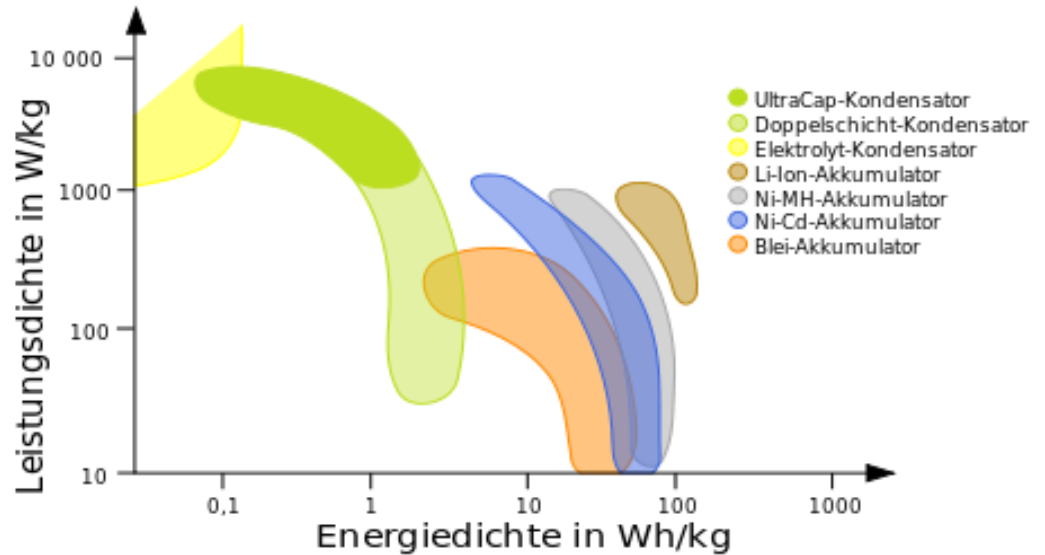


Abbildung 48: Vergleich von Leistungs- und Energiedichte einiger Energiespeicher (Ragone-Diagramm)

Lithium-Eisen-Phosphat-Akku:²⁸

- Energiedichte ca. 90 Wh/kg, Leistungsdichte bis zu 3.000 W/kg
- kein Memory-Effekt
- hohe Sicherheit: eigensicher aufgrund des festen Elektrolyt und der Zellchemie; keine Brand- oder Explosionsgefahr selbst unter extremen Bedingungen
- Hohe Ladeströme möglich (0,5 C – 3 C) Puls-ladeströme bis 6 C (10s)
- geringe Selbstentladung
- geringes Gewicht
- lange Lebensdauer (nach 10.000 Zyklen Restkapazität der Batterie > 75%)
- 100% entladbar
- großer Einsatztemperaturbereich bspw. -15°C bis +60°C
- dürfen nur mit speziellen Ladegeräten geladen werden

²⁸ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Lithium-Eisenphosphat-Akkumulator> und <http://www.akuwerk.de/index.php/faq>

rechtzeitig beim Erreichen der Entladespannung pro Zelle abschalten
(Balancer)

- dürfen niemals ohne Balancer-Anschluss zu Packs verbaut werden
- dürfen für industrielle Packs nur mit Lastmodul oder Tiefentladeschutz (BMS) konfektioniert werden

Umsetzung

Batterieauswahl

Aufgrund der Eigensicherheit, des breiten Einsatztemperaturbereichs und der hohen Zyklenzahl wurden im Projekt „EMiLippe“ Lithium Eisen Phosphat Batterien eingesetzt.

Die Wahl fiel auf das modulare LiFePO₄ System Olivine von Sony. Hierbei können an einem Ladecontroller bis zu 16 der 1,2 kWh Olivine (LiFePO₄) Module in bis zu 2 Racks eingesetzt werden.²⁹ Die Modularität ist im Projekt vorteilhaft, da die Anzahl der Batterieeinheiten, die im Carport benötigt werden, anhand der Erfahrungen aus dem Feldtest der Prototypen bestimmt werden kann. Wird eine externe PV oder ein zweites Carport angebunden, können entsprechend mehr Batteriemodule verbaut werden.



Abbildung 49: LiFePO₄ System Olivine von Sony (Stromspeicher Modul und Controller mit Speicher Modulen)

²⁹ vgl. <http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/201104/11-053E/>

Technische Daten

	Speichermodul	Residential System <small>(Speichermodul + Controller)</small>
Kapazität	1,2 kWh (24 Ah)	4,8 bis 19,2 kWh (96 bis 384 Ah)
Nennspannung / Max. Leistung / Max. Entladungsstrom	51,2 V / 2,5 kW / 50 A	51,2 V / 5 kW / 100 A
Ladespannung	57,6 V	
Lagerungstemperatur	-40 deg. C bis +65 deg. C	
Betriebstemperatur	Entladung: -20 deg. C bis +60 deg. C / Ladung: 0 deg. C bis +45 deg. C	
Lebensdauer	bis 20 Jahre (8000 Zyklen)	
Gewicht	Ca. 17 kg	Ca. 77 bis 280 kg

Tabelle 6: Technische Daten zum Stromspeicher Modul und zum Controller mit Speicher Modulen des LiFePO4 System Olivine von Sony³⁰

Die folgende Skizze zeigt die Anordnung der Bauteile in dem neu zu entwickelnden Steuerschrank für den Solar-Carport. Die blau gefärbten Regale entsprechen dem modularen LiFePO4 System Olivine von Sony, während die orange eingefärbten Kästen den Platz für die Wechselrichter zu den Viessmann-Solarpanels „Vitovolt 300 P250 PGHA“ andeuten.

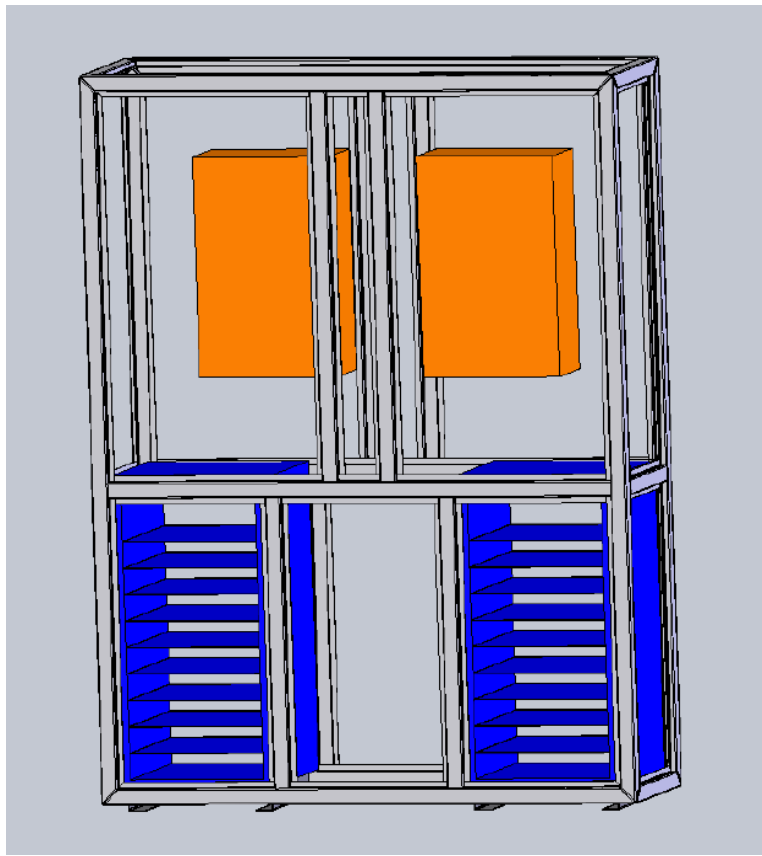


Abbildung 50: Skizze zum Steuerschrank im Projekt "EMiLippe"

Da sich die Steuerschränke im Außenbereich befinden werden Sie aus hochwertigem rostfreiem Edelstahl hergestellt. Im vorderen Bereich befinden sich zwei große Türen

³⁰ vgl. http://download.solarshop.net/uploads/Sony_LiFePO4.pdf

um an die beiden Wechselrichter und an die Steuerung zu gelangen. Die Rück- und Seitenwände sind wegen der Montage und Verdrahtung der einzelnen Komponenten steckbar ausgeführt. Die folgende Abbildung zeigt die Montage des ersten Steuerschranks (Prototyp).



Abbildung 51: Montage des Steuerschranks im Projekt "EMiLippe"

Das nächste Bild zeigt den Steuerschrank für den Prototypen in Vlotho.



Abbildung 52: Steuerschrank (Prototyp) am Standort Kannegiesser ohne mittlere untere Steckwand

Aus den gewonnenen Erkenntnissen erfolgte noch ein Re-Design des Steuerschranks und der internen Anordnung einzelner Elektrokomponenten. Die Racks der Spei-

cherbatterien sind nun um 90° gedreht, so dass nun die einzelnen Batterien durch die mittlere untere Tür, die neu hinzugekommen ist, zu bestücken sind. Auch der Controller von Sony ist jetzt gut zu bedienen. Die Rückwand ist jetzt komplett verschweißt und besteht nicht mehr aus Steckwänden. Dadurch kann das Carport nun direkt an Wänden gestellt werden.

Alle Wartungs- und Servicearbeiten können jetzt von vorne erledigt werden.



Abbildung 53: Aktuelle Ausführung vom Steuerschrank nach dem Re-Design

Schnittstellen

s. Übersicht in Tabelle 5

Verantwortlichkeit

Kannegiesser

Liefert zu:

FhG IOSB-INA

OWITA

3.1.3 Ladesäule

Funktionalität

Im Rahmen des Projekts wurde ein modulares und in seiner Leistungsklasse skalierbares Ladestationskonzept entwickelt, welches optimal für die jeweiligen lokalen, unternehmensspezifischen Anforderungen konfiguriert werden kann. Hierbei fließen sowohl die aktuell und zukünftig verfügbaren Elektrofahrzeuge mit ihrer jeweiligen Ladecharakteristik, die spezifischen Nutzungsmuster als auch die zur Verfügung stehende regenerative Energieeinspeisung und ggf. lokale Speicherung in die Systemauslegung ein.

Auf dem Markt sind aktuell Elektrofahrzeuge mit unterschiedlichen Ladekonzepten verfügbar: Folgende Fahrzeugkonzepte werden in diesem Projekt berücksichtigt:

- Einphasiges AC-Laden (typischerweise bis 4,6 kW)
- Dreiphasiges AC-Laden (typisch 11 oder 20 kW, max. 40 kW)
- Einphasiges AC-Laden (3,7... 4,6 kW) und DC-Laden (typisch 50... 80 kW)

Mit höheren Ladeleistungen lassen sich entsprechend kürzere Ladezeiten erreichen. Da die eingesetzten Fahrzeugtypen und Mobilitäts- und Verfügbarkeitsanforderungen bei den Projektteilnehmern sehr unterschiedlich sind, wurden sowohl AC als auch DC Ladekonzepte berücksichtigt.

AC-Ladestation:

Da dreiphasige Ladestationen nur geringfügig aufwendiger als einphasige Stationen sind und an dieser sowohl ein- als auch dreiphasig geladen werden können, wurden diese nur als dreiphasige Systeme ausgeführt. Die Skalierung zu höheren Leistungsklassen erfolgt dabei durch den Einsatz entsprechend bemessener Schutz- und Schaltgeräte. Der damit verbundene Mehraufwand hält sich dabei in Grenzen.

DC-Laden:

Ein wesentlicher Kostentreiber hierbei ist die Leistungselektronik des Off-Board Ladegerätes. Daher wurde modulares Leistungselektronikkonzept entwickelt, dass in der Leistung einfach skaliert werden kann und auf die Leistungsdaten des Energie-

stellplatz (PV-Leistung, Abgabeleistung Speicher, max. Netzbezug), der Fahrzeuge, und der angestrebten Ladezeiten angepasst werden kann.

Beide Ladestationskonzepte werden über Ethernet / Modbus TCP an das ESP-EMS mit ihren jeweiligen Leistungsdaten angebunden. Das Bedienerinterface wurde über einen Panel-PC umgesetzt, der mittels Web-Interface auf das System zugreift.

Neben der Standard-Kommunikation zum Fahrzeug entsprechend der IEC 61851-1 wurde die Hardware für eine High-Level Kommunikation nach ISO/IEC 15118 implementiert. Für Fahrzeuge, die für das DC-Laden nach dem CCS (Combined Charging System) ausgelegt sind, ist diese obligatorisch. Für Fahrzeuge, die nur mittels AC geladen werden, ist diese optional.

3.1.3.1 Standards zur Kommunikation Ladesäule (ESP-EMS) und Fahrzeug

3.1.3.1.1 DIN IEC 61851-1

Die Norm IEC 61851-1 (Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen) ist die Systemnorm für die Elektromobilität. Im Annex A dieser Norm ist das dafür notwendige Signalinterface zwischen Ladestation und Elektrofahrzeug für das AC-Laden definiert. Hierüber werden die Stati der Ladestation und des Elektrofahrzeugs ausgetauscht, Ladebereitschaft angezeigt und der maximal zur Verfügung stehende Ladestrom übermittelt.

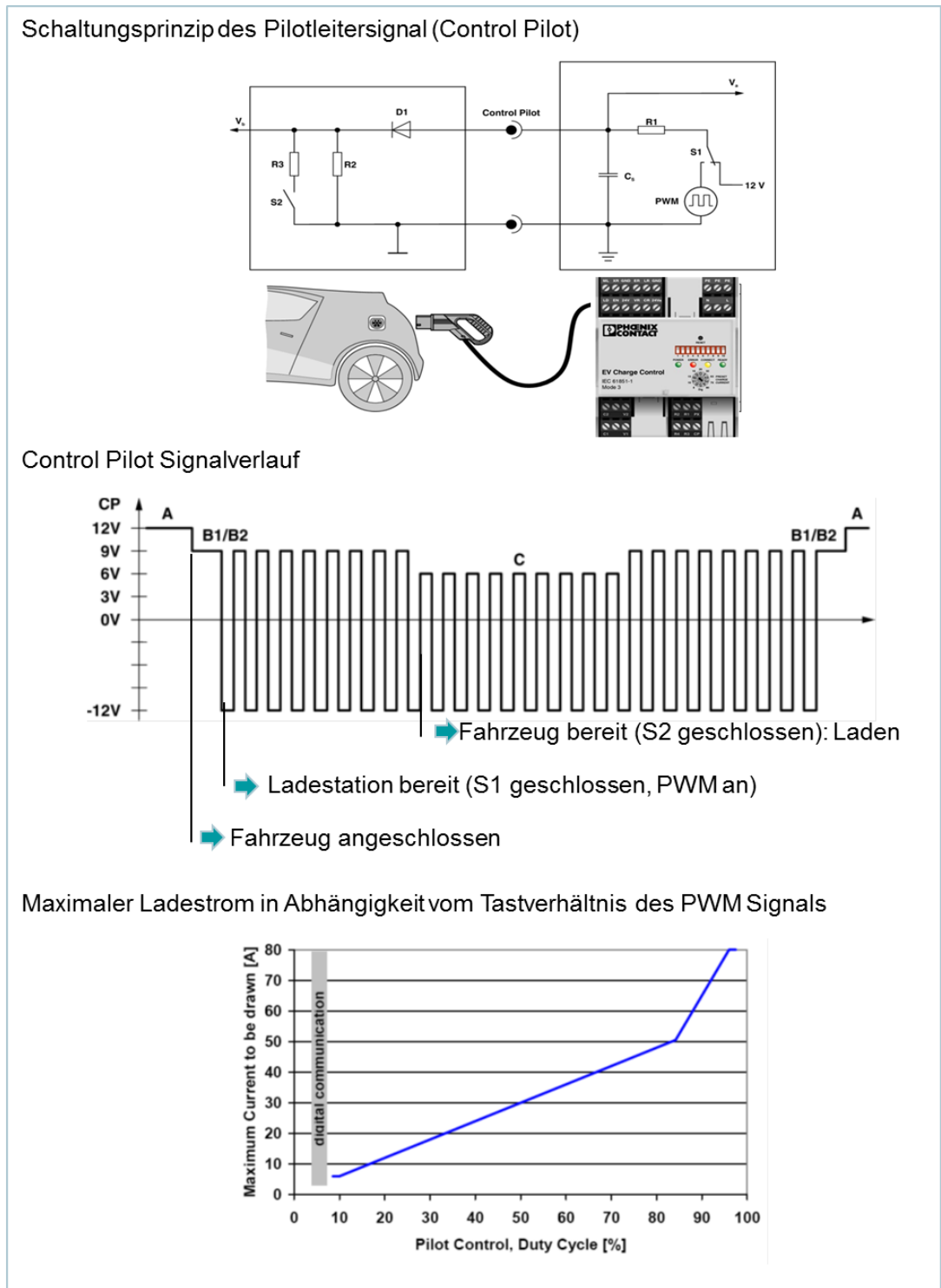


Abbildung 54: Control Pilot (CP) Funktion nach IEC 61851-1, Annex A

Durch das standardisierte Schaltungsnetzwerk für das Pilotleitersignal (Control Pilot, CP) erkennt die Ladestation, dass ein Fahrzeug angeschlossen wurde. Mit Umschalten des CP-Signals von intern 12V DC auf 12V PWM signalisiert die Ladestation dem Elektrofahrzeug, dass diese bereit zum Laden ist. Diese Umschaltung zur Ladebereitschaft kann zum Beispiel an die Verfügbarkeit von regenerativer Energie gekoppelt werden. Durch Zuschalten eines Widerstandes über den Schalter S2 im fahr-

zeugseitigen Netzwerk signalisiert das Fahrzeug Ladebereitschaft und die Netzspannung wird durch die Ladestation freigeschaltet.³¹

Zustand	Spannungspegel	EV bereit	EV Bereit	Anmerkung
A1	12V DC			Kein EV verbunden
A2	12V PWM		Ja	Nur temporärer Zwischenstatus
B1	9VDC	Nein	Nein	EV verbunden
B2	9 V PWM	Nein	Ja	
C1	6V DC	Ja	Nein	Temporärer Zwischenstatus
C2	6V PWM	Ja	Ja	Fahrzeug lädt
D1	3V DC	Ja	Nein	Temporärer Zwischenstatus, Belüftung erforderlich
D2	3V PWM	Ja	Ja	Fahrzeug lädt, Belüftung erforderlich
Er	0 V	Nein	Aus	Netzproblem, Pilotleiter Kurzschluss
F	-12 V	Nein	Aus	EVSE nicht verfügbar

Tabelle 7: Zustände des Ladevorgangs nach IEC DIN 61851-1

Das Tatsverhältnis des PWM-Signals ist dabei eine Vorgabe an das Fahrzeug, welcher Ladestrom maximal vom Fahrzeug gezogen werden darf. Dieses kann während des Ladevorgangs dynamisch angepasst werden und ist vom Fahrzeug entsprechend zu befolgen. Hierdurch können Aspekte der Netzauslastung oder der Verfügbarkeit regenerativer Energien während des Ladevorgangs berücksichtigt werden.

Mit der bei den meisten Elektrofahrzeugen implementierten Ladetechnik gemäß IEC 61851-1 Annex A steht somit ein erster Ansatz zur Verfügung, mit dem sich die Leistungsflüsse zum Auto kontrollieren lassen. Dem Fahrzeug können dynamisch Obergrenzen gesetzt werden, die sich nach der zur Verfügung stehenden Leistung richten. Es werden jedoch keine Informationen bezüglich der benötigten Energiemenge und der Art des Ladegerätes ausgetauscht. Letztere Information kann nur in-

³¹ vgl. DIN e.V., 2012

direkt aus der Auswertung der tatsächlichen Ladeleistung über entsprechende Energiezähler ermittelt werden.

3.1.3.1.2 DIN SPEC 70121

Die DIN SPEC 70121 (Elektromobilität – Digitale Kommunikation zwischen einer Gleichstrom-Ladestation und einem Elektrofahrzeug zur Regelung der Gleichstromladung im Verbund-Ladesystem) regelt die digitale Kommunikation zwischen Gleichstrom-Ladestation (nachfolgend DC EVSE genannt) und EV. Dabei handelt es sich um die Veröffentlichung eines Zwischenstands der für das DC-Laden relevanten Kommunikationsanforderungen aus der in der Entwicklung befindlichen Norm ISO/IEC 15118. Die entsprechenden systemischen Anforderungen sind in der IEC 61851-23 beschrieben, die speziellen Anforderungen an das DC-Laden gemäß dem Combined Charging System CCS sind dabei im Annex CC beschrieben. Die Anforderungen der DIN SPEC 70121 beziehen sich hierbei ausschliesslich für Ladesysteme gemäß diesen Anhangs. Sie enthält Anwendungsfälle, Protokolle, sowie die benötigte Hardware.

Beim DC-Laden ist der Wechselrichter in der Ladestation untergebracht und speist die Fahrzeugbatterie entsprechend der Vorgaben die vom Fahrzeug kommen. Hierzu ist eine High-Level Kommunikation notwendig, in der die Ladeparameter wie Ladestrom, Ladepannung und Ladestand der Batterie (SOC) ausgetauscht werden. Für diese Kommunikation wird das CP-Signal aus der oben beschriebenen IEC 61851-1 auf 5% Tastverhältnis eingestellt, als Anforderung an das Fahrzeug, eine digitale Kommunikation aufzubauen. Die eigentliche Kommunikation wird als Powerline-Signal auf dieses CP-Signal moduliert, s. Abbildung 55.

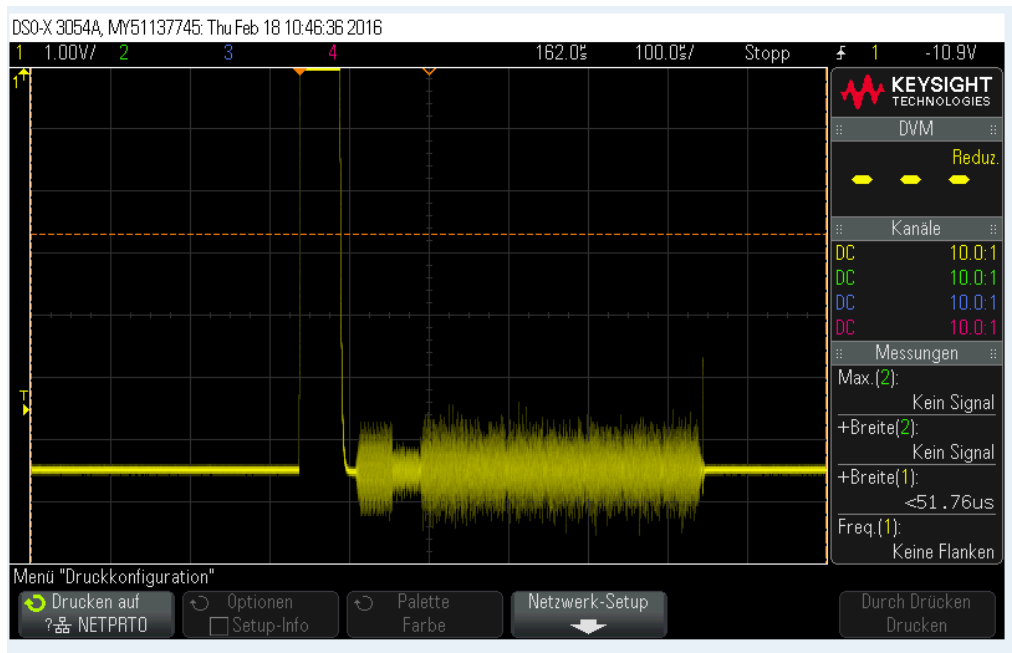


Abbildung 55: Zeitliche Abfolge der Protokolle

Abbildung 58 zeigt die zeitliche Abfolge der verwendeten Protokolle. Nachdem eine physikalische Verbindung mit dem EV hergestellt wurde, wird nach DIN SPEC 70121 eine TCP/IP bzw. UDP/IP basierte Session eingerichtet. Hierzu wird zunächst über die in IEC 61851-1 definierte PWM mit einem Tastgrad von 5% eine DC Schnellladung signalisiert. Als *Physical Layer* kommt eine *Power Line Communication (PLC)* basierte Technologie (*Homeplug GREEN Phy*) zum Einsatz [4]. Bei Einstecken von EV in DC EVSE startet der Verbindungsaufbau, indem das EV eine *Ethernet-Broadcast* Nachricht sendet. Alle Ladestationen, die diese Broadcast-Nachricht empfangen, antworten mit einer entsprechenden Bestätigung (*Ethernet Unicast Confirmation*). Es ist möglich, dass Signale anderer Ladestationen in ein Ladekabel eingekoppelt werden, weshalb ein Verfahren namens *Signal Level Attenuation Characterization (SLAC)* zum Einsatz kommt. Dieses Verfahren ermittelt die physikalisch tatsächlich verbundene Ladestation und handelt mit dieser eine eindeutige *RunID* aus. Am Ende des *SLAC* Prozesses bilden EV und DC EVSE ein gemeinsames *AV Logical Network (AVLN)*, über welches die höher liegenden Protokollschichten verschlüsselt kommunizieren können. Die Netzwerkschicht basiert auf IPv6 [5] und realisiert zunächst die Funktionalität *Neighbour Discovery (ND)*, um eindeutige IPv6-Adressen zuzuweisen. Außerdem wird *ICMPv6* für den Austausch von Statusmeldungen genutzt. Auf Ebene der Transportschicht werden die Protokolle *User Datagram Protocol (UDP)* und *Transmission Control Protocol (TCP)* verwendet. Gegenüber *UDP* bietet das verbindungsorientierte *TCP* hierbei die Vorteile, dass

Segmente nicht verloren gehen können und stets in der korrekten Reihenfolge den Empfänger erreichen. Nichtsdestotrotz ist *UDP* durch einen geringeren *Overhead* effizienter und gut geeignet für geringe (zyklische) Daten. Via *UDP* bzw. *TCP* zu übertragende Daten werden in der Präsentationsschicht nach dem *Vehicle 2 Grid (V2G) Protocol* kodiert [4]. Eine Verbindung wird sowohl bei *UDP* als auch bei *TCP* über die Kombination von Quell- und Zieladresse, sowie Quell- und Zielport identifiziert. Die in der DIN SPEC 70121 definierte *Protocol Data Unit (PDU)* ist in Abbildung 56 dargestellt und besteht aus einem *Header* und der zugehörigen *Payload*.³²



Abbildung 56: V2G Protocol Data Unit mit Header und Payload

Die Struktur des *Headers* ist in Abbildung 57 dargestellt. Hierbei wird die invertierte Version des V2G Protokolls (Byte 2) genutzt, um sicherzustellen das eine korrekt formatierte V2G Nachricht empfangen wurde (inverted Version = Version XOR 0xFF). Byte 3 und Byte 4 geben den Typ der Nutzdaten an (*Payload Type*). Mögliche Werte sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgelistet.³³

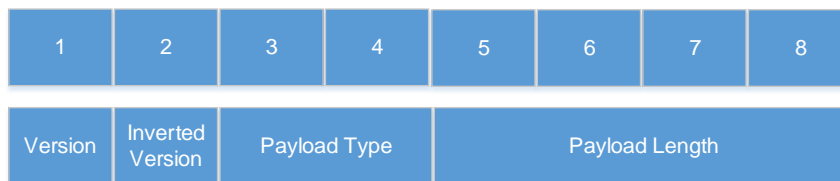


Abbildung 57: V2G Header (Bytes)

Payload Type	Name
0x000 – 0x8000	Reserved
0x8001	EXI kodierte V2G Nachricht
0x8002 – 0x8FFF	Reserved
0x9000	SDP Request
0x9001	SDP Response
0x9002 – 0x9FFF	Reserved
0xA000 – 0xFFFF	Herstellerspezifisch

Tabelle 8: V2G Payload Types

³² DIN e.V., 2014

³³ vgl. DIN e.V., 2014

Auf Ebene der Präsentationsschicht werden V2G Nachrichten in dem weit verbreiteten XML-, bzw. *Efficient XML Interchange (EXI)*, Format kodiert. EXI erlaubt es XML-Nachrichten binär zu verarbeiten und erhöht somit die Verarbeitungsgeschwindigkeit. Es wird EXI nach den Definitionen in *W3C EXI 1.0* verwendet.³⁴

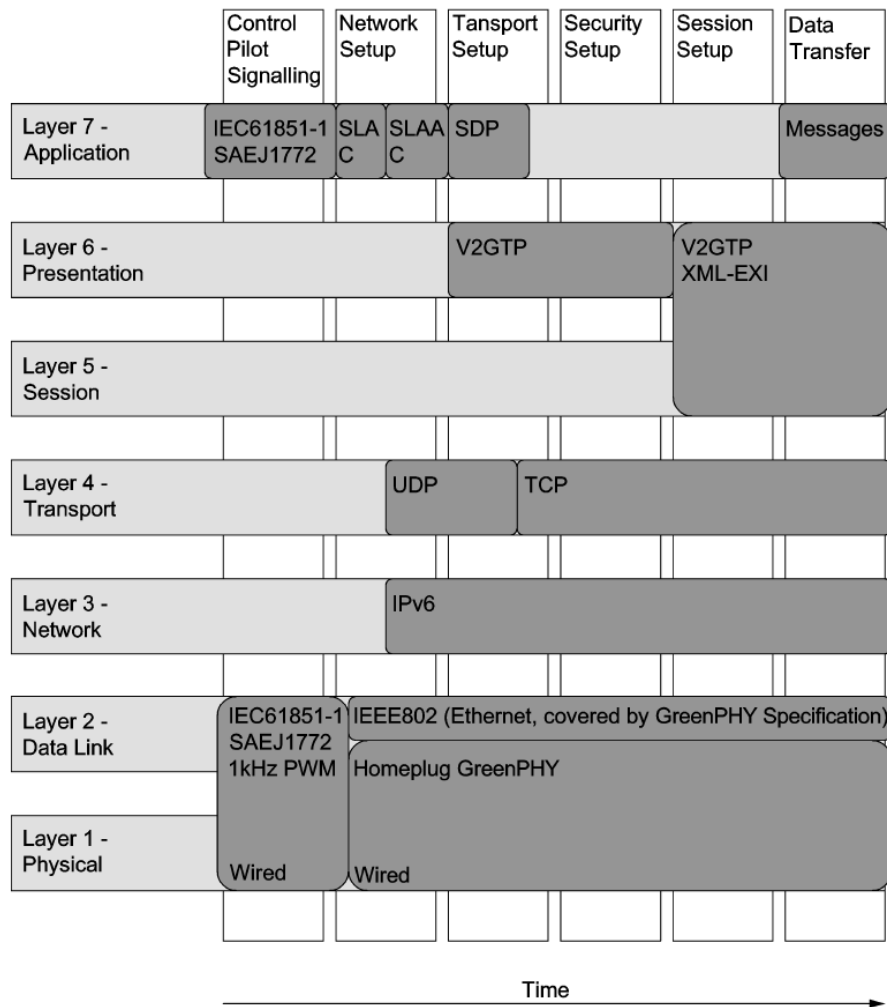


Abbildung 58: Protokoll-Stack der DIN SPEC 70121 (chronologisch)

Anschließend nutzt das EV den *Supply Equipment Charging Controller (SECC) Discovery* um IP-Adresse und Port des SECC zugewiesen zu bekommen. Das EV sendet *SECC Discovery Request* Nachrichten an die *IPv6 local link* Adresse (Multicast) und erwartet eine *SECC Discovery Response* mit IP-Adresse und Port. Außerdem werden während des *SECC Discovery* Sicherheits- und Transportprotokoll für die Sitzung definiert (TLS, TCP/UDP). Die *SECC Discovery Response* ist in Abbildung 59 dargestellt. Für die DC-Ladung nach DIN SPEC 70121 wird TCP als Transportprotokoll

³⁴ vgl. Schneider et. al, 2014

ohne TLS verwendet.³⁵ Anschließend kann das EV eine TCP-Verbindung zu dem SECC aufbauen.



Abbildung 59: Nutzdaten eines SECC Discovery Response (Bytes)

Schließlich beschreiben die auf Applikationsschicht spezifizierten Nachrichten die Client-Server basierte Kommunikation zwischen EV und DC EVSE, wobei das EV stets als Client agiert. Somit wird die Kommunikation stets durch EV initiiert (*Request*) und von dem SECC innerhalb des DC EVSE beantwortet (*Response*). Die Kommunikation beginnt mit der Einrichtung einer Sitzung (*Session Setup*), wozu das EV eine *SessionSetupReq* Nachricht mit der *EVCCID* (*EV Charge Controller ID*) sendet. Die *EVCCID* besteht aus der MAC-Adresse des EV. Der SECC bestätigt den Aufbau einer Sitzung mit einer *SessionSetupRes*, bestehend aus *ResponseCode*, *EV-SEID* und der aktuellen Uhrzeit des SECC als *Unix Time Stamp*. Nach erfolgreichem Aufbau einer Sitzung startet das EV die Suche nach angebotenen Diensten (*Service Discovery*). Der aktuelle Fokus der DIN SPEC 70121 liegt hierbei lediglich auf dem Ladedienst (*Charging*). Das DC EVSE antwortet mit angebotenen Diensten und Bezahloptionen, die von dem EV wiederum in Form einer *Contract-Nachricht* angefordert werden können. Nachdem ein Vertrag zustande gekommen ist, sendet das EV einen *ChargeParameter Discovery* mit der zu ladenden Energiemenge und dem voraussichtlichen Endzeitpunkt des Ladevorgangs. Das DC EVSE antwortet mit seinem aktuellen Status und aktuell zur Verfügung stehender Ladeleistung. Das EV fordert anschließend mit einem *PowerDeliveryRequest* den Beginn der Ladung an. Dieser *Request* enthält unter anderem das angeforderte Ladeprofil des EV und wird von dem DC EVSE mit einer entsprechenden *PowerDeliveryResponse* beantwortet. Speziell für die DC-Ladung existieren Nachrichten, die eine sichere Ladung mit den hier vorkommenden hohen Spannungen und Strömen gewährleisten sollen. So wird die Überprüfung des verwendeten Ladekabels (u.a. Isolationswiderstände) durch das DC EVSE mit einem *CableCheckRequest* von dem EV initiiert. Die Prüfungsergebnisse werden mittels *CableCheckResponse* kommuniziert. Es folgt das sogenannte *Pre*

³⁵ vgl. DIN e.V., 2014

Charge Handling, welches dazu dient Ausgangsspannung von DC EVSE und Eingangsspannung des EV möglichst gut aufeinander abzustimmen. So sollen hohe Ausgleichsströme vermieden werden. Mittels *CurrentDemand* Nachrichten fordert das EV während des Ladevorgangs zyklisch benötigten Ladestrom und Zielspannung von DC EVSE an. Nach Abschluss des Ladevorgangs wird die *Session* durch *SessionStop* Nachrichten beidseitig beendet.

Das DC-Laden bietet somit eine Möglichkeit, die zur Verfügung gestellte Ladeleistung an die Verfügbarkeit von Netzkapazität und regenerativer Energie anzupassen. Hierzu muß die verfügbare Ladeleistung in einen zur Verfügung stehenden Strom umgerechnet werden, der dem Fahrzeug als neuer Ladestrom übermittelt wird.

3.1.3.1.3 ISO/IEC 15118

Die ISO/IEC 15118 Norm spezifiziert die Kommunikation zwischen EV und EVSE für Ladevorgänge mit Wechselstrom und Gleichstrom. Dabei beschreibt sie die Kommunikation zwischen der Kommunikationseinheit des Elektrofahrzeug EVCC (Electric Vehicle Communication Controller) im EV und der Kommunikationseinheit der Ladeeinrichtung SECC (Supply Equipment Communication Controller) in der EVSE wie in Abbildung 60.

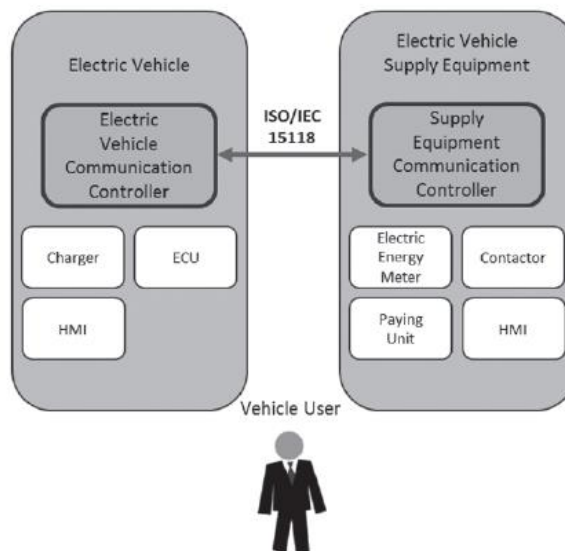


Abbildung 60: Informationsaustausch zwischen EVCC und SECC

Dieser Standard für den Informationsaustausch ist unabdingbar für die effektive Aufladung von Fahrzeugen sowie der Entwicklung effizienter und komfortabler Abrechnungssysteme. Anders als bei der Norm DIN IEC 61851 beschreibt dieser Standard eine High Level Kommunikation zwischen EV und EVSE. Diese ist je nach Ladeart

(DC oder AC) unterschiedlich. Des Weiteren wird zwischen unterschiedlichen Use-Cases für die Planung der Ladevorgänge unterschieden.

Die ISO 15118 ist in drei Teile aufgeteilt:

Teil 1: Allgemeine Informationen und Festlegung der Anwendungsfälle

Teil 2: Anforderungen an das Netzwerk- und Anwendungsprotokoll

Teil 3: Anforderungen an physikalische- und Datenverbindungsschnittstelle

Aus den verschiedenen Anforderungen werden die Funktionsgruppen in Abbildung gebildet in welchen die möglichen Use-Cases beschrieben werden.

A	Start of charging process
B	Communication setup
C	Certificate Handling
D	Identification, Authentication and Authorisation
E	Target setting and charge scheduling
F	Charge controlling and Re-scheduling
G	Value-added services
H	End of charging process

Abbildung 61: Funktion-Gruppen der High Level Kommunikation

A – Beginn des Ladevorgangs

Ein EVSE kann die High Level Kommunikation für den Beginn eines Ladevorgangs voraussetzen oder die High Level Kommunikation neben den Basis-Signalen aus IEC 61851-1 anbieten.

Start des Ladevorgangs mit erforderlicher High Level Kommunikation (A1):

In diesem Fall wird das PWM-Signal auf dem EVSE, welches schon in der IEC 61851-1 erläutert wurde, auf den Tastgrad 5% eingestellt. Hierdurch wird die High Level Kommunikation mit der Ladebetriebsart 3 oder 4 initialisiert. Nach dem der Tastgrad von dem EV korrekt identifiziert wurde, wird zwischen dem EVCC und dem SECC eine Verbindung aufgebaut (data link layer connection).

Start des Ladevorgangs nach IEC 61851-1 und High Level Kommunikation (A2):

In diesem Fall wird der Ladevorgang über die Basis Kommunikation nach IEC 61851-1 mit der Ladebetriebsart 3 gestartet. Nach dem Verbinden von EV mit EVSE wird ein Tastgrad zwischen 10-96% eingestellt. Anschließend wird die High Level Verbindung aufgebaut (data link layer connection).

B – Aufbau der Kommunikation B

Nach dem die Verbindung zwischen EV und EVSE erfolgreich aufgebaut wurde, wird nun die Kommunikation zwischen EVCC und SECC eingeleitet. Dabei findet der Informationsaustausch über eines der in 15118-2 beschriebenen Protokoll Versionen statt. Der EVCC muss dafür die erste Anfrage (request) an das SECC senden, für die Aushandlung des unterstützten Kommunikations-Protokolls.

C – Zertifizierung

Die High Level Kommunikation über 15118 ermöglicht eine Installation von Zertifikaten auf EVs sofern keine vorhanden sind oder es erfordert wird. Ebenso ist ein Update der Zertifikate möglich.

D – Identifikation und Autorisierung

Für die Fahrzeug Identifikation und die Autorisierung des Ladevorgangs sieht die ISO/IEC 15118 mehrere Möglichkeiten vor. Für die Autorisierung wird normalerweise ein Zahlungsvorgang erwartet welcher über ein Vertragsmanagement im EVCC wie auch über Kreditarte erfolgen kann oder durch eine Bareinzahlung beim EVSE. Da sich die Mechanismen der EVs zur Autorisierung und Identifizierung unterscheiden und auch die Einsatzfelder der EVSEs unterschiedlich sind werden mehrere Methoden beschrieben. Diese werden in die zwei Hauptgruppen *Plug and Charge* (PnC) und *External Identification Means* (EIM) unterteilt. Während bei PnC die Identifizierung über das EVCC automatisiert erfolgt wird bei den EIM Methoden eine User-Aktion erwartet, beispielsweise über NFC, RFID oder SMS.

E – Lade- und Zeit-Planung

Zum Planen des Ladevorgangs werden in der IEC 15118 mehrere Use Cases spezifiziert. Zum einen wird hier zwischen dem Laden mit Gleichstrom und dem Laden mit Wechselstrom unterschieden. Des Weiteren ist die Planung der Ladung ausgehend vom EV sowie vom EVSE oder außerhalb möglich. Der Use-Case E1 beschreibt die Ladung mit Wechselstrom bei der die maximal verfügbare Leistung die das EVSE

zur Verfügung stellen kann an das EV übermittelt wird. Dabei darf der vom SECC vorgegebene Maximalwert vom EV nicht überschritten werden. Use-Case E2 sieht eine dynamische Planung der Ladung durch das EVSE oder einer Anwendung von außerhalb vor. Hier wird auch eine Anpassung der Planung an Änderungen im Smart Grid oder Strompreisveränderungen vorgesehen. Die für die Vollladung des EV benötigte Energie wird dabei bis zum gewünschten Abfahrtszeitpunkt geplant. Im Use-Case E3 wird die dynamische Planung vom EV vorgenommen und der Zeitpunkt berechnet zu dem der Ladevorgang erfolgreich beendet ist. Use-Case E4 sieht die Gleichstrom Ladung vor, womit eine Schnell-Ladung erfolgt. Hierbei werden Smart Grid-Schwankungen oder Stromtarife nicht berücksichtigt. Dennoch werden die Ladeleistung, sowie Spannung und Strom kontinuierlich vom EV an die Vorgaben des EVSE angepasst. Dabei werden die benötigten Informationen zur Kontrolle mit dem Batterie Managementsystem des EV ausgetauscht.

F – Ladekontrolle und Anpassung der Ladleistung

Während des Ladevorgangs werden über die High Level Kommunikation kontinuierlich Informationen ausgetauscht. Hierbei wird die Angabe der Ladeleistung die vom EVSE zur Verfügung gestellt werden kann ständig aktualisiert und der Status des EV übertragen. Dabei ist auch ein Auslesen der Energiewerte zur Überprüfung der Abrechnung als Use-Case vorgesehen. Weiterhin besteht während des Ladevorgangs die Möglichkeit diesen vom EV oder EVSE aus zu unterbrechen oder auf Veränderungen im Stromnetz zu reagieren. Dabei wird z.B. der Informationsaustausch über eine mögliche Blindleistungs-Kompensation betrachtet. Wenn das EV technisch die Blindleistungs-Kompensation realisieren kann, stellt das EVCC Informationen dazu bereit. Mit diesen kann das SECC entsprechende Dienste zur Kompensation anfordern.

Als eine weitere Möglichkeit um auf die Umgebung zu reagieren wird der Use-Case der Rückspeisung definiert. Fahrzeuge die in Zukunft eine Rückspeisung ins Netz ermöglichen, müssen diese Information über das EVCC freigeben. Hierbei muss auch das EVSE in der Lage sein Energie in das Stromnetz einzuspeisen und diese Möglichkeit über das SECC mitteilen. Wenn beide Seiten die technischen Voraussetzungen für eine Rückspeisung haben, folgt die Kommunikation über die Menge, die vom EVCC ausgehend zurückgespeist werden kann, sowie weitere Informationen über aktuelle Strompreise vom SECC.

G – Zusätzliche Dienstleistungen

Für den Informationsaustausch zwischen Nutzer oder Anwendungsprogramm und EVSE werden zusätzliche VAS (*Value Added Services*) angeboten. Hierüber kann zum Beispiel die Buchung von Ladepunkten vorgenommen oder die Verfügbarkeit abgefragt werden. Des Weiteren werden Dienste zur Abfrage des Batteriestatus oder des Ladestatus bereitgestellt, die von außen genutzt werden können. Die Informationen werden hierbei entweder direkt vom SECC bereitgestellt oder vom SECC beim EVCC angefragt und anschließend weitergeleitet. Voraussetzung für den Informationsaustausch ist eine erfolgreiche Autorisierung des Users oder der Anwendung die darauf zugreifen möchte.

H – Ende des Ladevorgangs

Für das Beenden des Ladevorgangs wird zwischen EVCC und SECC die Information *end charging process* ausgetauscht. Auf diese Weise wird ein sicherer Übergang in den nachfolgenden Zustand gewährleistet.

Während in Teil 2 der Norm die Anforderungen an das Netzwerk- und Anwendungsprotokoll definiert werden, wird in Teil 3 die Anforderung an die physikalische Schnittstelle und die Datenverbindungsschnittstelle gestellt. Die hierfür verwendeten Protokolle werden in Abbildung 62 gezeigt und wurden im Kapitel DIN SPEC 70121 erläutert.

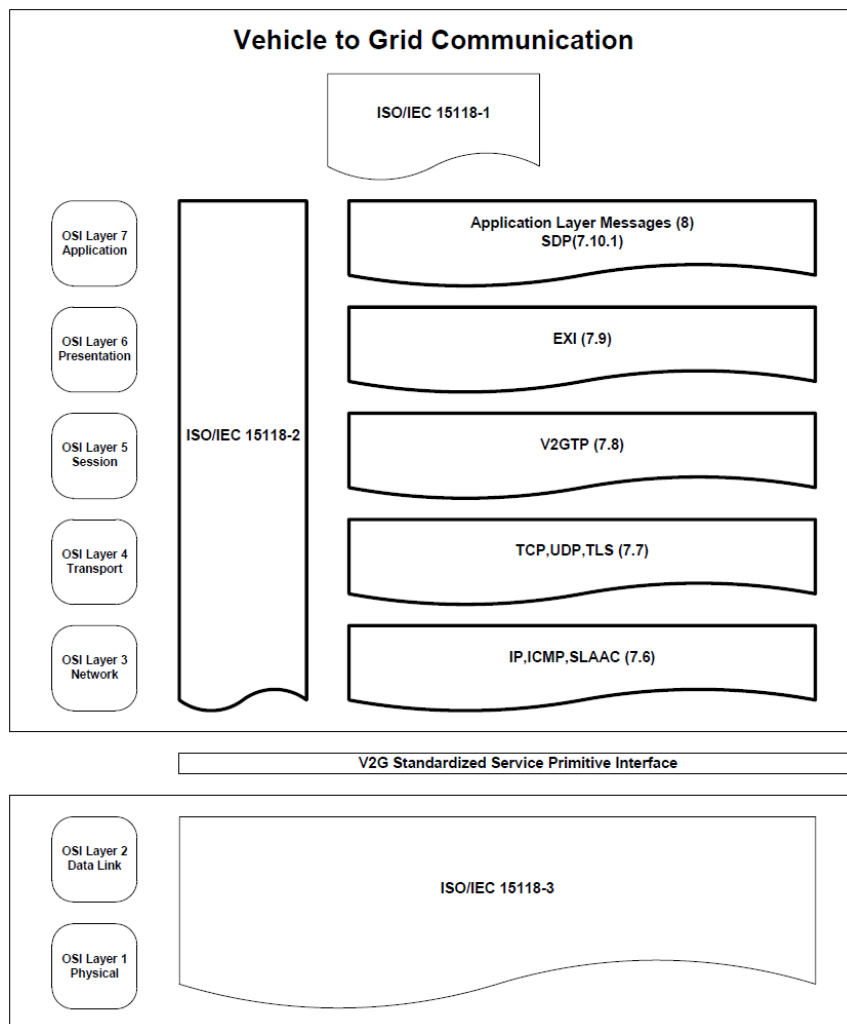


Abbildung 62: ISO/IEC 15118 im ISO/OSI Modell

Lediglich das Protokoll zur Transportschichtssicherheit kommt hier ergänzend dazu. Dieses stellt eine sichere Verbindung zwischen EV und EVSE über Authentifizierung und Verschlüsselung her. Die Authentifizierung findet dabei einseitig statt, in dem das EVCC das vom SECC angebotene Zertifikat Authentifiziert. Die Authentifizierung des EV gegenüber SECC wird hingegen auf der Applikationsebene geregelt.

Da bei dieser Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation erweiterte Informationen zu Energiebedarf und der nächsten Nutzung zur Verfügung stehen, bietet dieses Verfahren erweiterte Möglichkeiten, den Einsatz regenerativer Energien zu optimieren.

3.1.3.1.4 Fazit zu den Kommunikationsstandards zwischen ESP-EMS und Fahrzeug

Die Kommunikationsstandards für die Ladesteuerung von EVs bieten unterschiedliche Stufen der Steuerungsmöglichkeiten dar. Die IEC 61851-1 bezieht sich im Wesentlichen auf eine Ladung am Wechselstromnetz. Zur Steuerung werden auf elektri-

schen Schaltungen und PWM-Signalen basierte Steuersignale benutzt, mit denen sich EV und Ladepunkt über grundlegende Zustände und Fehler informieren können. Weiterhin sind grundlegende Steuerungsmaßnahmen zum Ladestrom vorhanden, die in erster Linie die Einhaltung der physikalischen Limitierung von verwendeten Kabeln und Sicherungen sicherstellen soll. Die DIN SPEC 70121 führt eine komplexeres Kommunikations- und Ladeverfahren ein, bei dem das Ladegerät des Energiespeichers aus dem EV in die Ladestation verlagert wird. Dadurch ergeben sich Kommunikationsbedürfnisse zum Austausch der korrekten Ladeparameter. Aufbauend auf der IEC 61851-1 stellt die DIN SPEC 70121 einen High-Level-Kommunikationskanal zur Verfügung. Dieser erfüllt allerdings lediglich die minimal notwendigen Voraussetzungen, die eine derartige Ladung ermöglichen können. Die umfassendste Lösung ist schließlich die ISO/IEC 15118. Diese beschreibt umfangreiche Steuerungs- und Informationsszenarien für die Wechsel-, als auch die Gleichstromladung. Hier werden u.a. verschlüsselte Kommunikation, *Plug-and-Charge* und zertifikatsbasierte Authentifizierungsverfahren für zukunftsfähige Ladekonzepte berücksichtigt.

Der aktuelle Entwicklungsstand der EVs unterstützt noch nicht alle beschriebenen Funktionen. Heutige EVs, wie VW e-up, e-Golf oder BMW i3 unterstützen die Wechselstromladung gemäß IEC 61851-1, sowie die Gleichstromladung gemäß DIN SPEC 70121. Eine Realisierung der ISO/IEC 15118 ist bis 2017 geplant [10]. Dadurch ergeben sich einige technische Einschränkungen bezüglich des aktuellen Stands der Technik:

1. Ein erweiterter Informationsaustausch bezüglich Ladeparameter wie Ladestand, Restladedauer oder Reichweite ist bei der Wechselstromladung nicht möglich.
2. Authentifizierungssysteme für *Plug-and-Charge* Verfahren sind weder für die Gleichstrom- noch für die Wechselstromladung existent.

Für das Projekt EMiLippe ergeben sich somit lediglich eingeschränkte Kommunikationsmöglichkeiten mit den EVs. Auf Basis der Wechselstromladung können grundlegend die Ladeströme angepasst werden um den Energieverbrauch der Ladung zu kontrollieren. Um weitere Informationen wie eine Identifikationskennung oder den aktuellen Ladestands des EVs zu erhalten bleibt lediglich die Nutzung der DIN SPEC 70121. Allerdings ist diese lediglich zu Gleichstromladung entworfen worden, die in den Carports im Projekt keine weitere Betrachtung findet. Die einzige Möglichkeit wäre die Nutzung der DIN SPEC lediglich zur Informationsbeschaffung nach Anstecken des Fahrzeugs, um anschließend eine reguläre IEC 61851 Ladung

durchzuführen. Dieser Ansatz wurde prototypisch implementiert und konnte realisiert werden. Allerdings ist dieses Verfahren nicht zu allen im Projekt genutzten Fahrzeugen kompatibel, da diese Nutzung nicht im Standard vorgesehen ist.

Verantwortlichkeit

PxC

Liefert zu:

inIT

FhG IOSB-INA

3.1.3.2 Umsetzung AC-Ladetechnik

Für die AC-Ladetechnik wurden die Schutz-, Schalt- und Steuerungsgeräte auf eine Montageplatte montiert, die in den Schaltschrank des Solarcarports eingehängt werden kann. Jede Montageplatte ist mit jeweils 2 x 32A (20kW) Typ-2 Ladesteckdosen sowie 2 x 16A Schuko-Steckdosen ausgerüstet. Hierbei sind jeweils eine Schuko-Steckdose und eine Typ-2 Ladesteckdose einem Leistungszweig zugeordnet. Die Montageplatte ist darauf ausgelegt, parallel 2 Fahrzeuge mit 20kW laden zu können. Es wurde eine elektronische Verriegelung implementiert, die sicherstellt, dass auf einem Leistungspfad nicht gleichzeitig über die Schuko-Steckdose und die Typ-2 Steckdose geladen werden kann.

Die Einspeisung sowie die Leistungsabgänge zu den Ladedosen erfolgt von unten. Auf der Montageplatte ist Platz freigehalten, um auf neue Anforderungen im Projektverlauf flexibel reagieren zu können. Im oberen Bereich sind die Abgänge zum Anschluss von Signal-LEDs vorgesehen.



Abbildung 63: Montageplatte mit Schutz- und Schaltgeräten sowie Ladesteuerung

Mit diesem Aufbau ist das Laden im Lademodus 3 gemäß IEC 61851-1 möglich. Dabei kann dem Elektrofahrzeug über das aus der Ladesteuerung bereitgestellte Control-Pilot Signal dem Fahrzeug die Ladebereitschaft – also die Verfügbarkeit von Energie – sowie ein maximal zur Verfügung stehender Ladestrom mitgeteilt werden. Gemäß IEC 61851-1 werden mit diesem Signal keine weiteren Informationen z.B. ob es sich um ein ein- bzw. dreiphasiges System handelt oder wieviel Energie vom Fahrzeug für eine vollständige Aufladung benötigt werden übertragen. Während des Ladevorgangs kann jedoch über den Energiezähler, welcher mit der Ladesteuerung verbunden wurde, ermittelt werden, ob das Fahrzeug ein- oder dreiphasig lädt und welcher Ladestrom tatsächlich vom Fahrzeug aufgenommen wird. Somit lassen sich erste, für die regenerative Optimierung wichtige Daten ermitteln.

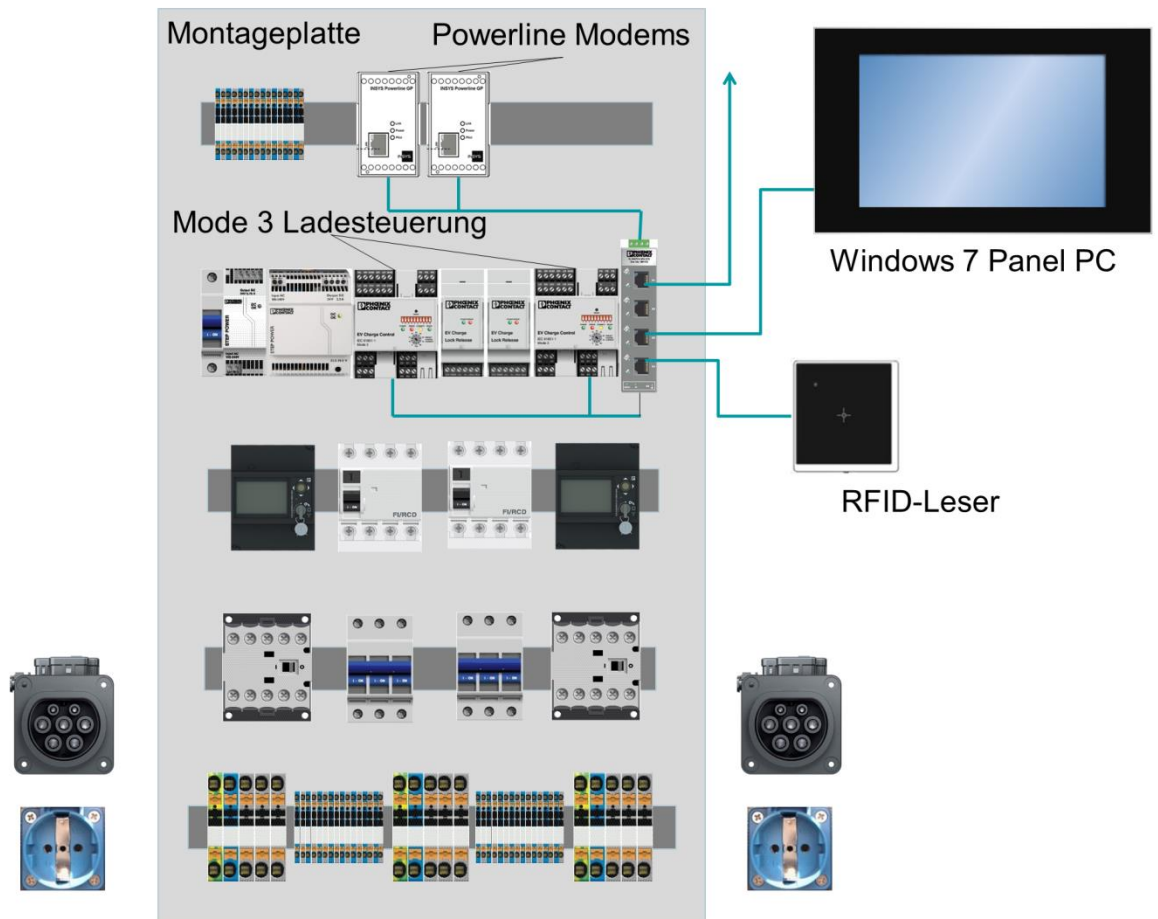


Abbildung 64: Prinzipskizze AC-Ladepunkt mit Peripheriegeräten

Für die Implementierung der Benutzerschnittstelle (HMI) wurde ein vandalismus-sicherer und Outdoor-fähiger Panel-PC mit einem Embedded Windows 7 Betriebssystem vorgesehen. Der PC ist über einen Ethernet Switch mit den Ladesteuerungen, den RFID-Lesern sowie dem übergeordneten System verbunden. Auf diesem PC kann ebenfalls die Software für das ESP-EMS installiert werden. Zunächst wurde auf den Panel-PCs ein einfaches Bedienerinterface implementiert, welches das Laden ohne eine Anbindung zu ESP-EMS ermöglicht. Hier waren Grundfunktion zur Bedienerführung wie Identifikation und Auswahl Ladepunkt abgebildet sowie Statusmeldungen und geladene Energiemengen visualisiert. Die Freigabe des Ladevorgangs und die Ermittlung des maximalen Ladestroms erfolgten dabei auf dem Panel-PC in einer Visu+ Applikation, die die entsprechenden Vorgaben an die Ladecontroller über Modbus TCP weitergeleitet hat. Ebenso wurden auf diesem Wege die Status- und Energiedaten ausgelesen. Im weiteren Verlauf des Projektes erfolgte die Anbindung an das „EMiLippe“-System. Mit der Umstellung greift ein Browser auf dem Panel-PC jetzt auf den Webserver des ESP-EMS zu und visualisiert die dort bereit-

gestellten Daten. Aus diesem System heraus erfolgt jetzt auch die Freigabe der Ladevorgänge und Festlegung der maximalen Ladeströme.



Abbildung 65: Outdoor Panel PC mit vandalismussicherem Touch-Display

Die Identifikation kann sowohl über Smartphone als auch vor Ort am Energiestellplatz erfolgen. Die lokale Identifikation erfolgt über den RFID Leser ID MAX50.10-RE mit Ethernet Schnittstelle, Dieses Lesegerät ist für den Bereich Zutrittskontrollsystem konzipiert, und kann sowohl offline als auch in Verbindung mit einem Hostsystem genutzt werden.



Abbildung 66: RFID-Leser ID MAX50.10-RE

Um zusätzliche Informationen zum Ladevorgang zu erhalten steht prinzipiell eine Kommunikation gem. ISO/IEC 15118 zur Verfügung. Mit diesem Kommunikationsprotokoll können weitere Informationen zum Ladevorgang, von der automatischen

Identifikation des Fahrzeugs, über die verfügbare Ladeleistung und benötigte Energiemenge bis hin zu Abrechnungsdaten übermittelt werden. Dieses erfolgt durch eine Powerline-Kommunikation, welche über das CP-Signal moduliert wird. Dieses Kommunikationsprotokoll ist für das AC-Laden allerdings nur bei wenigen Fahrzeugen überhaupt implementiert, welche im Projekt nicht zur Verfügung stehen. Fahrzeuge, die nach dem Combined Charging System (CCS) mit DC laden können, haben eine Kommunikation nach der DIN-SPEC 70121 implementiert, welche im Wesentlichen einen Ausschnitt der ISO/IEC 15118 darstellt. Bei der Aushandlung des DC-Ladevorgangs wird auch die gewünschte Energiemenge des Fahrzeugs übertragen. Im Projekt wurde festgelegt, die AC-Ladestationen mit Powerline-Modems der Fa. Insys nachzurüsten.



Abbildung 67: Insys Powerline Modem für die Kommunikation nach ISO15118

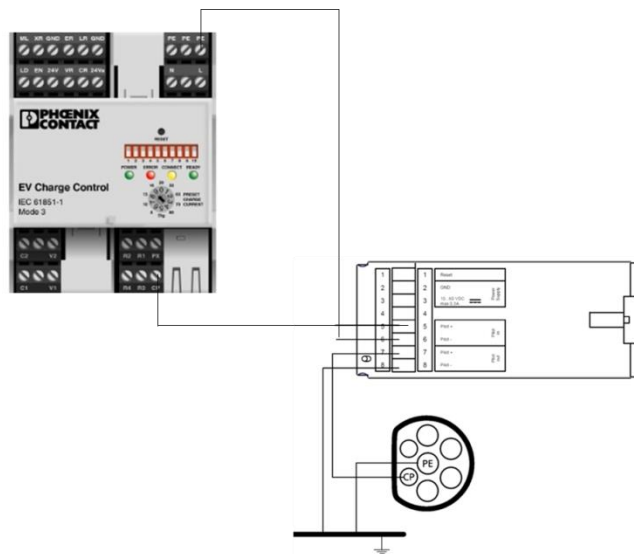


Abbildung 68: Verbindung des Insys Powerline Modem mit der Mode 3 Ladesteuerung

Hierzu wird die Control-Pilot Leitung zwischen Ladesteckdose und dem Ladecontroller aufgetrennt und das Powerline-Modem eingefügt. Über die Ethernet-Schnittstelle des Modems können so die Daten auf das CP-Signal moduliert werden. So soll versucht werden, mit den Fahrzeugen beim Anschluss an die AC-Ladestation zunächst eine Kommunikation wie beim DC-Laden zu starten und nach Ermittlung der benötigten Energiemenge und der Einplanung des Ladevorgangs durch das ESP-EMS den Ladevorgang im einfachen Mode 3 fortzusetzen. Hier zeigen sich derzeit noch einige fahrzeugspezifische Unterschiede, mit einigen Fahrzeugen kann auf diesem Weg kommuniziert werden, andere Fahrzeuge erwarten am Fahrzeug-Inlet einen für das DC-Laden notwendigen Stecker (spezifische Widerstandkodierung) bevor sie mit der Kommunikation starten. Hierzu laufen aktuell weitere Untersuchungen, um von allen verfügbaren Daten die Informationen zu bekommen.

3.1.3.3 Umsetzung DC-Ladetechnik

Beim DC-Laden befindet sich die Leistungselektronik außerhalb des Fahrzeugs, die Ladestation speist direkt in die Batterie ein. Dafür ist es notwendig, dass sich Fahrzeug und Ladestation in einem standardisierten Kommunikationsprotokoll auf die jeweiligen Ladeparameter wie Ladestrom und Ladeendspannung einigen, die von der Ladestation umzusetzen sind. Hierfür wird beim DC-Laden gemäß dem Combined Charging System aktuell das Kommunikationsprotokoll DIN SPEC 70121, eine Vorabveröffentlichung der für das DC-Laden relevanten Inhalte der ISO/IEC 15118, eingesetzt.

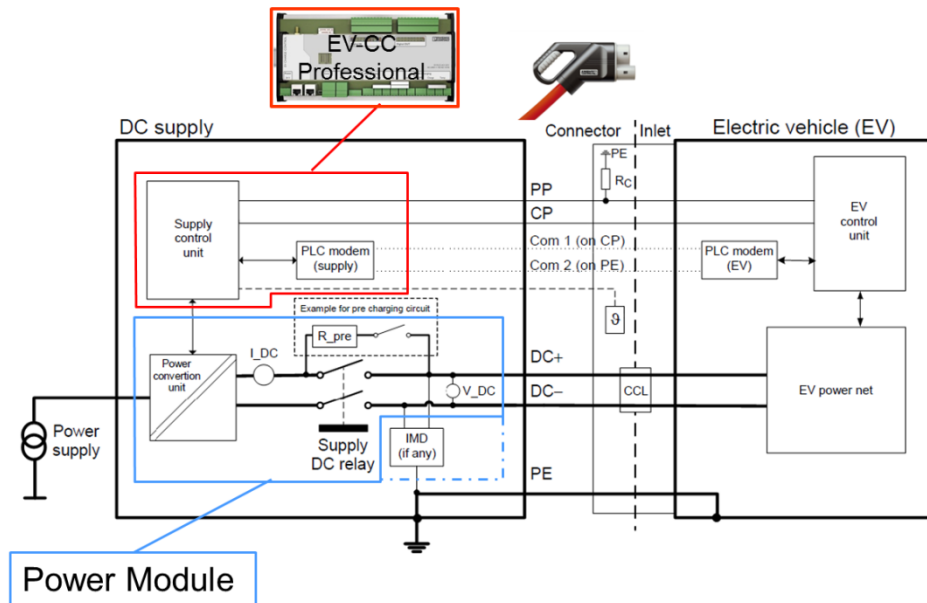


Abbildung 69: Topologie eines DC-Ladesystems gem. Combined Charging System

Im Rahmen des Projektes wurde ein Prototyp einer DC-Ladestation entwickelt, die sich aus Sicht des ESP-EMS so darstellen kann wie eine AC-Ladestation mit einer entsprechenden Ladeleistung. Hierfür kann die Ladestation als Modbus Slave programmiert werden, die Register sind entsprechend der AC-Ladepunkte implementiert.

Steuerungstechnik beim DC-Laden:

In einem ersten Schritt wurde, basierend auf kommerziell verfügbarer Hardware (Brusa Ladegerät NLG6, Auronik Ladesteuerung EVCharge SE, Phoenix Contact SPS ILC 131) ein Labormuster aufgebaut, an Hand dessen die Technologie des DC-Ladens grundsätzlich erarbeitet wurde und ein Applikationsprogramm, welches den eigentlichen Ladeablauf koordiniert, entwickelt.

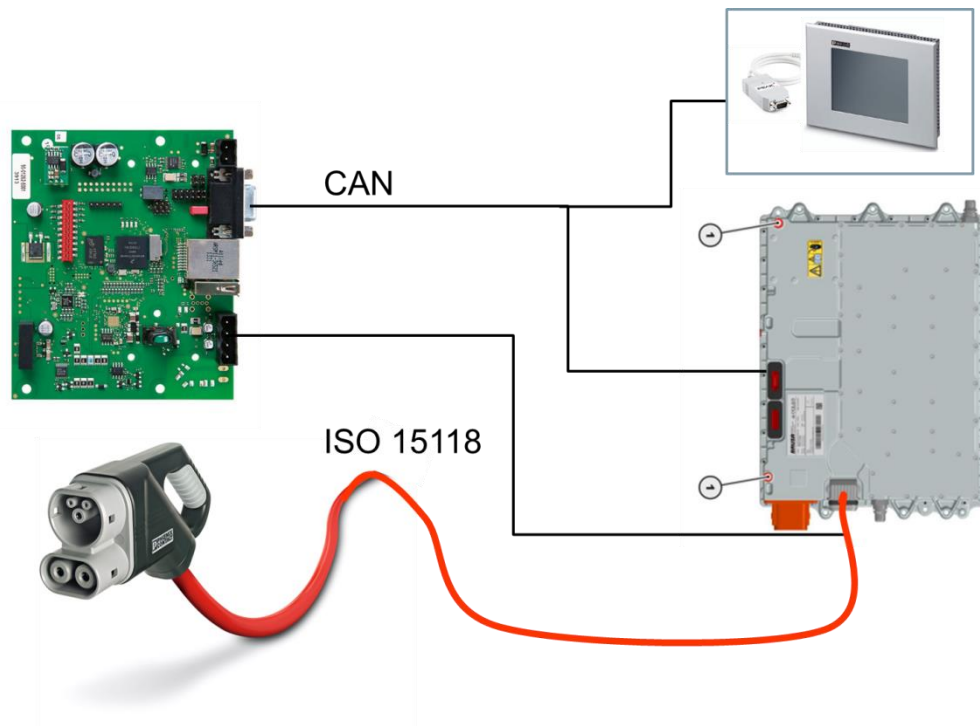


Abbildung 70: Labormuster zur Erarbeitung der Technologie des DC-Ladens

Die Industrie-SPS ILC 131 wurde hierzu um einen CAN-Master Anschaltbaugruppe erweitert, die die Kommunikation zum EVCharge SE und dem Brusa-Ladegerät übernimmt. Die Ladeparameter, welche vom Fahrzeug angefordert werden, werden vom EVCharge SE einzelnen CAN-Objekten zugewiesen. Der ILC 131 liest diese aus und generiert daraus Ladestromvorgaben für den Brusa NLG 6, welche ebenfalls entsprechenden CAN-Objekten zugewiesen werden.

Auf Grund der Probleme in der Entwicklung der DC-Ladetechnik war eine Anbindung und Test an das ESP-EMS im Rahmen des Projektes nicht mehr umsetzbar. Dieses wird nach Projektabschluss weiter verfolgt werden.

Für die Komponenten wurde ein Schaltschrank aufgebaut, mit dem sich unterschiedliche Aufbauten im Laufe des Projekts realisieren lassen. Dieser wurde so konzipiert, dass sowohl in Bezug auf die Steuerungstechnik als auch auf die Leistungselektronik hinreichende Flexibilität gegeben ist.



Abbildung 71: Schaltschrank für den Testaufbau der DC-Ladestation

Im Verlauf des Projektes konnten mit diesem Aufbau komplette DC-Ladevorgänge an realen Elektrofahrzeugen realisiert werden. Als nachteilig erweist sich in diesem Konzept, dass ein weiterer AC/DC Umrichter erforderlich ist, der den Zwischenkreis des Brusa NLG 6 zunächst auf die Systemspannung auflädt. Dieses ist im ursprünglichen Einsatzzweck des Ladegerätes als On-Board Lader von Elektrofahrzeugen begründet. Hier ist die DC-Seite permanent mit der Hochvolt-Batterie verbunden, so dass keine externe Aufladung des Zwischenkreises erforderlich ist. Hierzu wurde ein ATECH Ladegerät an den DC-Kreis angeschlossen, mit dem die Zwischenkreis-spannung des Brusa-Ladegerätes auf max 450V aufgeladen werden kann.

In einem zweiten Schritt wird in dem Lösungskonzept eine Phoenix Contact E-Mobility SPS eingesetzt, die sich aktuell unabhängig vom Projekt in der Entwicklung befindet. Dieser Laboraufbau ist auch die Basis für die geplante Konzepterweiterung auf eine modulare Leistungselektronik.

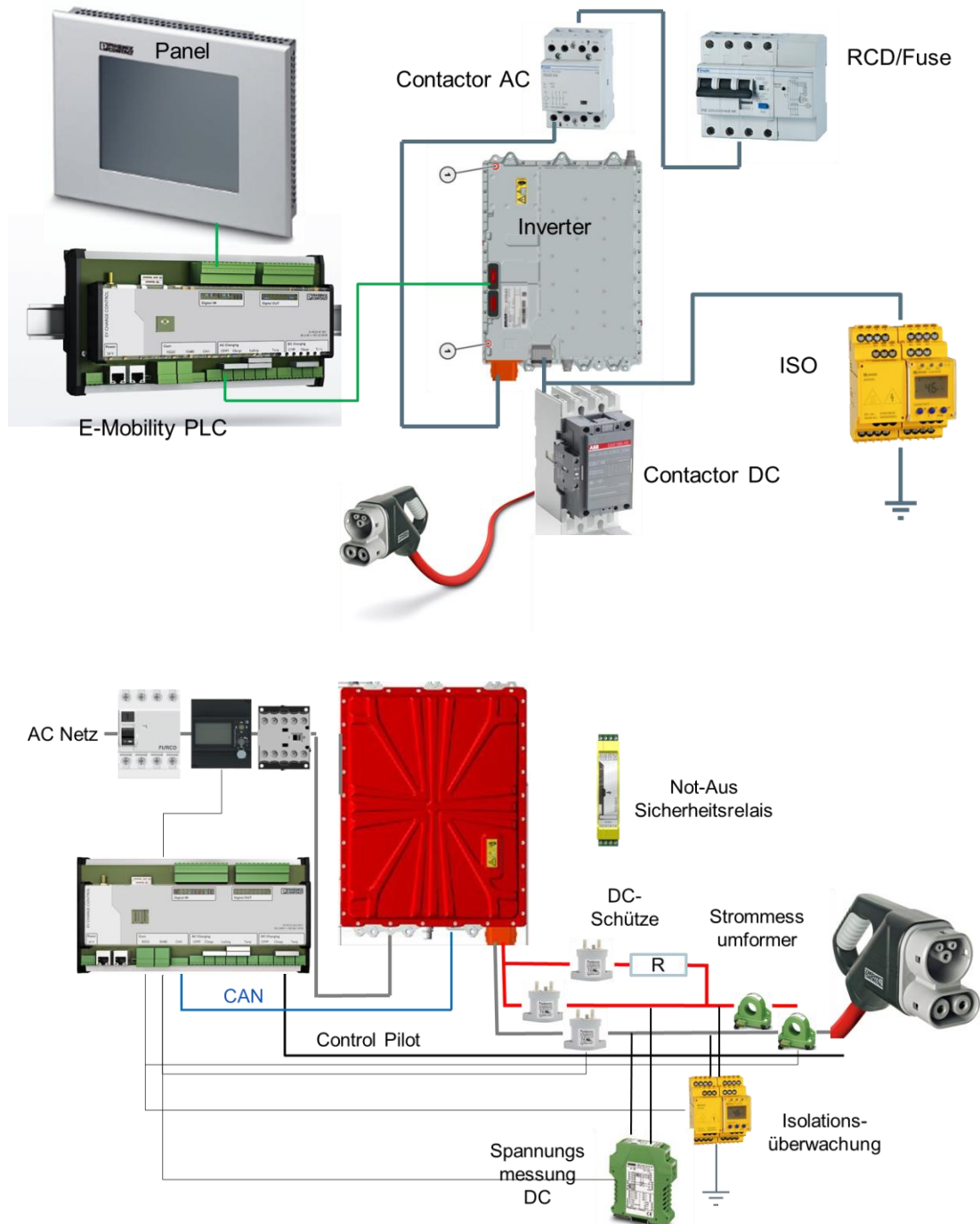


Abbildung 72: Erweiterung des Labor-Lösungskonzeptes um PxC-Komponente „E-Mobility SPS“

Für die E-Mobility-SPS werden Funktionsblöcke entwickelt, die in das Applikationsprogramm, welches auf der Steuerung in IEC 61131 programmiert wird, eingebunden werden. Diese Funktionsbausteine übernehmen die Abarbeitung des Kommunikationsstack (ISO 15118 / DIN SPEC 70121) und stellen dem Programmierer die relevanten Daten für den Ladevorgang direkt bereit. Die unteren Layer des Kommunikationsstack müssen somit nicht weiter berücksichtigt werden.

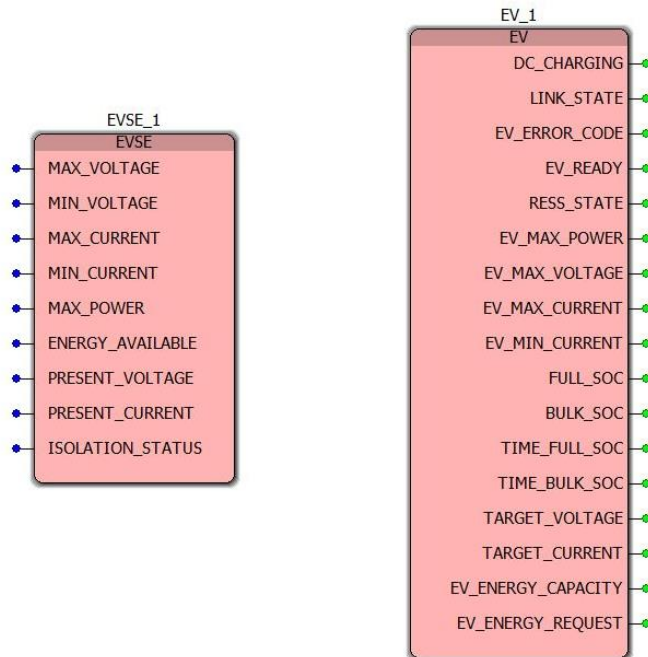


Abbildung 73: Erweiterung des Labor-Lösungskonzeptes um PxC-Komponente „E-Mobility SPS“

Die Ansteuerung der zusätzlichen Module wie Leistungselektronik oder Isolationswächter werden über die seriellen Schnittstellen auf der Steuerung eingebunden. Die Kommunikation zum ESP-EMS erfolgt über Ethernet.

Komplette Ladevorgänge konnten mit diesem Ansatz bis zum Projektende nicht umgesetzt werden. Dieses lag darin begründet, dass die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation nicht über einen ganzen Ladevorgang stabil aufrechterhalten werden konnten. Kommunikationsabbrüche führen dazu, dass Ladevorgänge sofort beendet werden. Dieses ist aktuell Gegenstand der weiterführenden Freigabetests für die E-Mobility SPS.

Die Anbindung der Systemperipherie wie die Leistungselektronik, Isolationsüberwachung und Strom- und Spannungsmessung auf Basis der E-Mobility-SPS konnten erfolgreich umgesetzt werden.

Leistungselektronik für das DC-Laden:

Für das DC-Laden sind leistungselektronische Module vorzusehen, die die Netzspannung in DC-Spannung umwandeln. Hierfür ist ein modulares Konzept entwickelt worden. Je nach Bedarf sollen 1 bis N Leistungselektronikmodule parallel geschaltet werden können, die in Summe die benötigte Ausgangsleistung bereitstellen können. Über eine Kommunikationsschnittstelle werden diese Module mit dem Steuerungsmodul verbunden. Vom Steuerungsmodul werden die dynamischen Vorgaben bzgl. der Strom- und / oder Spannungsverläufe generiert, die von der Leistungselektronik beim Ladevorgang entsprechend umzusetzen sind. Es ist sicherzustellen, dass die Anforderungen der IEC 61851-23, die die Leistungselektronik betreffen, mit diesem modularen Konzept umzusetzen sind.

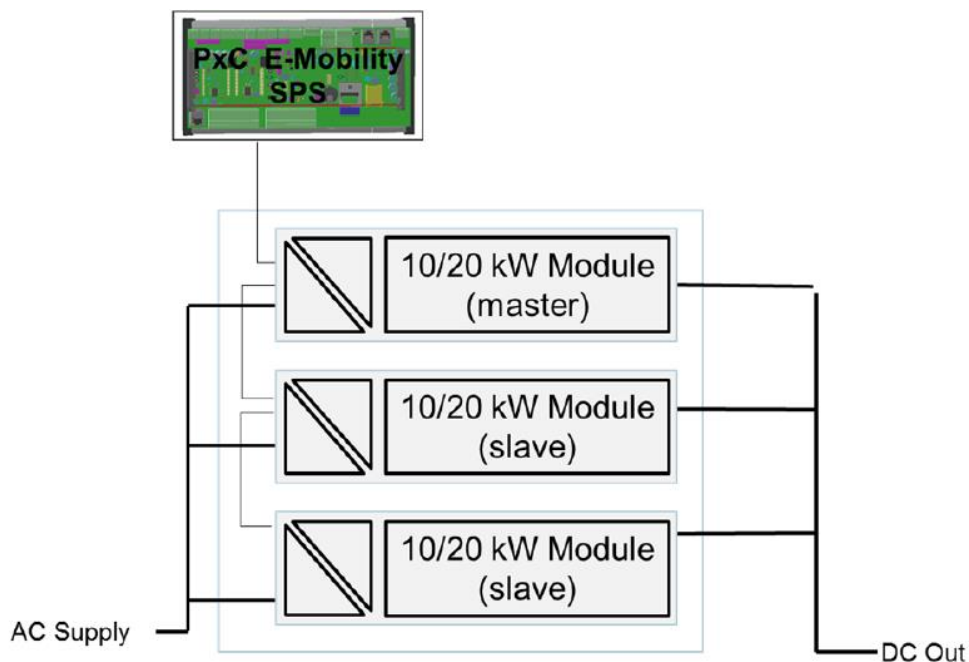


Abbildung 74: Modulares Leistungselektronikkonzept für DC-Ladestation

In der folgenden Abbildung ist das Blockschaltbild eines Powermoduls abgebildet, wie es in dem Konzept durch OWITA erarbeitet wurde. Die komplette Beschreibung der Leistungselektronik ist als Anhang zu diesem Bericht beigefügt.

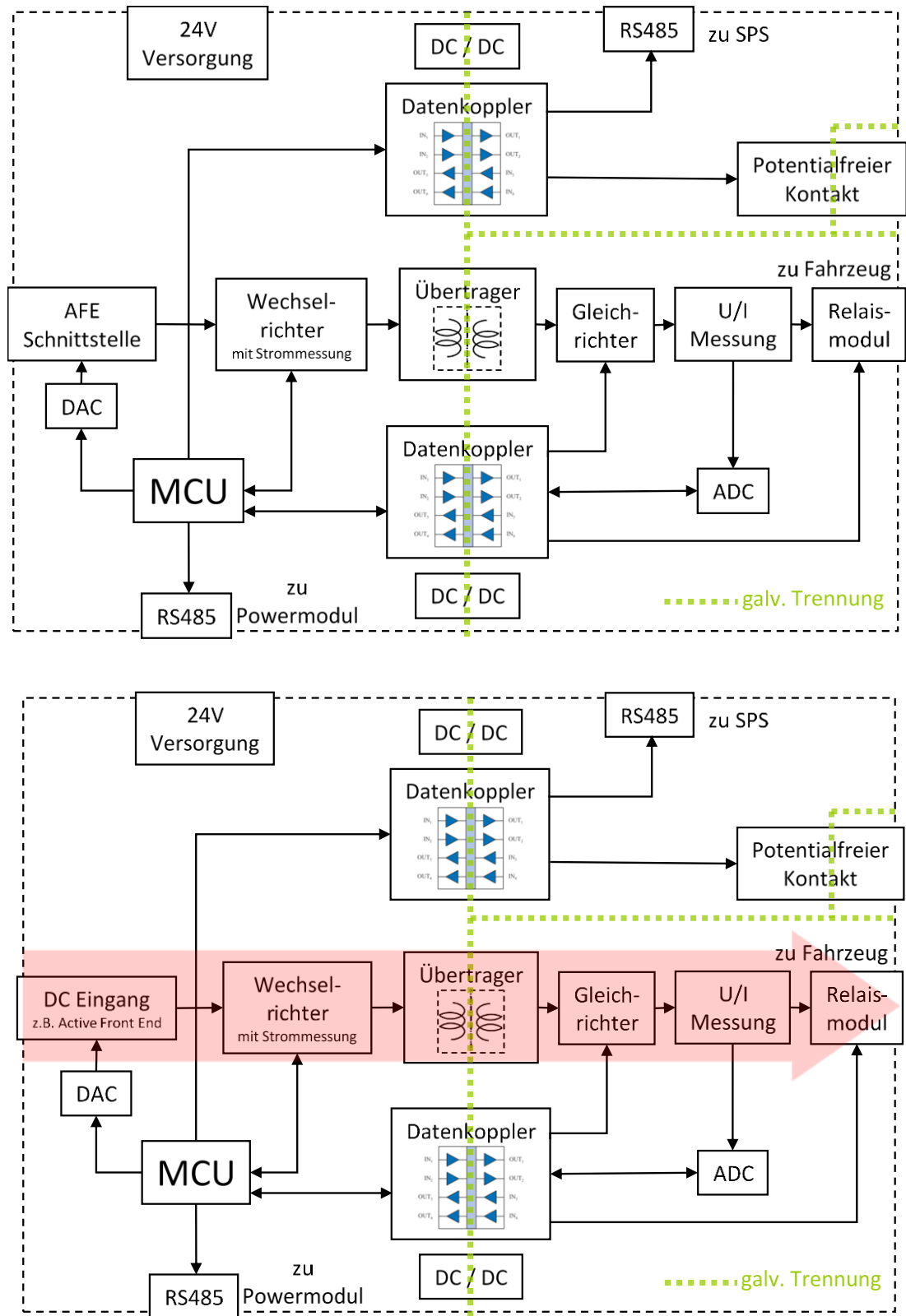


Abbildung 75: Blockschaltbild Powermodul

Als Active Front End wurde in diesem Konzept ein AC/DC Wandler LAB-HP 15600 ATI5/10 LTRS232 M/S der Fa. Meilhaus Elektronik eingesetzt.



Abbildung 76: LAB-HP 15600 Active Front End



Abbildung 77: Leistungselektronik-Einheit mit 3 Einzelmodulen

Die Kommunikation zwischen den Leistungseinheiten wird durch jeweils zwei Modbus-Schnittstellen innerhalb eines Powermoduls realisiert. Eine Modbus-Schnittstelle stellt einen Slave dar, der auf Anfragen eines Masters wartet bzw. diese

beantwortet. Die zweite Modbus-Schnittstelle stellt einen Master dar. Die Master-schnittstelle ist jeweils mit dem Slave des nächsten Powermoduls verbunden, dadurch entsteht eine Linientopologie zwischen den Geräten. Das erste Gerät ist an die SPS angebunden. Ein Beispiel der kompletten Topologie ist in Abbildung dargestellt.

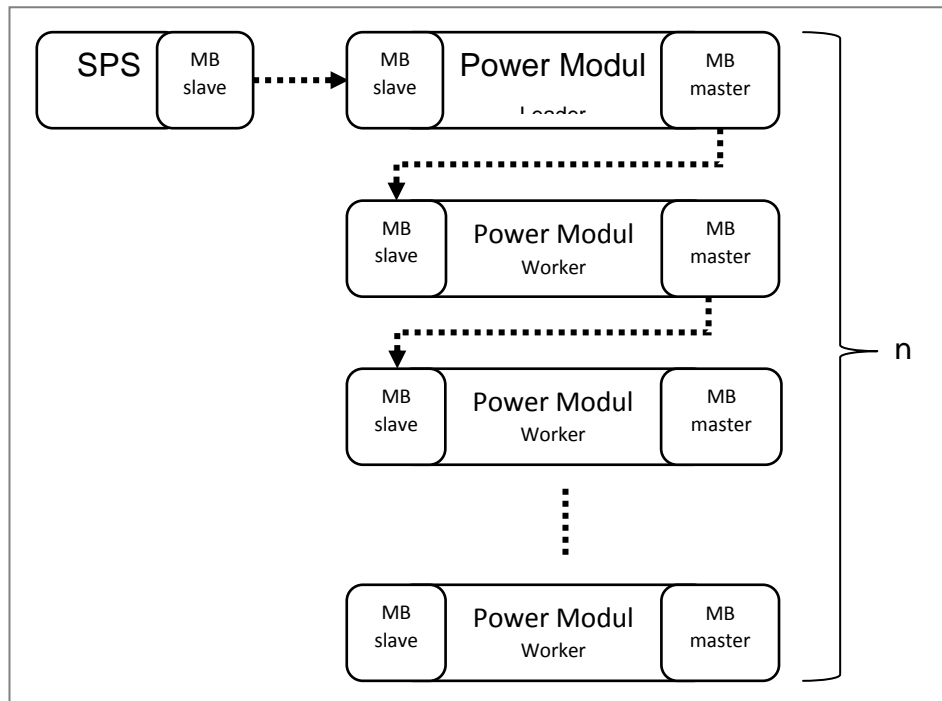


Abbildung 78: Topologie der Kommunikationsstrecke

Die Kommunikation zwischen SPS und erstem Modul (Leader) ist unabhängig von der Anzahl der Module, so dass die SPS nur die in sich geschlossene Einheit „Leistungselektronik“ wahrnimmt. Sämtliche Mechanismen zur Identifizierung der Kommunikationsstrecke und der Teilnehmer finden im ersten Modul (Leader) statt. Im Folgenden werden die Kommunikationswege SPS ↔ Modul und Modul ↔ Modul getrennt betrachtet.

Als weitere Leistungselektronik wird testweise ein 15kW Ladegerät der Fa. Power Innovations integriert, welches ebenfalls skalierbar ist. Diese können in Stufen von 15 kW erweitert werden.



Abbildung 79: 15kW Leistungselektronik der Fa. PowerInnovations

Schnittstellen

Folgende Schnittstellen sind in der Ladestation vorhanden

- Zum Fahrzeug
 - Mode 3 nach IEC 61851 (zwingend)
 - ISO/IEC 15118 / DIN SPEC 70121 (für DC-Laden zwingend, für AC-Laden optional)
 - Durch Standards vorgegeben
- Interne Schnittstellen innerhalb der Ladestation
 - Subsysteme (Leistungselektronik, Energiezähler, weitere Subsysteme)
 - Typische Kommunikationsschnittstellen wie Ethernet und serielle Schnittstellen
- Lokale Schnittstelle
 - Identifikation Fahrzeug oder Fahrer
 - Hierfür sind keine Standards verfügbar, diese wurden innerhalb des Projekts festgelegt. Da hierbei durchaus unterschiedliche Identifikationsmechanismen zum Tragen kommen, soll diese Schnittstelle modular ausgeprägt sein. Realisiert wurde eine Identifikation auf Basis von RFID. Weiterhin wird eine Identifikation aus dem Fahrzeug heraus über das Kommunikationsprotokoll ISO/IEC 15118 bzw. DIN SPEC 70121 realisiert.
- ESP-EMS
 - Die Kommunikation zwischen den Ladestationen und dem ESP-EMS erfolgt mittels TCP/IP Kommunikation. Die Kommunikation kann dabei sowohl leitungsgebunden als auch drahtlos erfolgen, hierfür sind insbesondere lokale Gegebenheiten maßgeblich (verfügbare Infrastruktur, bauliche Voraussetzungen etc.). Eine kabelgebundene Kommunikation wurde realisiert.
 - Als Kommunikationsprotokoll wird Modbus TCP verwendet. Durch die Integration der Ladesteuerung in das ESP-EMS wurde auf die Nutzung von Protokollen wie OCPP oder OPC-UA verzichtet. Diese würden benötigt

wenn weitere externe Ladepunkte an ein ESP-EMS angebunden werden sollen.

➤ Regenerative Erzeugung (Wechselrichter), Speicher

Die Schnittstellen zu den einzelnen Subsystemen sind parametrier- und erweiterbar, um eine möglichst große Zahl von am Markt verfügbaren Komponenten (Wechselrichter, Batterie) unterschiedlichster Hersteller integrieren zu können. Jede Komponente ist dabei optional zu sehen, bspw. können auch Konfigurationen ohne Speicher betrieben werden können. Typische Schnittstellen zu Wechselrichtern und Speichersystemen sind z.B. CAN, Modbus RTU/TCP oder Speedwire.

Verantwortlichkeit

PxC

Liefert zu:

OWITA (DC-Ladung)

inIT

FhG IOSB-INA

3.2 Mobilitätsmanagementsystem (MMS)

Ein MMS ist ein elektronisches Tool zum Management der Mobilität von Personen. Es unterstützt den Anwender bei der Reiseplanung- und Abwicklung.

Ziele von Mobilitätsmanagement sind laut Wikipedia:³⁶

In den Zielen des Mobilitätsmanagements besteht weitgehende Einigkeit: „Das Hauptanliegen ist eine deutliche Reduzierung motorisierter Fahrzeugbewegungen, ohne die Funktion unseres Gemeinwesens zu gefährden“. Mobilitätsmanagement soll dazu beitragen, „eine effiziente, umwelt- und sozialverträgliche (nachhaltige) Mobilität anzuregen und zu fördern“. Mobilitätsmanagement richtet sich dabei „an den einzelnen Verkehrsteilnehmer und will ihn zu einem Überdenken seiner Mobilitätsansprüche sowie einer ‚intelligenten Verkehrsmittelwahl‘ veranlassen“.

Ziel des Mobilitätsmanagements ist es, Emissionen und andere negative Effekte der Mobilität zu verringern und damit eine nachhaltige, also effiziente, sozial- und umweltverträgliche Mobilität zu ermöglichen. Untergeordnetes Ziel ist dabei die Veränderung der Verkehrsmittelwahl („modal split“) in Richtung umweltfreundlicher, nachhaltiger Verkehrsmittel (zu Fuß, Fahrrad, Car-Sharing, Öffentlicher Verkehr).

Das integrierte Verkehrs- und Mobilitätsmanagement Region Frankfurt Rhein/Main definiert „betriebliches Mobilitätsmanagement“ folgendermaßen:³⁷

Maßnahmen und Angebote im Mobilitätsmanagement zielen dabei auf Einstellungen und Verhaltensmuster ab. Der bewusste Umgang mit der Mobilität soll gefördert werden. Das Mobilitätsmanagement basiert dabei im Wesentlichen auf Information, Kommunikation und Organisation und bedarf deshalb eines intensiven Marketings.

Das Betriebliche Mobilitätsmanagement umfasst in diesem Kontext Konzepte zur Verbesserung der Mobilität in Unternehmen und Verwaltungen. Hierzu gehören neben den Wegen der Mitarbeiter zum und vom Arbeitsort auch Kunden- und Besucherverkehr sowie innerbetrieblicher Verkehr z. B. in Form von Dienstwegen.

Neben der Förderung einer nachhaltigen Mobilität leistet das betriebliche Mobilitätsmanagement auch einen Beitrag zur Verbesserung von Standortqualitäten in

³⁶ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Mobilit%C3%A4tsmanagement#Ziele>

³⁷ vgl. <http://www.ivm-rheinmain.de/kommunaler-service/betriebliches-mobilitaetsmanagement/>

Form einer verbesserten Erreichbarkeit. Vor diesem Hintergrund wird das betriebliche Mobilitätsmanagement auch ein wichtiger Bestandteil der Wirtschaftsförderung.

In diesem Projekt wird der besondere Aspekt der nachhaltigen, ökologischen Elektromobilität bei Wirtschaftsverkehren betrachtet.

3.2.1 Unternehmens-MMS (U-MMS)

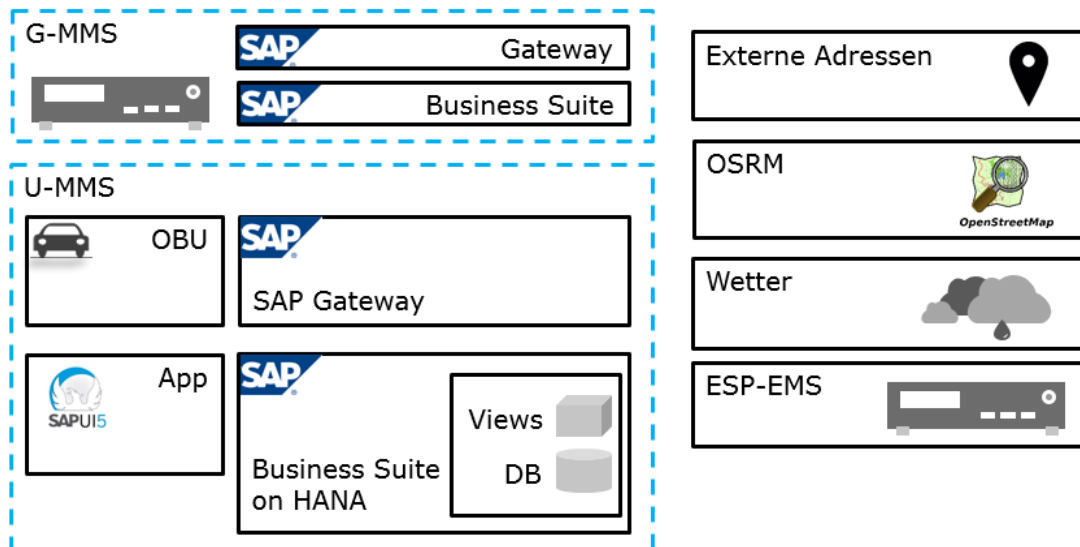


Abbildung 80: Aufbau des MMS

Funktionalität

Das U-MMS im „EMiLippe“-Projekt ist das zentrale System eines Unternehmens zur Planung, Verwaltung und Unterstützung der Mobilität der Mitarbeiter und der Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum. Es ist gleichzeitig ein Flottenmanagementsystem, ein Buchungs- und Reservierungssystem sowie ein Auswertungssystem, das insbesondere die besonderen Aspekte der Elektromobilität und regenerativen Energien berücksichtigt.

Es ermöglicht dem Mitarbeiter eine Reise mit einem Firmenfahrzeug zu planen und Ladesäulen zu reservieren.

Dem Fuhrparkmanager ermöglicht es, seine Flotte zu verwalten und Auswertungen zu den Fahrzeugen oder Fahrten zu machen. Dem Unternehmen ermöglicht es, Ökostrom zu bevorzugen und so die Energiebilanz positiv zu beeinflussen, sowie die Kosten zu reduzieren.

Informationstechnische Grundlage des Systems sind die von der OBU gesammelten Daten bei den Fahrten auf die das System auch zeitnah reagieren kann. Im Gesamtsystem werden weitere Informationsquellen genutzt: Wettervorhersagedaten, Informationen aus den Energiemanagementsystemen der Niederlassungen und der Energiestellplätze sowie systemfremder Ladesäulen um die Planung der Ladezeitpunkte, -dauern und -Kosten zu optimieren. Dies wird teilweise autark in der Ladesäule gesteuert, um auch beim Ausfall der Informationsnetze zum U-MMS den Betrieb aufrechtzuerhalten.

Abgrenzung

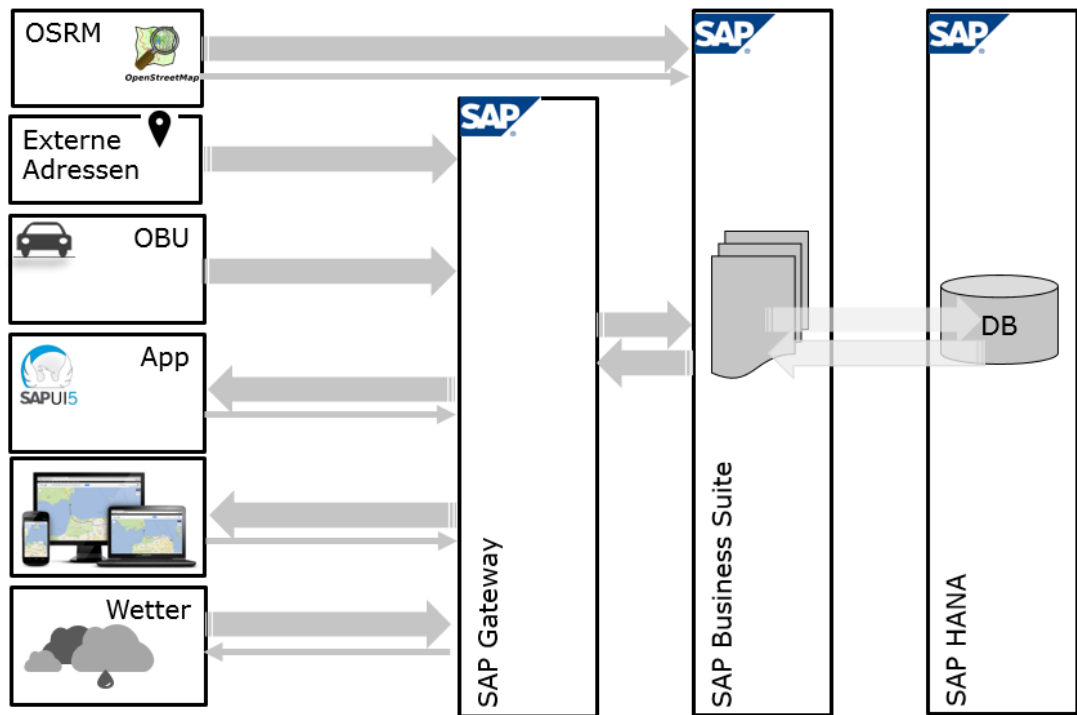
Das System beinhaltet keine Navigationshilfe oder optische Unterstützung während der Fahrt.

Es verbucht keine Kosten, stellt oder empfängt Rechnungen, verschickt Mahnungen oder verrechnet sonst irgendwie finanzbuchhalterisch relevante Werte. Es stellt nur Daten zur Verfügung, die zur Kontrolle oder manuellen Verbuchung nützlich sein könnten. Ebenso ist das sog. Fahrtenbuch nicht steuerrechtlich relevant.

Es bedient sich frei verfügbaren Informationsquellen, wie z.B. Ladesäulenstandorten, Routenberechnungen, Standortangaben, die nicht selbst generiert werden, und deren Verfügbarkeit und Richtigkeit nicht gewährleistet werden kann. Es kann nicht garantiert werden, dass diese Quellen dauerhaft und kostenlos genutzt werden können.

Es bindet keine öffentlichen Verkehrsmittel, Mietwagen, Taxen und Fahrräder in das Konzept mit ein. Es richtet sich hauptsächlich an gemeinsam betrieblich genutzte PKW, sog. Poolwagen. Ausschließlich privat genutzte oder selbstfahrende Fahrzeuge werden nicht berücksichtigt.

Die Fahrzeuge müssen elektrisch, konventionell durch flüssige Kraftstoffe oder Hybrid betrieben sein. Andere Antriebsarten, wie z.B. Gas, Brennstoffzelle etc. sind nicht Bestandteil des U-MMS-Datenpools.

Umsetzung**Abbildung 81: Datenfluss im MMS**

Das System besteht aus einer HTML5-basierten Webapplikation und einem OData-basiertem REST-Webservice. Bereitgestellt werden sie durch ein sog. SAP Netweaver Gateway [EMG] auf dem die SAPUI5-Komponente die Frontendarstellung der Hauptkomponente (operativ) übernimmt, während der OData-Service die Kommunikation von der Webapplikation und von der OBU zum Backendsystem hin übernimmt. Die Implementierung erfolgt mit Hilfe des SAPUI5-Frameworks in Javascript auf der Frontendseite und ABAP auf der Backendseite.

Während das Gateway die sichtbare und vom Internet erreichbare Schnittstelle nach außen bildet, stellt die SAP Business Suite [EMS] die Schnittstelle zur Datenhaltung in der HANA-Datenbank [EMD] dar. Die Datenbank wird nicht direkt angesprochen, sondern über eine Businessschicht, so dass komplexe Objektstrukturen, wie z.B. ein Mitarbeiter, vordefiniert sind und sich evtl. im Unternehmen vorhandene Daten integrieren und nutzen lassen. Der Zugriff auf die Daten geschieht über Standardtabellen der Module Personal (HCM) und der Komponenten Instandhaltung (PM) und Kundenservice (CS). Das hat den Vorteil, dass die Integration in die bestehende Unternehmenssoftware möglich ist, da nur die Businessschicht genutzt wird und nicht mehr die darunterliegende technische Schicht. Das macht es z.B. unabhängig von der

Datenbank, nutzt aber bereits bestehende Datenbestände wie z.B. Fahrzeuge und Mitarbeiter.

Einzelne Auswertungen und grafische Analysen werden ebenfalls über denselben Weg wie oben beschrieben implementiert. Der zunächst überlegte Weg über spezialisierte Analysetools direkt auf der Datenbank wurde nicht verfolgt, weil sich keine wesentlichen Vorteile ergeben haben, und die Umsetzung auf der gleichen Plattform wie der operative Betrieb für den Nutzer als Vorteil erwies.

Die Kommunikation von den externen Systemen (Internet) zu den internen Systemen (Intranet) wird über das SAP Netweaver Gateway (EMG) organisiert. Zusätzliche Netzwerk- und Systemkomponenten wie ein Reverse-Proxy, VPN, Loadbalancer, Standbynodes, etc. sind hier nicht berücksichtigt, werden aber im Produktivbetrieb beim Kunden ggf. benötigt.

Die beschriebene Architektur beschreibt den Zustand der bei einer Auslieferung bei einem einzelnen Projektpartner vorherrschen würde, wenn er sie für sich selbst exklusiv nutzen würde.

Im Rahmen des Projektes werden die Systeme gemeinsam genutzt, ohne dass sich die Projektteilnehmer dessen bewusst sein müssen. Zur Trennung der Zugänge und der Daten werden Konzepte wie Mandantentrennung und unterschiedliche Ports verwendet.

Die Bereitstellung geschieht virtualisiert auf einem VMware Server [ESX43]. Im Unterschied zu der Einzelauslieferung werden die Parteien durch sog. Mandanten getrennt. D.h. dass User, Berechtigungen und Daten getrennt werden. Es gibt zusätzlich einen Entwicklungsmandanten 800, der die Weiterentwicklung erlaubt, ohne Echtdaten der anderen Mandanten zu nutzen oder zu verändern, leider aber nicht ohne den Test- und Produktivbetrieb zu beeinflussen, da das Coding mandantenübergreifend ist. Dies funktioniert auf der Business Suite und auf dem Gateway. Auf den Systemen wird der Zugang durch Berechtigungen auf Daten und Sichtbarkeit geregelt.

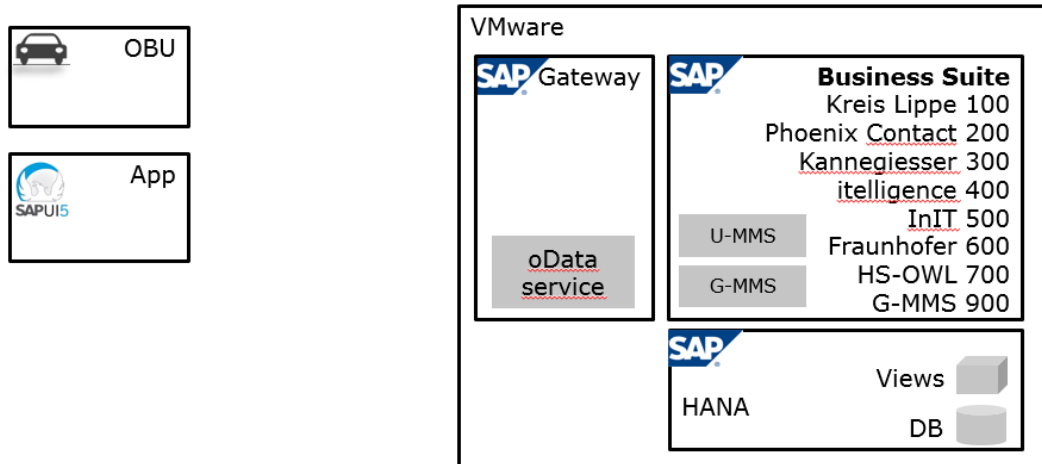


Abbildung 82: Zielarchitektur (Umsetzung)

Folgende Systeme werden zur Verfügung gestellt:

- **ESX43**

VMware:
vSphere 5.1

- **EMD**

HANA:
SUSE Linux Enterprise Server 11 SP3 for SAP Applications
HANA DB 1.00.73 SPS07
256 GB RAM, 712 GB HDD, 128 GB SSD

- **EMS**

BUSINESS SUITE:
Windows 2008 R2
ECC 6.17
Netweaver 7.40
IS-U
HCM
16 GB RAM, 150 GB HDD
Mandantenkopie aus DP1:
1. Kreis Lippe 100
2. Phoenix Contact 200

3. Kannegiesser 300
4. itelligence 400
5. inIT 500
6. Fraunhofer 600
7. Hochschule OWL 700
8. Development 800
9. G-MMS 900

Bei der Realisierung der Funktionalität des U-MMS werden die im Fallbeispiel genannten Reportarten und Managementmöglichkeiten in der Webapplikationen verwendet. Bei operativen Funktionalitäten (wie z.B. Buchungsfrontend, Reservierung) wird in SAP ABAP und Javascript mit Unterstützung von gängigen APIs programmiert.

Aus dem Fallbeispiel sind bereits folgende Fragestellungen bekannt, die durch Forschung, Befragung, Erarbeitung oder Definition im Feinkonzept beantwortet werden müssen:

- Entfernung berechnen aus Start- und Zielort → Erarbeitung

Im Projekt wurde mehrere Geonbieter zum Einsatz evaluiert, u.a. Google, Openstreetmap und MapQuest. Entfernungen konnten alle berechnen, nicht alle ließen ein angepasstes Routenprofil für Elektrofahrzeuge zu. Aus Lizenzrechtlicher Sicht, und aus der Anpassbarkeit der Serverantworten und der Betriebssicherheit der Plattform, sehen wir einen eigenbetriebenen Openstreetmap-Server für am besten geeignet. Während der Projektlaufzeit haben sich Nutzungsbedingungen und Verfügbarkeiten der freizugänglichen Services geändert, so dass ein planmäßiger Betrieb nicht immer gewährleistet werden konnte.

- Reichweitenberechnung, anhand noch zu definierender Faktoren wie Fahrerprofil, Außentemperatur, Ladegewicht, Historische Werte → Forschung

Es wurden Daten, die zur Erstellung der Profile benötigt werden, gesammelt, und deren Nutzung grundsätzlich ermöglicht. Deren Einfluss auf eine verbesserte Reichweitenvorhersage ist aber nahezu irrelevant und deshalb nicht umgesetzt, da durch den fehlenden Zugriff auf die detaillierten Fahrzeugdaten (CANbus) die Ausgangswerte des Fahrzeugs nicht bekannt sind.

- Definition der Fahrzeugklassen, z.B. PKW, Transporter, LKW, etc., und – Eigenschaften, z.B. Kofferraumgröße, Anzahl Sitzplätze → Unternehmensbefragung

Durch das Frontend wurde eine Fahrzeuganlage im System ermöglicht, die die relevanten Eckdaten abfragt.

- Überprüfung der Fahrzeugberechtigung → Definition

Die Fahrzeugberechtigung wurde in mehrerer Hinsicht berücksichtigt. Prozessual indem eine Fahrzeugausgabe nur mit unterschriebener Datenschutzerklärung und vorgezeigtem Führerschein abläuft, und technisch durch Überprüfung der im System hinterlegten Führerscheinklasse und ggf. einer weiteren Qualifikation (z.B. Einschränkung für bestimmte Fahrzeuge möglich)

- Definition der Priorisierung von Mobilitätsangeboten, z.B. Mitfahrgelegenheit im E-Car, Mitfahrgelegenheit im herkömmlichen Fahrzeug, Herkömmliches Fahrzeug

Die Priorisierung geschieht durch die Reihenfolge der angebotenen Reiseoptionen. Dem Mit- oder Fahrer bleibt aber schlussendlich die Wahl bei der Reservierung

- Berechnung des Energieeinsparpotenzials → Forschung

Größtmöglichen Einfluss auf das Energieeinsparpotenzial hätte eine Mitfahrgelegenheit. Diese wurde im Testbetrieb jedoch kaum genutzt

Umsetzung einer einfachen Buchung (Kernprozess):

- 1.) Entfernung berechnen aus Startort und Zielort
- 2.) Selektion von Fahrzeugen, dessen erwartete Reichweite größer als die berechnete Entfernung ist
- 3.) Selektion der Fahrzeuge, die den gewünschten Kriterien wie Zusatzgewicht, Kofferraumgröße, Anzahl Sitzplätze entsprechen
- 4.) Es wird in den Stammdaten des U-MMS die Fahrzeugberechtigung anhand des Führerscheins und der Fahrzeugklasse ermittelt. Anhand dieses Ergebnisses werden die möglichen Fahrzeuge selektiert
- 5.) Anhand der Entfernung wird die voraussichtliche Fahrdauer und der Startzeitpunkt je Fahrzeug ermittelt
- 6.) Es werden alle Fahrzeuge ausgeschlossen, die zum Startzeitpunkt nicht verfügbar sind (Vorort und ausreichend geladen) oder die zwischen Start- und Rückgabezeitpunkt am selben Ort (anteilig) reserviert sind

7.) Die Liste der selektierten Fahrzeuge wird um diejenigen Fahrzeuge erweitert, die für den geplanten Reisezeitraum und gleichen Start-, Ziel- und Rückgabeort für andere Mitarbeiter geplant sind und die den gewählten Kriterien (Zusatzgewicht, Kofferraumgröße, Anzahl Sitzplätze) entsprechen

8.) Es wird ein „SORT BY Energieeinsparpotenzial“ ausgeführt.

Umsetzung eines Aktualisierungsvorganges:

Das U-MMS sammelt die Daten der On-Board-Units, bestimmt über den aktuellen geografischen Standort jedes Fahrzeugs die wahrscheinlichen Zielzeitpunkte und die Rückgabezeitpunkte aller Fahrzeuge, prognostiziert den Ladezustand bei Rückgabe und berechnet die benötigte Ladedauer jedes Fahrzeugs. Die ursprünglich angedachte automatische Reaktion auf Verspätungen unter Berücksichtigung der Folgereservierungen von Fahrzeug und Ladesäule wurde aufgegeben. Im Betrieb stellte sich heraus, dass die Ausnahmen zu häufig vorkommen, so dass die Kausalketten für die Nutzer nicht mehr nachvollziehbar und die Reisen nicht mehr planbar gewesen sind. Der Ansatz eines intelligenten Systems wurde nicht als solcher empfunden. Das System selbst konnte nicht „intelligent“ entscheiden, da durch AdHoc-Reisen, oder Ladungen und Reservierungen durch Gästekarten es der Planungsgrundlage entrissen worden ist.

Schnittstellen

Das U-MMS sammelt die Daten der On-Board-Units, bestimmt über den aktuellen geografischen Standort jedes Fahrzeugs die wahrscheinlichen Zielzeitpunkte und die Rückgabezeitpunkte aller Fahrzeuge, prognostiziert den Ladezustand bei Rückgabe und berechnet die benötigte Ladedauer jedes Fahrzeugs. Dafür müssen in den OBU-Daten GPS-Koordinaten und (manuell einzugebende) Ladezustände enthalten sein. Das U-MMS ist das empfangende System. Es stellt nur einen Webservice zur Verfügung, den die OBU via OData mit den Daten versorgt.

Für prognostische Aussagen werden Wettervorhersagedaten ausgewertet. Die Umsetzung findet im E-MMS statt und benutzt OpenWeatherMap Vorhersagen um die durch PV erzeugte Energie vorherzusagen und dadurch die ökologische Fahrzeugladung autark steuern zu können. Im U-MMS werden diese ortsbezogenen Vorhersagedaten gespeichert und in den grafischen Auswertungen den Realdaten gegenübergestellt.

Für Reservierungszwecke von Ladesäulen innerhalb des Projektverbundes werden Verfügbarkeiten abgefragt. Allerdings nicht direkt, sondern über einen zentralen Dienst auf dem G-MMS. Basis der Anfragen sind Datum, Zeit, Ladedauer und Ladeanschlussmöglichkeit. Antwort der Anfrage ist 'die Lademöglichkeit, die der Anfrage ,am nächsten kommt'. Ziel ist es, einen direkten Einblick in die Verfügbarkeit und Nutzung der Ladesäulen von Betriebsfremden zu verhindern.

Verantwortlichkeit

itelligence

Liefert zu:

inIT

FhG IOSB-INA

3.2.2 Globales-MMS (G-MMS)

Funktionalität

anonymer Datentransfer zwischen den Partner-U-MMS
zentrale Anbindung Partner-Ladeinfrastruktur

Abgrenzung

keine sensiblen Daten

Umsetzung

Umgesetzt wird das System als Mandant auf der SAP Business Suite, der via RFC mit den produktiven Mandanten kommuniziert. Auf der gemeinsam genutzten Hardwareplattform wird dazu ein zusätzlicher Mandant [900] auf der SAP Business Suite eingerichtet, der ein entferntes System (Cloud) simuliert.

Schnittstellen

Schnittstellen zu den diversen U-MMS der Partner und potentiell Fremdverbünde.

Verantwortlichkeit

itelligence

Liefert zu:

inIT

FhG IOSB-INA

3.2.3 Berechnung des Energiebedarfs und der Reichweite eines elektrischen Fahrzeugs

Im Folgenden werden die Berechnung des Energiebedarfs und der Reichweite eines elektrischen Fahrzeugs betrachtet. Die mathematischen Grundlagen zur Energiebedarfs- und Reichweitenberechnung werden in 3.2.3.1 dargestellt. Basierend auf diesen Zusammenhängen werden in Abschnitt II die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch analysiert. Von entscheidender Bedeutung für den Energieverbrauch und damit auch die Reichweite ist das konkrete Fahrprofil, d.h. die Beschleunigungen $a(t)$ und die Geschwindigkeiten $v(t)$ zu jedem Zeitpunkt t der betrachteten Fahrstrecke. In Abschnitt III-A wird zunächst ein bekanntes Referenz-Fahrprofil vorge-

stellt, das sich für Vergleiche der Reichweite verschiedener elektrischer Fahrzeuge eignet, für Reichweiteberechnungen während der Fahrt aber ungeeignet ist. Zu diesem Zweck werden in den folgenden beiden Unterabschnitten geeignete Algorithmen vorgeschlagen. Abschließend werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst und mögliche Schritte zur Realisierung der Reichweitenberechnung beschrieben.

3.2.3.1 Berechnung des Energieverbrauchs und der Reichweite bei vorgegebenem Fahrprofil

In diesem Abschnitt werden zunächst die allgemeinen Zusammenhänge bzgl. des Energieverbrauchs und der Reichweite eines elektrischen Fahrzeugs dargestellt. Die Ausführungen orientieren sich an Karle, Elektromobilität - Grundlagen und Praxis, aus dem Jahr 2015.³⁸ Neben den Beschleunigungen $a(t)$ und den Geschwindigkeiten $v(t)$ wirken sich folgende Faktoren auf den Energieverbrauch des Fahrzeugs aus:

- 1) f_r : Rekuperationsfaktor (Anteil der durch Rekuperation zurückgewonnenen Bremsenergie)
- 2) c_w : cw-Wert des Fahrzeugs
- 3) A_{stirn} : Stirnfläche des Fahrzeugs
- 4) ρ : Dichte der Luft
- 5) m : Masse des Fahrzeugs
- 6) f : Rollreibungsfaktor
- 7) $\alpha(t)$: Steigungswinkel der Straße (zum Zeitpunkt t der Fahrt)

Die Antriebskraft $F_A(t)$ des Fahrzeugs ergibt sich zu jedem Zeitpunkt als Summe der Beschleunigungskraft $F_B(t)$ und verschiedener Kräfte, die das Fahrzeug abbremsen:

$$F_A(t) = F_B(t) + F_{Br}(t) + F_R(t) + F_L(t) + F_{St}(t) \quad (1)$$

wobei die einzelnen Kräfte wie folgt definiert sind:

Beschleunigungskraft $F_B(t) = (1 + f_m)ma(t)$

Bremsverluste (für $a < 0$) $F_{Br}(t) = -(1 - f_r)ma(t)$

Rollwiderstand $F_R(t) = fmg$

³⁸ Vgl. Karle, 2015

$$\begin{array}{ll} \text{Luftwiderstand} & F_L(t) = 0.5\rho c_w A_{Stirn} v^2(t) \\ \text{Steigung} & F_{St}(t) = mg \sin \alpha(t). \quad (2) \end{array}$$

In Gl. (2) bezeichnet g die Gravitationskonstante und f_m den Drehmassenzuschlagsfaktor. Dabei ist zu beachten, dass die Beschleunigungskraft $F_B(t)$ und die Kraft $F_{St}(t)$ zur Überwindung der Steigung (t) für die Energiebetrachtung nur relevant sind, wenn das Fahrzeug am Ende der betrachteten Fahrstrecke eine andere Geschwindigkeit oder potentielle Energie als am Anfang der Strecke hat (Erhaltungssatz für die kinetische und potentielle Energie des Fahrzeugs). Die Momentanleistung $P(t)$ des elektrischen Fahrzeugs ergibt sich elementar aus dessen Geschwindigkeit $v(t)$ und Antriebskraft $F_A(t)$ sowie der Leistungsaufnahme zusätzlicher Verbraucher:

$$P(t) = F_A(t)v(t) + P_{Zusatz} \quad (3)$$

In P_{Zusatz} fließen die Leistungsaufnahme von Heizung, Klimaanlage, Sitzheizung, Heckscheiben-Heizung, Innenraum-Lüfter, Scheibenwischer, Scheinwerfer sowie kleinerer Verbraucher wie Navigationssystem, Radio, Aussenspiegelheizung, Nebelscheinwerfer, Nebelschlussleuchte und elektrischem Fensterheber ein. Der Energieverbrauch über eine vorgegebene Fahrstrecke mit der Fahrzeit T ist das Integral der Momentanleistungen:

$$E(T) = \int_0^T P(t) dt \quad (4)$$

Die max. Fahrzeit T_{max} eines Fahrzeugs mit aktuellem Akku-Ladezustand E_{Akku} ergibt sich durch Umstellen der Gleichung $E(T_{max}) = E_{akku}$

nach T_{max} . Die zurückgelegte Distanz $d(t)$ ist das Integral über die Geschwindigkeiten:

$$d(t) = \int_0^T v(t) dt$$

Für die Reichweite D ergibt sich aus der max. Fahrzeit und damit aus dem Ladezustand des Akkus bei Fahrtbeginn die folgende Beziehung

$$D = \int_0^{T_{\max}} v(t) dt$$

Insgesamt ergibt sich aus Gl. (3) und (4) die folgende Zusammensetzung des Energieverbrauchs:

$$E = E_{Br}(m, f_r, a, v) + E_L(\rho, cw, A_{Stirn}, v) + E_R(m, f, v) + E_{Ladungsverlust}(\text{Außentemperatur}) + E_{Zusatz}$$

Die Integrale über die Leistungen $P_B(t)$ und $P_{St}(t)$ (d.h. die Beschleunigungs- und Steigungsverluste) sind 0, wenn man davon ausgeht, dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs und die Entfernung des Fahrzeugs vom Erdmittelpunkt am Anfang und Ende der Strecke gleich sind (d.h. die kinetische und potentielle Energie des Fahrzeugs sich nicht ändern). Die Einflussfaktoren auf die einzelnen Komponenten sind jeweils in Klammern angegeben. Den stärksten Einfluss auf den Energieverbrauch hat das konkrete Strecken- und Fahrprofil (in der Formel mit den Buchstaben a und v gekennzeichnet). Nach Karle werden beispielsweise für ein Fahrzeug mit $m = 1600\text{kg}$, Leistung $P = 85\text{kW}$, max. Antriebsdrehmoment $MA = 270\text{Nm}$, max. Antriebskraft $FA = 8143\text{N}$, Rollreibungsfaktor $f = 0,01$, Stirnfläche $A = 2,1 \text{ m}^2$ und $c_w = 0,3$ die Energieverbräuche für die folgenden Betriebsszenarien angegeben:³⁹

- Konstantfahrt mit $v = 50\text{km/h}$, keine Steigung, keine Beschleunigung → 6,4kWh/100km
- Konstantfahrt mit $v = 100\text{km/h}$, keine Steigung, keine Beschleunigung → 12,5kWh/100km
- Konstantfahrt mit $v = 100\text{km/h}$, Steigung 3%, keine Beschleunigung → 25,4kWh/100km
- $v = 100\text{km/h}$, keine Steigung, Beschleunigung $a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (Momentanbetrachtung) → 61,4kWh/100km

³⁹ vgl. Karle, 2015

Die Verdopplung des Energieverbrauchs bei einer Erhöhung der Geschwindigkeit von $v = 50\text{km/h}$ auf $v = 100\text{km/h}$ ist im Wesentlichen auf den erhöhten Luftwiderstand zurückzuführen.⁴⁰ Die Untersuchung von Marx zeigt, dass die Rollreibung, die von Masse m und Rollreibungsfaktor f abhängt, den zu überwindenden Widerstand bei Konstantfahrt dominiert (siehe Abbildung 83).⁴¹

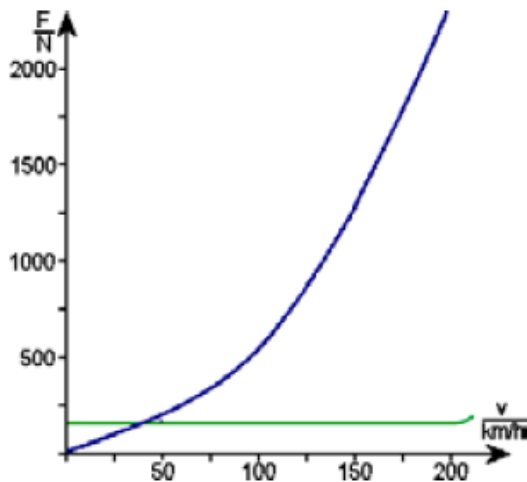


Abbildung 83: Einfluss von Rollreibung und Luftwiderstand bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten

Ab ca. 40km/h verliert die Rollreibung gegenüber dem Luftwiderstand, der von c_w -Wert, Stirnfläche A des Fahrzeugs und Luftwiderstand ρ beeinflusst wird, an Bedeutung. Die weitere Verdopplung der Verlustleistung, die durch eine zusätzliche Steigung hervorgerufen wird, wird prinzipiell bei der Bergabfahrt wieder zurückgewonnen (das Integral über $P_{St}(t)$ ist bei konstanter potentieller Energie des Fahrzeugs 0).

Allerdings ist zu beachten, dass die Steigung Einfluss auf das Fahrprofil hat (bergab muss entweder gebremst werden, um die Konstantfahrt aufrecht zu erhalten, oder der Luftwiderstand erhöht sich aufgrund höherer Geschwindigkeiten). Die Energie, die zur Beschleunigung des Fahrzeugs aufgewendet werden muss, liegt in der Regel deutlich über den Verlustenergien durch Luftwiderstand und Reibung. Diese Energie wird allerdings zunächst in kinetische Energie umgewandelt und erst beim Abbremsen des Fahrzeugs als thermische Energie freigesetzt. Ein Rekuperationsfaktor von 50% bewirkt, dass für das vierte Betriebsszenario ein Großteil der Energie in die Batterie zurückfließt und der tatsächliche Energieverlust statt auf $61,4\text{kWh}/100\text{km}$ nur auf

⁴⁰ vgl. Karle, 2015

⁴¹ vgl. Marx, 2015

36,95kWh/100km ansteigt. Allerdings ist der Anstieg des Energieverbrauchs durch die Beschleunigung und das abschließende Abbremsen auch in diesem Fall nicht zu vernachlässigen. Die Masse m des Fahrzeugs setzt sich aus der konstanten Leermasse sowie der Masse der beförderten Personen und der Beladung zusammen, wobei die Leermasse des Fahrzeugs die Masse m in der Regel dominiert. Die Untersuchungen von Karle haben gezeigt, dass die Beladung des Fahrzeugs, d.h. Änderungen der Masse m , sich insbesondere bei größerem Rekuperationsfaktor f_r , vergleichsweise wenig auf den Gesamtenergieverbrauch auswirken.⁴² Der Rollreibungsfaktor f kann unter normalen Straßenbedingungen ebenfalls als Konstante modelliert werden. Bei geringen Geschwindigkeiten (innerorts) und besonderen Straßenbedingungen (Schnee, Feldwege, etc.) kann er allerdings stark vom Normalwert abweichen und den Energiebedarf und die Reichweite dann entscheidend beeinflussen.⁴³ In solchen Fällen ist es daher zwingend erforderlich, ihn an die Verhältnisse der Fahrbahn anzupassen. Neben den Einflussfaktoren E_{Br} , E_L und E_R , die im Wesentlichen von der Strecke und dem Fahrzeug abhängen, sind Ladungsverluste und die Verluste zusätzlicher Verbraucher zu berücksichtigen. Die Ladungsverluste können nach zwischen 10% und über 30% liegen.⁴⁴ Die Ursachen für Ladungsverluste sind vielfältig: Eine Rolle spielen etwa die Temperatur des Akkus, Leitungslängen und -querschnitte.⁴⁵ Die wichtigsten Zusatzverbraucher sind die Heizung und die Klimaanlage des Elektrofahrzeugs. Die Untersuchungen zeigen, dass die Reichweite eines Elektrofahrzeugs sowohl durch die Klimaanlage als auch durch die Heizung jeweils um mehr als 40% reduziert werden kann.⁴⁶ Die Energieverbräuche von Heizung und Klimaanlage werden im Wesentlichen von der Außentemperatur und dem Heizverhalten des Fahrers beeinflusst. Die Modellierung des wichtigsten Einflussfaktors - des konkreten Fahrprofils - wird im nächsten Abschnitt thematisiert.

⁴² vgl. Karle, 2015

⁴³ vgl. Karle, 2015

⁴⁴ Vgl. Wuppertaler Institut fuer Klima, Umwelt, Energie GmbH, 2007

⁴⁵ Vgl. <http://ecomento.tv/ratgeber/technik-imelektroauto-verbrauch-ladeverlust-und-wirkungsgrad>

⁴⁶ vgl. Karle, 2015

3.2.3.2 Fahrprofil

Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ)

Eine erste Näherung des Fahrprofils ist der neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ).⁴⁷

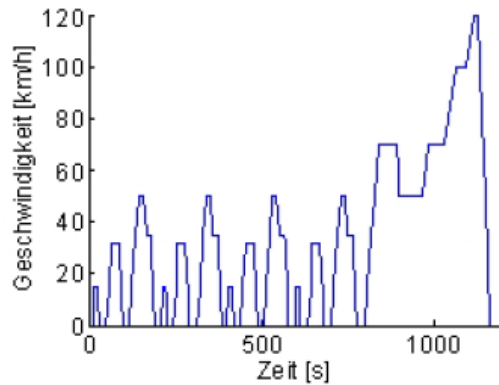


Abbildung 84: Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ)

Dies ist ein genormter Fahrzyklus, der vier Grund-Stadtfahrzyklen und einen außerstädtischen Fahrzyklus umfasst. Dabei ist jedoch zu beachten, dass dieser genormte Fahrzyklus Durchschnittsprofile darstellt, um Fahrzeuge untereinander vergleichen zu können. Daher stimmt er oft nicht mit dem Nutzungsprofil des Kunden überein, insbesondere dann, wenn viel Kurzstrecken- und Stadtverkehr vorkommt.

Außerdem werden der Verbrauch und die Emissionen bei Geschwindigkeiten über 120km/h nicht gemessen und fließen daher nicht in die Durchschnittsberechnung ein. Je ungünstiger die Aerodynamik des Fahrzeugs ist, desto steiler steigt der Verbrauch bei höheren Geschwindigkeiten an. Die im Zyklus durchgeführten Beschleunigungen von 0 auf 50km/h innerhalb 26 Sekunden sind nicht realistisch, der Zyklus blendet so hohe Verbräuche bei starken Beschleunigungen aus. Im Folgenden wird daher die Verwendung realistischerer Fahrprofile auf Basis historischer Daten und Zusatzinformationen untersucht.

Lernen realistischer Fahrprofile aus historischen Daten und Abschätzung des Energieverbrauchs und der Reichweite aus den gelernten Profilen

Zum Lernen realistischerer Fahrprofile wird im Folgenden ein Verfahren vorgeschlagen, das auf Erwartungswerten für die mittlere Leistungsaufnahme des Fahrzeugs basiert. Die Erwartungswerte werden in dem vorgeschlagenen Ansatz

⁴⁷ vgl. Europäisches Parlament und Rat, 1998

aus Histogrammen historischer Fahrten ermittelt. Die Erwartungswerte der einzelnen Leistungsaufnahmen $P_B(t)$, $P_{St}(t)$, $P_R(t)$, $P_L(t)$ und $P_{St}(t)$, sowie die zurückgelegte Distanz $d(t)$ werden dabei unabhängig voneinander aus den Histogrammen berechnet und anschließend addiert. Zur Berechnung eines Histogramms wird der Wertebereich $[v_{min}; v_{max}]$ der Fahrgeschwindigkeit v quantisiert, so dass sich für jedes Histogramm n_B Bins $[v_{min}; v_1]$, $[v_1; v_2]; \dots; [v_{n_B-1}; v_{max}]$ ergeben. Aus historischen Messdaten $v(k)$ der Geschwindigkeit zu zeitdiskreten Messzeitpunkten k wird das Histogramm jeweils erstellt, in dem die Messdaten $v(k)$ den einzelnen Bins zugeordnet werden. Der Anteil der Messwerte je Bin an der Gesamtzahl der Messwerte wird im Folgenden als $b_v(i)$ bezeichnet ($i \in 0..n_B - 1$). Jedem Bin wird darüber hinaus die mittlere Geschwindigkeit $\bar{v}_i = \frac{v_{i+1} + v_i}{2}$ zugeordnet. Daraus können Erwartungswerte für die Leistungsaufnahmen $\overline{P_R}$ und $\overline{E_L}$ sowie die Geschwindigkeit \bar{v} ermittelt werden:

$$\bar{v} = \sum_{i=0}^{n_B-1} b_v(i) \bar{v}_i \quad (9)$$

$$\overline{P_R} = \sum_{i=0}^{n_B-1} b_v(i) f m g \bar{v}_i \quad (10)$$

$$\overline{P_L} = \sum_{i=0}^{n_B-1} b_v(i) \frac{1}{2} c_w \rho A_{Stirn} \bar{v}_i^3 \quad (11)$$

Zur Berechnung der erwarteten Leistungsaufnahmen $\overline{P_B}$, $\overline{P_{Br}}$ und $\overline{E_{St}}$ sind zweidimensionale Histogramme erforderlich, in deren Bins die Anzahl der Wertepaare $(v(k); a(k))$ für die Berechnung von $\overline{P_B}$ und $\overline{P_{Br}}$ bzw. der Wertepaare $(v(k); \alpha(k))$ für die Berechnung von $\overline{E_{St}}$ festgehalten wird. Dies ist notwendig, da $a(k)$ und $\alpha(k)$, die Eingang in die Berechnung der jeweiligen Leistungsaufnahmen finden, ebenfalls Funktionen der Zeit sind und jeweils mit der gleichzeitig gemessenen Geschwindigkeit $v(k)$ multipliziert werden müssen. Für die jeweiligen Erwartungswerte der Leistungsaufnahmen ergibt sich somit:

$$\overline{P_B} = \sum_{i=0} \sum_{j=0} b_{v,a}(i,j) (1 + f_m) m \bar{v}_i \bar{a}_j \quad (12)$$

$$\overline{P_{Br}} = \sum_{i=0} \sum_{j=0, \bar{a}_j < 0} b_{v,a}(i,j) (f_r - 1) m \bar{v}_i \bar{a}_j \quad (13)$$

$$\overline{P_{St}} = \sum_{i=0} \sum_{j=0} b_{v,\alpha}(i,j) mg\overline{v}_i \sin \overline{\alpha}_j \quad (14)$$

Da die erwartete Leistungsaufnahme \overline{P} bzw. die erwartete Geschwindigkeit \overline{v} unabhängig von der Zeit ist, werden aus den Integralen in (4) und (6) einfache Produkte:

$$E(t) = \overline{P}t \quad (16)$$

$$d(t) = \overline{v}t \quad (17)$$

mit

$$\overline{P} = \overline{P_B} + \overline{P_{Br}} + \overline{P_R} + \overline{P_L} + \overline{P_{St}} + \overline{P_{Zusatz}} \quad (18)$$

Für die Distanz erhält man somit durch Einsetzen von (16) in (17):

$$D = \overline{v} \frac{E_{Akku}}{P} \quad (19)$$

Zusätzliche Berücksichtigung von Karteninformationen

Im Folgenden wird eine Möglichkeit aufgezeigt, wie zusätzliche Informationen über den Fahrweg zur genaueren Abschätzung des Energieverbrauchs und der Reichweite ausgenutzt werden können. Dazu wird die Fahrtroute $d(0) \dots d(t)$ in n_s Segmente $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{n_s-1}$ unterteilt. Jedem dieser Segmente wird eine Klasse $c = 0 \dots n_c - 1$ zugeordnet. Im einfachsten Fall gibt es zwei Klassen $c = 0$ für Streckenabschnitte, die innerorts liegen, und $c = 1$ für Streckenabschnitte außerhalb geschlossener Ortschaften. Dieses Konzept kann man erweitern, indem z.B. Klassen entsprechend der zulässigen Maximalgeschwindigkeit gebildet werden, d.h. für 10km/h, 30km/h, 50km/h, 70km/h, 100km/h, 120km/h und Streckenabschnitte ohne Geschwindigkeitsbegrenzung. Für jede dieser Klassen können nun aus Trainingsdaten klassenspezifische Histogramme und daraus klassenspezifische Erwartungswerte der Leistungsaufnahme \overline{P}_c und Geschwindigkeit \overline{v}_c ermittelt werden. Alternativ ist es auch denkbar, jeder Maximalgeschwindigkeit, die aus den Streckeninformationen ermittelt wird ohne den Umweg über klassenspezifische Histogramme direkt einen Erwartungswert für die Geschwindigkeit und die Leistungsaufnahme zuzuordnen. Vorteil dieses Vorgehens ist, dass dadurch aufwendige Trainingsfahrten vermieden werden können, weil ein solcher Erwartungswert auch heuristisch gewählt werden

könnte (es ist zu erwarten, dass er etwas unter der jeweiligen Maximalgeschwindigkeit liegt). Für die geplanten Wegsegmente $d_i, i = 0 \dots n_s - 1$, können nun mit Gl. (16) die einzelnen Energieverbräuche E_i auf den Wegabschnitten berechnet werden.

Falls in Wegabschnitt $d_i, i < n_s$ die Bedingung

$$E_{Akku} < \sum_{j=0}^i E_j \quad (20)$$

erfüllt ist, wird die Energie des Akkus in diesem Wegabschnitt aufgebraucht. In diesem Fall kann die Reichweite berechnet werden:

$$D = \sum_{j=0}^i d_j + \bar{v} \frac{E_{Akku} - \sum_{j=0}^i E_j}{P_c(d_i)} \quad (21)$$

Andernfalls ergibt sich am Ende der geplanten Strecke die Restkapazität

$$E'_{Akku} = E_{Akku} - \sum_{i=0}^{n_s-1} E_i \quad (22)$$

Aus der Restkapazität E'_{Akku} könnte eine wegunabhängige Restreichweite D' berechnet werden.

Fazit

Die Reichweitenabschätzung für ein Fahrzeug ohne die Berücksichtigung des zu fahrenden Streckenprofils ist sehr ungenau (die Varianz beträgt abhängig von der konkreten Strecke mehr als 300%). Es sind allerdings verschiedene Routing-APIs verfügbar, die es ermöglichen, die relevanten Routeninformationen für ein gewähltes Ziel über eine REST-Schnittstelle ohne großen Programmieraufwand abzurufen (z.B. Open Source Routing Machine, OSRM).⁴⁸ Im ersten Schritt wäre eine Berücksichtigung des Streckenanteils außerhalb geschlossener Ortschaften denkbar, da diese Information ohne großen Aufwand mittels einer Routing-API ermittelt werden kann. Weitere relevante Einflussfaktoren sind der Fahrer, d.h. dessen Fahrverhalten, und die Außentemperatur. Das Fahrverhalten wirkt sich ebenfalls auf die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen aus, voraussichtlich jedoch deutlich weniger als die konkrete Strecke, da der jeweilige Streckenabschnitt bestimmte Richtgeschwindigkeiten vorgibt. Die Zusatzverbräuche E_{Zusatz} der größten Verbraucher Heizung,

⁴⁸ Vgl. <http://project-osrm.org>

Klimaanlage, Sitzheizung und Heckscheiben-Heizung hängen sowohl vom Fahrer als auch von der Außentemperatur ab. Darüber hinaus beeinflusst die Temperatur auch die Ladungsverluste der Batterie. Weitere Einflussfaktoren wie die Fahrzeugmasse m (inkl. Beladung) und der Reibungswiderstand f können in erster Näherung als konstant angenommen werden. Somit wäre es möglich, für jede Kombination aus Fahrzeug, Streckentyp, Fahrer und Außentemperaturbereich den typischen Energieverbrauch/km zu speichern. Die Reichweite L (in km) ergibt sich dann zu

$$L = \frac{E_{\text{Akku}}}{\sum_{\text{Str}} \text{Anteil}(\text{Str}) \cdot e(\text{Fahrzeug}, \text{Str}, \text{Fahrer}, \text{Temp})} \quad (23)$$

Ein genaueres Vorgehen, mit dem auch Änderungen der Fahrzeugparameter (Masse, Reibungswiderstand, etc.) berücksichtigt werden könnten, ist die weiter oben vorgeschlagene Histogrammmethode, auf die ggf. zur Verbesserung der Ergebnisse zurückgegriffen werden könnte. Die Histogrammmethode ermöglicht es auch, mit weniger oder ggf. sogar ganz ohne Trainingsdaten auszukommen, da Beschleunigungen und Geschwindigkeiten des Fahrzeugs mit dieser Methode direkt aus der Strecke abgeleitet werden können und nur die Abhängigkeit der Zusatzverbräuche von Fahrer und Temperatur gelernt werden müsste (hier ist ggf. ebenfalls die Verwendung eines analytischen Modells möglich).

Verantwortlichkeiten:

itelligence

Liefert zu:

FhG IOSB-INA

3.3 Energiemanagementsystem (EMS)

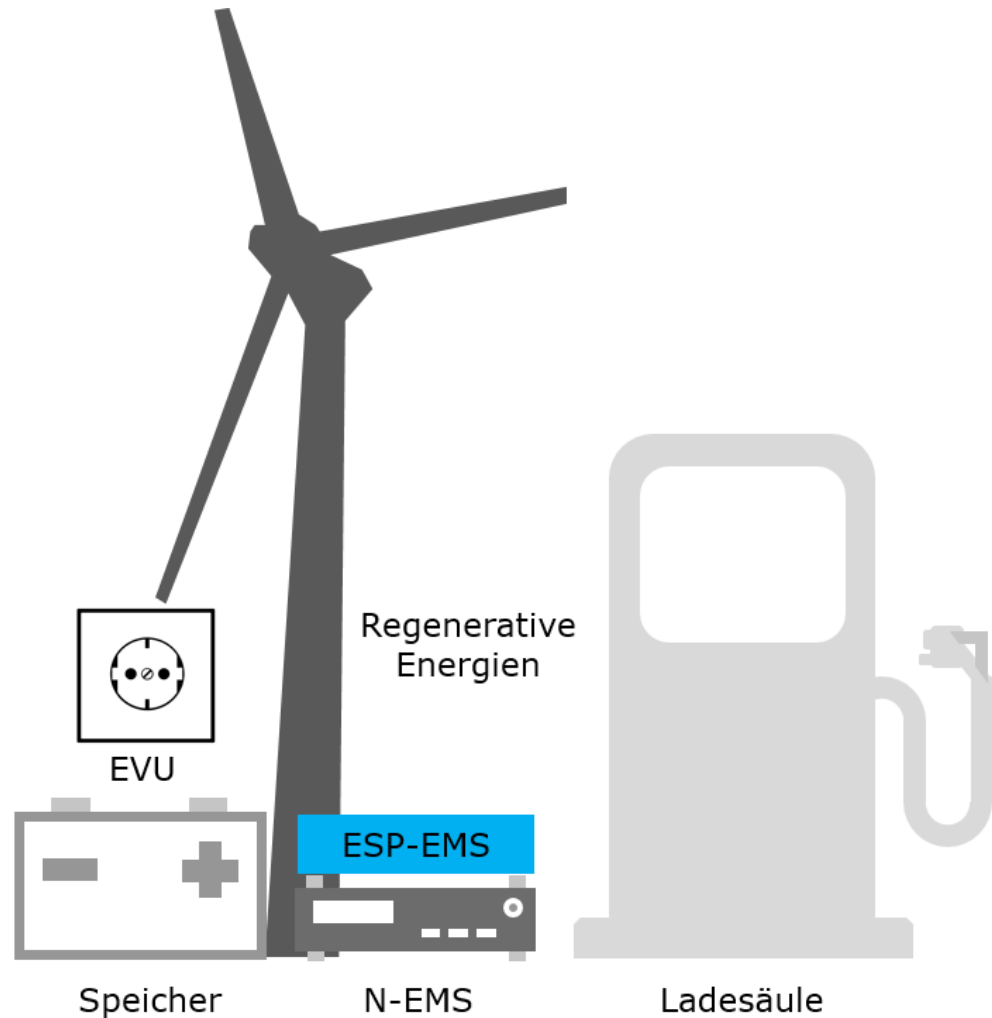


Abbildung 85: Energiemanagementsystem (EMS)

Das EMS koordiniert vorausschauend die Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderungen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen. Ziele des EMS sind die Erfüllung der Prozessanforderungen (Ladevorgänge), Sicherheit der Energiebereitstellung und vor allem die Maximierung der regenerativen Energienutzung. Das EMS ist ein Regelkreis, in dem ausgehend von diesen Zielvorgaben der Ladevorgang durchgeführt, das Ergebnis überprüft und bewertet wird. Erst auf Basis dieser Bewertung ist die Möglichkeit gegeben, die Zielvorgabe zu überprüfen und anzupassen bzw. die Optimierungskriterien zu benennen.

Taktische Aufgaben und Planung durch das EMS umfassen

- die Quantifizierung der Energieziele
 - Leistungsmaxima innerhalb bestimmter Zeiträume
 - Emissionsmengen bzw. regenerativer Energieanteil

- die Sicherstellung der Energieversorgung
 - Eigenerzeugungskapazitäten z. B. mittels Wetterprognosen
 - Prognosen benötigter Ladeleistung
- die Maßnahmen für operative Aufgaben und Planungen
 - Festlegung zulässiger Leistungsschaltungen
 - Abschaltreihenfolge von Ladestationen bei Lastabwurf
 - Zu- und Abschalten des Energiespeichers
 - Fehlermeldungen und Alarmierungspläne
- die Kontrolle der Energieziele
 - Erhebung geeigneter Energiekennzahlen
 - Bewertung der Zielerreichung
 - Dokumentation relevanter Daten

Die taktischen Aufgaben des EMS erfordern die Erfassung von Energiedaten, die Prognose erzeugter, gespeicherter, bezogener und geladener Leistung, den Lastabwurf, sowie die Optimierung und Simulation. Durch Variation historischer und prognostizierter Daten lassen sich Einflüsse von Maßnahmen auf unterschiedliche Lastfälle ermitteln, um schließlich die Nutzung regenerativer Energie für den Ladevorgang zu maximieren und Leistungsspitzen durch Ladevorgänge zu minimieren. Das EMS umfasst die für das EM erforderlichen Informations- und Datenstrukturen einschließlich der hierzu benötigten Soft- und Hardware. Das EMS besteht aus ESP-EMS und N-EMS.

3.3.1 Energiestellplatz-EMS (ESP-EMS)

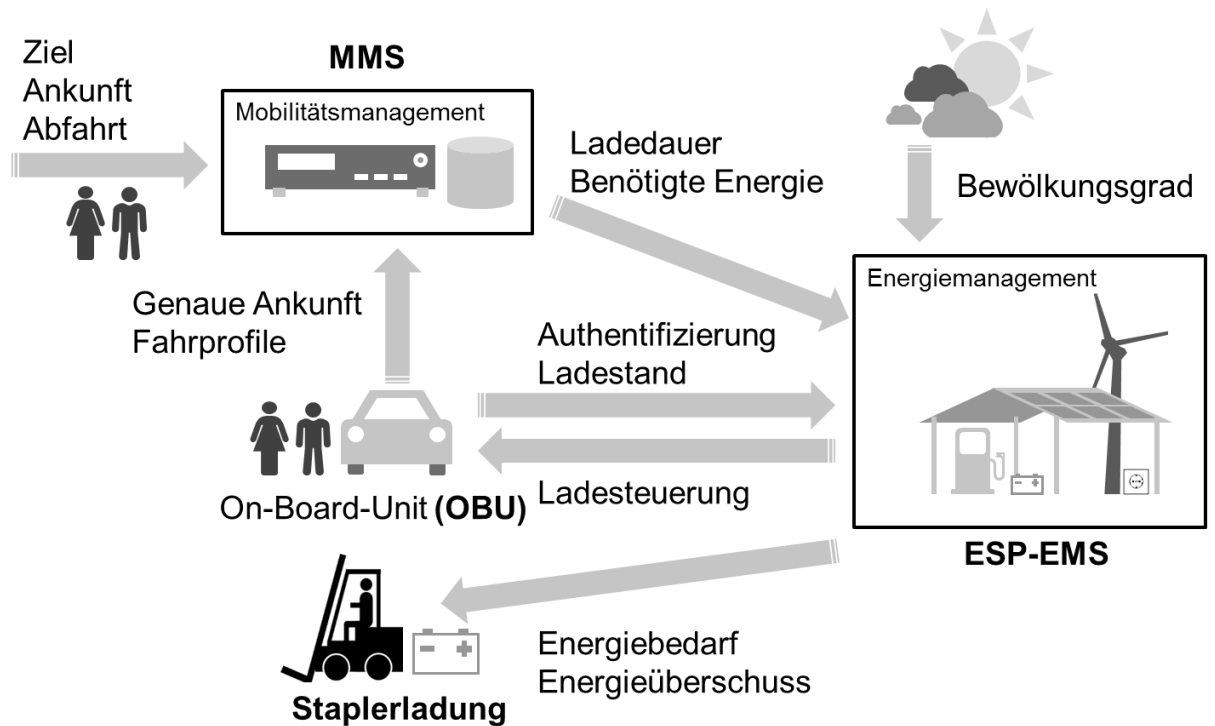
Funktionalität

Abbildung 86: Übersicht über die Komponenten die mit dem ESP-EMS interagieren sowie die dabei ausgetauschten Informationen

Das ESP-EMS realisiert den Regelkreis in dem ausgehend von den Zielvorgaben *maximale regenerative Energienutzung* und *Vergleichmäßigung von Lastspitzen* der Ladevorgang durchgeführt, das Ergebnis überprüft und bewertet wird. Es realisiert den Ladevorgang softwareseitig unter Einbeziehung auch mehrerer Energiequellen und dokumentiert Ladevorgänge mit entsprechender Energiebilanz. Es kommuniziert direkt mit den im ESP integrierten Ladekomponenten über Modbus TCP. Eine Kommunikation mit einem N-EMS wurde auf Grund fehlender Spezifikation und Zugang zu einem N-EMS nicht realisiert. Das ESP-EMS erhält Daten von Energieerzeugern, -speichern, sowie Messwerte bzgl. des gesamten Micro-Grid „Energiestellplatz“ über ein zentrales Smart-Meter, das am Verbindungspunkt Micro-Grid <-> EVU entnommenen oder eingespeisten Strom misst. Außerdem werden Daten zwischen Fahrzeugen und ESP-EMS über die Ladesäule ausgetauscht. Von einem Webservice bezieht das ESP-EMS Wetterdaten auf Basis derer die Erzeugung der nächsten Tage prognostiziert werden kann. Auf Basis dieser Daten findet ein intelligentes Scheduling der anstehenden Ladevorgänge statt. Diese erhält das ESP-EMS wiederum von dem U-MMS, mit welchem über eine Datenbank (OData-Verbindung)

kommuniziert wird. Die vom U-MMS gewünschten Zeiträume sind mit einer Toleranz behaftet, die bei dem Scheduling der Ladevorgänge berücksichtigt wird.

Abgrenzung

Das ESP-EMS übernimmt keinerlei Mobilitätsmanagement-Funktionen, d.h. keine Routenplanung, Buchungsmanagement, Abrechnungsfunktionen etc. Das ESP-EMS liefert hierzu dem U-MMS lediglich die benötigten Daten wie Energiebilanz (Regenerativ/EVU-Netz), Fahrzeug-IDs und geladene Energie.

Umsetzung

Das ESP-EMS ist eine MS-Windows Applikation und wird auf Basis des .net Frameworks (C#) entwickelt und auf einer Industrie-PC Plattform ausgeführt. Die folgende Abbildung zeigt die Architektur der entwickelten Software.

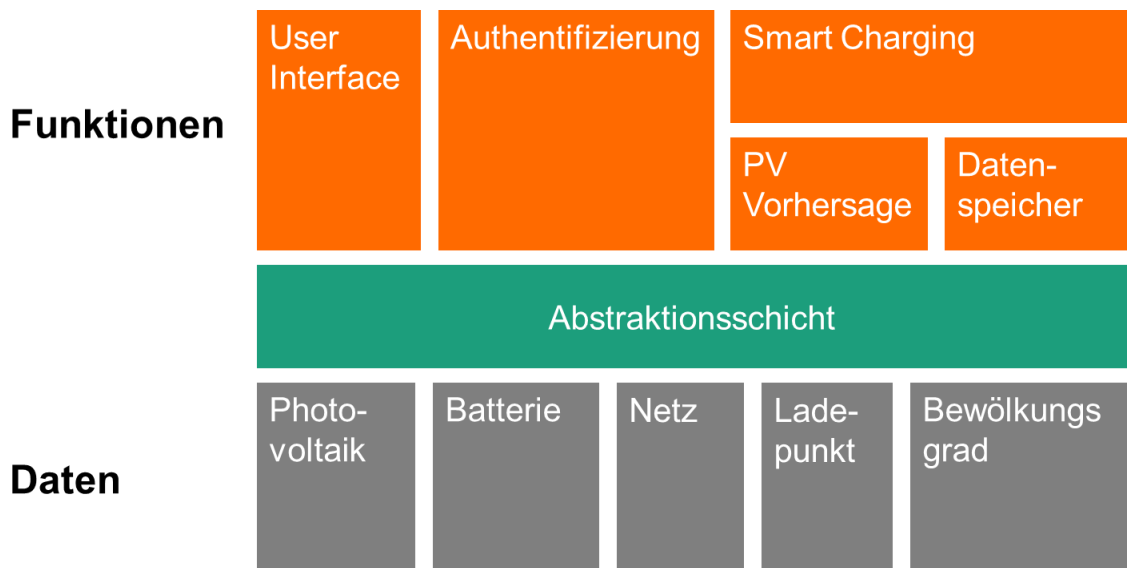


Abbildung 87: Softwarearchitektur der ESP-EMS Anwendung

Kern der Architektur ist eine Abstraktionsschicht, die Energieerzeuger und -verbraucher über eine modulare, hersteller- und geräteunabhängige Softwareschnittstelle an das EMS anbindet. Die weiteren Funktionen der Anwendung greifen über diese Schicht auf die einzelnen Gerätefunktionen zu und realisieren u.a. ein User Interface (UI) oder ein regenerativ-orientiertes Lademanagement. Diese Schicht wird auch benutzt um die Energiemesswerte der einzelnen Geräte in Datenbanken zu speichern. Diese Architektur ermöglicht in Zukunft eine Anbindung weiterer Energieerzeuger, -speicher oder -verbraucher.

Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche gibt dem Benutzer eine Rückmeldung über den Zustand des Carports sowie über Erzeugung, Lagerung und Verbrauch der Energie. Weiterhin leitet es den Nutzer durch die Bedienung des Carports. Abbildung 88 zeigt die Hauptansicht der Oberfläche: Im oberen Bereich finden sich die aktuellen Messwerte zum Speicher (Lade-/Entladeleistung und Batteriestand), zur Photovoltaikanlage (momentan erzeugte Leistung) und zum Energienetz (momentaner Verbrauch/Einspeisung). Im unteren Bereich wird der Zustand der beiden Ladepunkte angezeigt. Ladepunkt 1 ist in diesem Fall nicht belegt und wartet auf die Verbindung zu einem Fahrzeug. Die Anzeige gibt Auskunft darüber, dass an diesem Punkt eine Reservierung vorliegt. Dabei werden auch die Partnerkennung sowie die Reservierungsnummer zum Vergleich mit der Reservierungsbestätigung angegeben. Am Ladepunkt 2 lädt aktuell ein reserviertes Fahrzeug. Die Anzeige gibt Auskunft darüber bis wann die Reservierung besteht, mit welcher Ladeleistung momentan geladen wird, wie viel bisher Energie geladen wurde und wie hoch der Anteil grüner Energie daran ist.

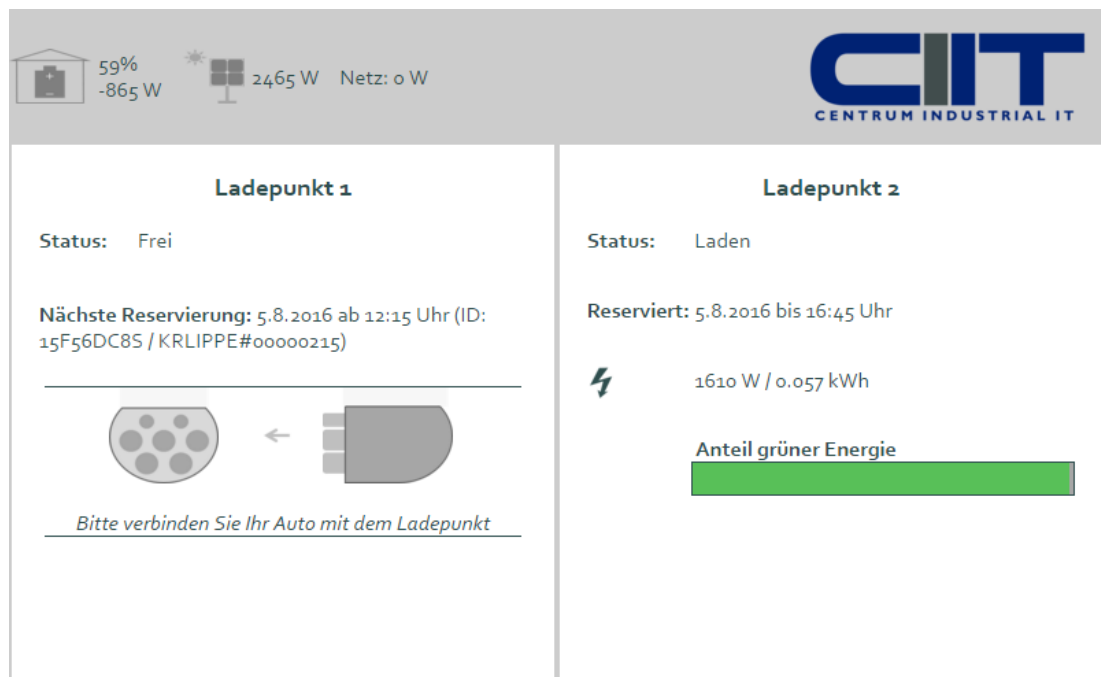


Abbildung 88: Die Benutzeroberfläche auf dem Touchpanel an den Carports

Abbildung 89 zeigt die Oberfläche wenn ein Fahrzeug verbunden wurde und die Authentifizierung über das Auslesen einer RFID Karte benötigt wird.

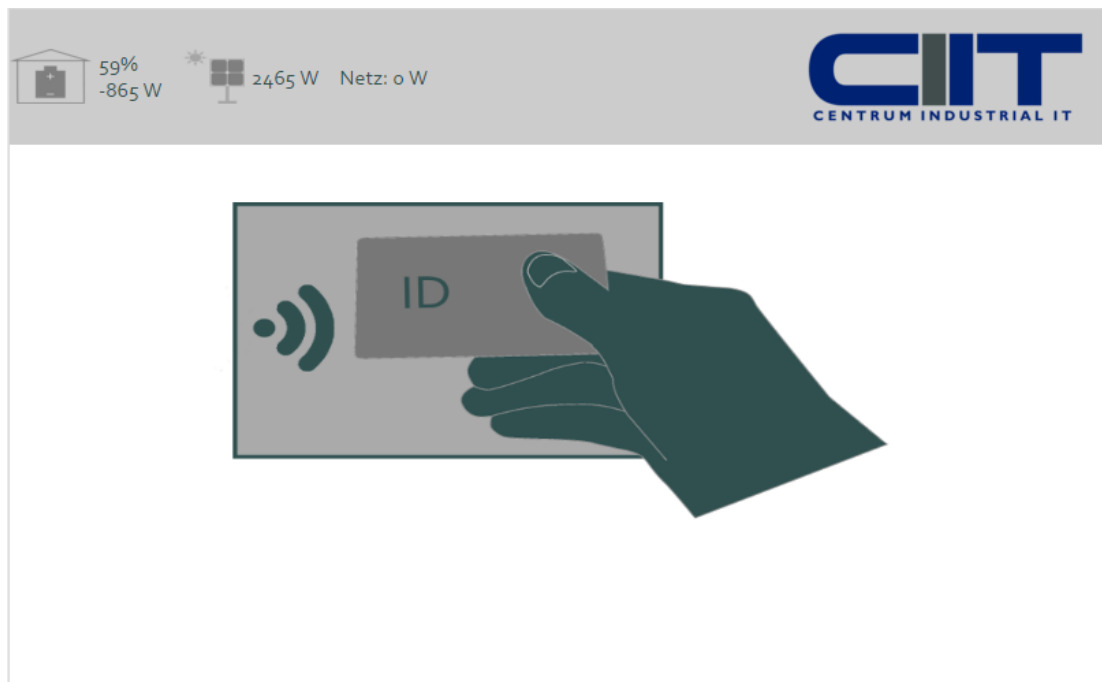


Abbildung 89: Anzeige wenn nach dem Anstecken des Fahrzeugs das Vorhalten einer RFID Karte benötigt wird

Abbildung 90 wird bei einer AdHoc, also einer nicht reservierten Ladung, angezeigt. Dem Nutzer wird zur Wahl gestellt ob er den grünen Lademodus oder den Standard Lademodus nutzen möchte. Die Ladeleistung des Fahrzeugs orientiert sich bei dem grünen Modus an der eigenerzeugten und gespeicherten Energie. Die Ladezeit kann sich je nach Wetterlage dadurch verlängern, dafür wird der Anteil der grünen Energie maximiert. Bei diesem Lademodus wird immer mit einer minimalen Ladeleistung geladen auch wenn keine grüne Energie zur Verfügung steht. Dies soll verhindern dass eine Ladung komplett unterbrochen wird. Bei dem Standard Modus wird die vom Auto maximal unterstützte Ladeleistung erlaubt. Sie wird nicht durch die selbst-erzeugte Energie beeinflusst und kann somit keinen optimierten Anteil grüner Energie vorweisen.

Bei einer reservierten Ladung ist diese Abfrage nicht notwendig, da das System selbstständig entscheidet welcher Lademodus zur Durchführung genutzt werden muss.



Abbildung 90: Auswahl des Lademodus bei einer ungeplanten AdHoc Ladung

3.3.2 Analyse von Standards zur Kommunikation Ladesäule (ESP-EMS) und MMS

3.3.2.1 OCPP v1.5

Das Open Charge Point Protocol (OCPP) wurde von der Open Charge Alliance entwickelt und ist ein weitverbreiteter Standard zur Kommunikation zwischen Ladesäulen und übergeordneten Managementsysteme.⁴⁹ Es dient dazu die Autorisierung von Benutzern an Ladestationen sicherzustellen, sowie Abrechnungsvorgänge zu ermöglichen. Die erste Version wurde im Oktober 2010 veröffentlicht. Die aktuelle Version 1.5 stammt aus dem Juni 2012. Die zukünftige Version 2.0 wurde für Anfang 2013 angekündigt, existiert allerdings bisher erst in Form eines Release Candidates. Die Version 1.5 stellt somit die aktuellste Releaseversion dar. Sie nutzt einen SOAP-Webservice als Kommunikationsschnittstelle.

Die Architektur von OCPP besteht aus einem Central System (=Managementsystem), das mehrere Charge Points (=Ladepunkte) verwaltet. Das Protokoll sieht mehrere Use Cases im Lebenszyklus einer Ladesäule dar:

Ladevorgang

⁴⁹ vgl. Karle, 2015

Bei einem neuen Ladevorgang wird ein EV mit einem Ladepunkt verbunden. Der Fahrer authentifiziert sich mit Hilfe eines Identifikationsverfahrens (bspw. RFID Tag). Dadurch wird ein IdToken gewonnen, der zur Autorisierung an das Managementsystem gesendet wird. Als Antwort wird mitgeteilt ob ein Ladevorgang erlaubt ist. Bei erfolgreicher Autorisierung startet der Ladevorgang und der Ladepunkt beginnt eine Transaktion. Das Managementsystem wird regelmäßig über den Zustand der Transaktion informiert. Sobald die Ladung abgeschlossen ist werden die verbrauchte Energie sowie weitere Rechnungsinformationen an das Managementsystem gesendet.

Reservierung

OCPP ermöglicht es Benutzern, Ladestationen im Vorfeld beim Managementsystem zu reservieren. Eine Reservierung enthält den IdToken des Reservierers sowie ein Ablaufdatum. Weitere Informationen sind nicht hinterlegt.

Neben den für den Benutzer sichtbaren Vorgängen gibt es noch weitere Kommunikation zwischen dem Managementsystem und den Ladepunkten. So meldet sich ein Ladepunkt mit einer BootNotification für die Ladung bereit. Ein Heartbeat versichert, dass die Kommunikationsverbindung aufrechterhalten werden kann.

Die Autorisierung kann auch lokal am Ladepunkt gegen einen lokalen Cache durchgeführt werden. Dadurch entfällt die Kommunikationsnachricht am Anfang eines Ladevorgangs.

Charge Points können beliebige Messwerte an das Control System übertragen. Dies können aktuelle Ladeleistungen oder auch Temperaturmessungen sein. Außerdem kann das OCPP Protokoll auch für Firmware-Updates genutzt und Konfigurationsparameter können festgelegt werden.

Für spezielle proprietäre Funktionen die nicht in dem OCPP Protokoll enthalten sind, kann eine DataTransfer Nachricht benutzt werden, in der beliebige Daten zwischen dem Control System und dem Charge Point ausgetauscht werden können. Das OCPP v1.5 bietet viele Funktionen zum Betrieb eines Ladepunks, der an ein zentrales Managementsystem angebunden ist. Die Funktionsvielfalt des Protokolls schränkt allerdings die Flexibilität ein. Spezialfunktionen wie Firmware-Updates oder Offline-Autorisierung sind wichtige Teile des Protokolls, werden aber nicht immer für alle Ladeszenarien benötigt. Das Protokoll ist somit recht unflexibel und lässt nur schwer

eine normkonforme Implementierung zu, wenn nur ein Teilbereich der Funktionen für den Anwendungsfall ausreicht.

3.3.2.2 OCPP v2

OCPP in der Version 2 ist eine Weiterentwicklung der Version 1.5, die allerdings noch nicht endgültig verabschiedet wurde. Die Struktur des Protokolls wurde in dieser Version so verändert, dass die unterschiedlichen Funktionalitäten strikter voneinander getrennt sind. Es wurden unterschiedliche Profile definiert, die jeweils nur eine bestimmte Menge von Grundfunktionalität unterstützen. Durch diese Modularisierung ist der Funktionsumfang des Protokolls flexibler geworden, da nicht immer das gesamte Protokoll verwendet werden muss. Es existiert ein Core Profile, ein Firmware Management Profile, ein Device Management Profile, ein Local List Management Profile, ein Reservation Profile, ein Pricing Profile und ein Smart Charging Profile.

Das Core Profile deckt die wesentlichen Funktionen für eine Ladung ab: Autorisierung, Ladesteuerung und Monitoring. Es deckt sich mit den grundlegenden Funktionalitäten der Version 1.5.

Im Gegensatz zur Version 1.5 basiert die Version 2.0 nicht mehr auf SOAP sondern nutzt ein modernes Kommunikationsprotokoll auf Basis von Websockets und JSON. Gerade die Nutzung von Websockets eröffnet dem Protokoll einen bidirektionalen Kommunikationskanal, wobei lediglich das Managementsystem einen Webserver bereitstellen muss. Bei einer auf SOAP basierenden Kommunikation muss auch jeder Ladepunkt einen Webserver anbieten und vom Managementsystem aus erreichbar sein. Dies macht die Konfiguration komplexer und stellt besondere Anforderungen an die Internetanbindung des Carports. So müssen Adresse und Port des SOAP-Dienstes beim Managementsystem hinterlegt sein und der Zugriff muss durch Firewalls erlaubt sein.

3.3.2.2.1 Konzeptionelle Kommunikationsschnittstelle

In diesem Kapitel werden die für eine Ladung wichtigen Nachrichten des OCPP Protokolls näher erläutert. Die Architektur sieht dabei vor, dass ein Ladepunkt (ohne eigene Intelligenz) mit einem Managementsystem kommuniziert. Dieses übernimmt alle Autorisierungs-, Abrechnungs- und Managementaufgaben, sodass an den Ladepunkt keine speziellen Softwareanforderungen gestellt werden.

BootNotification

Die BootNotification meldet dem Managementsystem, dass ein Ladepunkt bereit für Ladevorgänge ist. Dabei werden Informationen zu unterstützten Ladetechnologien oder dem Hersteller übertragen.

Autorisierung

OCPP sieht eine serverseitige Autorisierung vor. Ein IdToken wird z.B. aus einer RFID Authentifizierung gewonnen. Dieses wird an das Managementsystem gesendet, welches entscheidet, ob eine Ladung zugelassen wird. Weiterhin kann es dem Benutzer unterschiedliche Preismodelle anbieten. Optional kann die Autorisierung auch gegen eine lokal zwischengespeicherte Version der Nutzerdatenbank erfolgen.

TransactionStarted und TransactionStopped

Zum Start und Ende eines Ladevorgangs wird das Managementsystem vom Ladepunkt benachrichtigt. Dabei werden Informationen zum verbundenen EV sowie der aktuelle Zählerstand des im Ladepunkt enthaltenen Energiemessgeräts übertragen. Das Managementsystem muss den Start bestätigen und kann die Ladung bei Bedarf auch ablehnen.

MeterValues

Die MeterValues Nachricht eignet sich für die kontinuierliche Übertragung von Messwerten. In jeder Nachricht können mehrere Messwerte zum gleichen Zeitstempel übertragen werden. Die Beschreibung eines Messwerts wird durch ein Measurand enum vorgegeben.

Heartbeat

Der Heartbeat dient dazu, eine gültige Verbindung zu signalisieren und aufrecht zu erhalten. Gemäß dem Standard kann auf diese Nachricht verzichtet werden, wenn andere Nachrichten in regelmäßigen Abständen übertragen werden. Das Heartbeat-Intervall wird bei der BootNotification vorgeben.

DataTransfer

Die DataTransfer Nachricht ist für den (bidirektionalen) Austausch von herstellerspezifischen Daten außerhalb des OCPP Standards vorgesehen.

Weitere Funktionalitäten enthalten z.B. die Fernblockierung einer Ladesäule.

Das Smart Charging Profil erlaubt es dem Managementsystem Vorgaben über z.B. Maximalleistungen an den Ladepunkt zu stellen. Diese sind zeitbasiert und dienen z.B. dazu, die Netzkapazitäten des Energieversorgers zu schonen oder um von günstigen, zeitabhängigen Energiepreisen zu profitieren.

Das Reservation Profil erlaubt es dem Managementsystem einen Ladepunkt zu reservieren. Eine Reservierung besteht aus einem IdToken und einem Ablaufdatum. Eine Reservierung gilt vom Empfangszeitpunkt bis zum Ablaufdatum oder zur Ankunft des EVs.

3.3.2.3 OData

OData ist eine von Microsoft initiierte Standardisierung einer RESTful API.⁵⁰ Es wurde für die Durchführung von CRUD-Operationen (Create, Read, Update, Delete) entworfen und ermöglicht die Entwicklung von miteinander kompatiblen Anwendungen.

Die im MMS eingesetzte Datenbankanwendung kann bestehende Datenbanktabellen als OData-Dienst bereitstellen. Aus diesem Grund wurde dieses Verfahren für die erste Version der Kommunikationsschnittstelle zwischen ESP-EMS und MMS benutzt. Die Modellierung der in Informationen ist nachfolgend in den Abbildungen Abbildung 91, Abbildung 92 und Abbildung 93 aufgeführt.

Name	Schl.	EDM-Coretyp	Gen.	Skali.	Max.	EinhEig.	Anle.	Akt.	Sort.	Null.	Filte.	Bezeichner	B.	KompTyp	ABAP-Feldname	A.	Semantik
Espid	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.String	0	0	18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESP ID	T		ESPID	<input type="checkbox"/>	
Chargepointid	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.String	0	0	18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ladepunkt ID	T		CHARGEPOIN...	<input type="checkbox"/>	
Vin	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.String	0	0	30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Herst.Ident.Nr.	T		VIN	<input type="checkbox"/>	
Timestamp	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.DateTime	0	0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zeitstempel	T		TIMESTAMP	<input type="checkbox"/>	
CurrentPower	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	5	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Akt. Leistung ...	T		CURRENT_PO...	<input type="checkbox"/>	
EnergyAcc	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	5	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bish. Ladung (...)	T		ENERGY_ACC	<input type="checkbox"/>	
ChargeFinished	<input type="checkbox"/>	Edm.Boolean	0	0	1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ladeverbindung	T		CHARGE_FINI...	<input type="checkbox"/>	

Abbildung 91: Datenstruktur eines aktuellen Ladevorgangs

Name	Schl.	EDM-Coretyp	Gen.	Skali.	Max.	EinhEig.	Anle.	Akt.	Sort.	Null.	Filte.	Bezeichner	B.	KompTyp	ABAP-Feldname	A.	Semantik
Espid	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.String	0	0	18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESP ID	T		ESPID	<input type="checkbox"/>	
Timestamp	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.DateTime	0	0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zeitstempel	T		TIMESTAMP	<input type="checkbox"/>	
CurrentPower	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	5	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Akt. Leistung ...	T		CURRENT_PO...	<input type="checkbox"/>	
PvPower	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	5	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PV Leistung (...)	T		PV_POWER	<input type="checkbox"/>	
BattPower	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	5	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Batterie (kW)	T		BATT_POWER	<input type="checkbox"/>	
GridPower	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	5	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Netzleistung (...)	T		GRID_POWER	<input type="checkbox"/>	
BattState	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	4	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Batteriestatus...	T		BATT_STATE	<input type="checkbox"/>	

Abbildung 92: Datenstruktur der Carportinformation

Name	Schl.	EDM-Coretyp	Gen.	Skali.	Max.	EinhEig.	Anle.	Akt.	Sort.	Null.	Filte.	Bezeichner	B.	KompTyp	ABAP-Feldname	A.	Semantik
Espid	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.String	0	0	18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESP ID	T		ESPID	<input type="checkbox"/>	
Chargepointid	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.String	0	0	18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ladepunkt ID	T		CHARGEPOIN...	<input type="checkbox"/>	
Timestamp	<input checked="" type="checkbox"/>	Edm.DateTime	0	0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zeitstempel	T		TIMESTAMP	<input type="checkbox"/>	
CurrentPower	<input type="checkbox"/>	Edm.Decimal	5	1	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Akt. Leistung ...	T		CURRENT_PO...	<input type="checkbox"/>	

Abbildung 93: Datenformat der Ladepunktinformation

Die Architektur dieses Ansatzes besteht aus dem Ladepunkt, dem ESP-EMS und dem MMS. Das ESP-EMS aggregiert dabei die Rohdaten des Ladepunkts und der

⁵⁰ vgl. Marx, 2015

verbundenen Komponenten und sendet sie im OData Format an den auf dem MMS implementierten OData-Server. Dort werden sie in der Datenbank abgelegt.

Die Reservierungsinformationen stellen einen besonderen Fall im Vergleich zu den bisher definierten Nachrichten dar. Anders als diese werden die Reservierungsdaten nicht vom ESP-EMS zum MMS gesendet, sondern müssen vom MMS zum ESP-EMS übertragen werden. Dabei sind folgende Daten zu übertragen:

Name: Reservierung

Bereitstellung durch: MMS

Konsumierung durch: ESP-EMS

Übertragene Daten:

- Identifizierungskennung des EVs
- Ankunftszeit
- Abfahrtszeit
- Energiebedarf des EVs
- Reservierungsnummer

Um diese Informationen zu übertragen existieren unterschiedliche Ansätze: 1. Auf dem ESP-EMS wird ein eigener OData-Service eingerichtet. Dieser wird vom MMS gefüllt und aktuell gehalten. 2. Die Reservierungsinformationen werden als OData Dienst auf dem MMS vorgehalten. Das ESP-EMS ruft diese Informationen ab. Mithilfe von regelmäßigem Polling werden Änderungen in den Reservierungsinformationen erkannt und abgeglichen. 3. Wie in 2. werden die Informationen auf dem MMS bereitgestellt, das Polling wird allerdings durch ein intelligentes Polling ersetzt. Anstatt die Datenbank regelmäßig auf Änderungen zu überprüfen, wird das ESP-EMS von dem MMS mithilfe einer Push-Notification über geänderte Reservierungsinformationen informiert. Anschließend kann das ESP-EMS die lokale Datenbank mit der entfernten Datenbank abgleichen. Optional kann die Push-Notification auch die IDs der geänderten Einträge enthalten, sodass die Abfrage des ESP-EMS weiter optimiert werden kann und lediglich die geänderten Datenbankeinträge übertragen werden müssen.

3.3.2.4 Hsubject

Hsubject ist eine B2B eRoaming Plattform für das Laden von Elektrofahrzeugen.⁵¹ Es ermöglicht Betreibern von Ladepunkten, diese in ein europaweites Ladenetzwerk zu integrieren. Jeder Ladepunkt ist dabei an einen Infrastrukturanbieter gebunden, dessen Kunden an dem Punkt laden können und der die Abrechnung der verbrauchten Energie übernimmt. Die Integration von Hsubject ermöglicht es Kunden anderer Anbieter ebenfalls an diesen Ladepunkten zu laden. Hsubject stellt dabei die Verbindung zwischen unterschiedlichen Infrastrukturanbietern her und stellt eine einheitliche Authentifizierung- und Autorisierungslösung sowie ein Abrechnungssystem bereit. Die Kommunikationsnachrichten im verwendeten Open InterCharge Protocol (OICP) beschränken sich im Wesentlichen auf den Authentifizierungs- und Autorisierungsvorgang sowie auf die Abrechnung. Erweiterte Informationen wie im vorliegenden Anwendungsfall notwendig (Übertragen von Messgrößen, Reservierungen, o.ä.) werden nicht unterstützt.

Aus diesem Grund und weil die Integration kostenpflichtig gewesen wäre, ist dieser Ansatz nicht weiter verfolgt worden.

3.3.2.5 Fazit zur Analyse von Kommunikationsstandards zwischen ESP-EMS und MMS

OData ist ein gut geeignetes Protokoll für den Zugriff und die Bearbeitung von Daten, die in statischen Datenstrukturen abgelegt sind (etwa Datenbanken). Mehrere Nachrichten lassen sich aggregieren und ressourcensparend übertragen. Durch die Standardisierte API lassen sich andere Systeme einfach an die Datenbank anbinden. OCPP ist ein etablierter Standard in der Elektromobilität. Es bindet Ladepunkte an Managementsysteme an und übernimmt Autorisierungs- und Abrechnungsverfahren. Das Konzept unterscheidet sich konzeptionell stark von einer OData-Lösung und auch von der im Projekt angedachten Architektur.

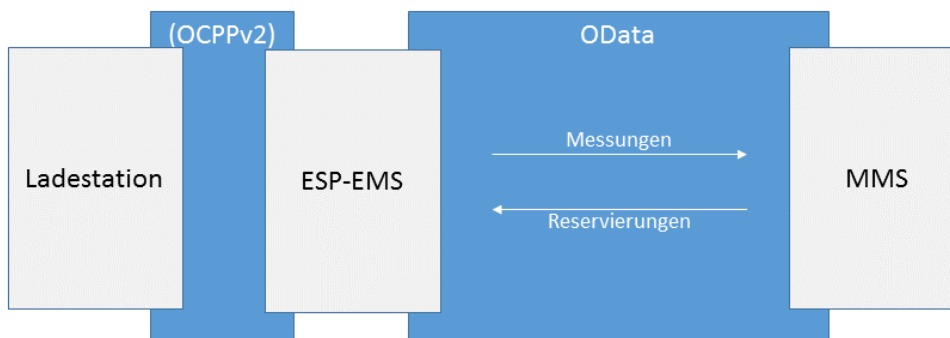


Abbildung 94: Architektur des OData basierten Kommunikationsdienstes

⁵¹ vgl. <http://www.hsubject.com/>

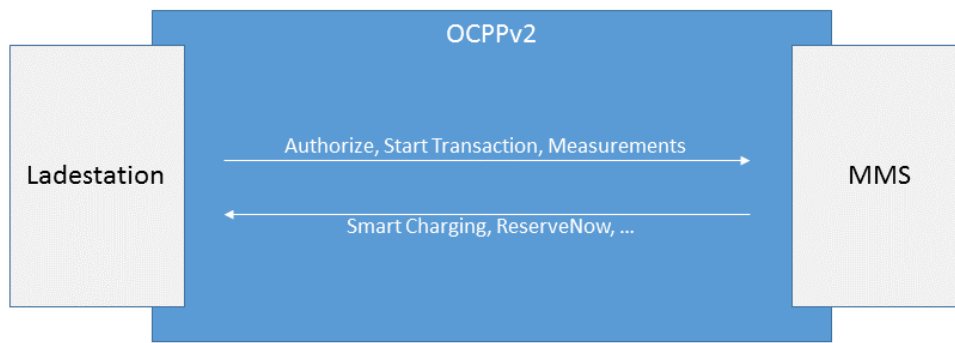


Abbildung 95: Architektur des OCPPv2 basierten Kommunikationsdienstes

Abbildung 94 zeigt eine Kommunikationsarchitektur auf Basis von OData. Sie besteht aus den drei Akteuren Ladepunkt, ESP-EMS und MMS. Die Kommunikation zwischen ESP-EMS und MMS wird durch einen OData-Dienst durchgeführt. Dieser überträgt die Messungen und Reservierungen. Die Kommunikation zwischen Ladepunkten und ESP-EMS kann bei Bedarf durch andere Standards wie z.B. OCPP durchgeführt werden.

Abbildung 95 zeigt eine Kommunikationsarchitektur auf Basis von OCPP. Sie besteht aus den zwei Akteuren Ladepunkt und MMS. MMS und Ladestation tauschen sich über den Autorisierungsprozess sowie über aktuelle Messwerte aus. Das MMS gibt Reservierungen und Ladeprofile vor.

Auffallend ist, dass im Fall von OCPP lediglich zwei Akteure im Ladeprozess beteiligt sind. Anders als bei der OData Lösung steht dem Ladepunkt selbst (bzw. dem ESP) kein separates EMS zur Verfügung auf dem Optimierungsalgorithmen ausgeführt werden. Alle Entscheidungen bezüglich der Ladegeschwindigkeit werden vom MMS berechnet und vorbestimmt. In der OData Variante dagegen berechnet das ESP-EMS selbständig eine passende Ladeplanung basierend auf Wettervorhersagen, aktueller PV-Erzeugung und Reservierungsinformationen.

Das Hubject-Konzept bietet sich an, wenn auch anderen Benutzern Zugriff auf die Ladeinfrastruktur gewährt werden sollte. Dies ist allerdings aktuell nicht in der Systemarchitektur vorgesehen.

3.3.3 Definition der optimalen Ladeplanung (Smart Charging)

Eines der Kernziele des Energiemanagements ist die maximale Ausnutzung von regenerativen Energien. Dazu wird ein Planungsalgorithmus benötigt, der für die an einem Standort vorliegenden Reservierungen einen optimalen Ladeverlauf berechnet mit dem der Ladebedarf möglichst mit selbst erzeugter Energie gedeckt wird. Als

Eingangswerte dienen: Eine Liste an anstehenden Reservierungen mit angegebenem Energiebedarf und eine Vorhersage von zukünftig erzeugter PV Energie im Reservierungszeitraum.

Der Planungsalgorithmus besteht aus fünf Schritten:

1. Festlegung des Planungszeitraums auf Basis von sich überschneidenden Reservierungen.
2. Abrufen der PV Vorhersage für den Planungszeitraum in 15 Minuten Intervallen.
3. Bestimmung der aktiven Reservierungen in den 15 minütigen Vorhersageintervallen.
4. Aufteilen der PV Energie in die festgelegten Intervalle.
5. Auffüllen von noch fehlendem Energiebedarf auf Drittenergiequellen wie Batteriespeicher oder angeschlossenes Energienetz.

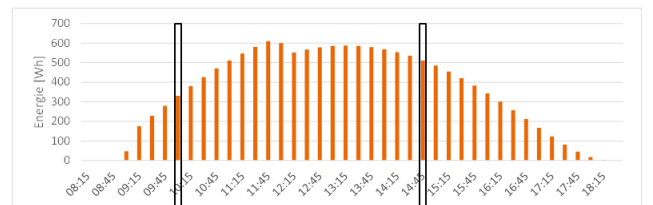
Abbildung 96 zeigt die grafische Repräsentation des Algorithmus.

- Reservierung: (Ankunft, Abfahrt, benötigte Energie)

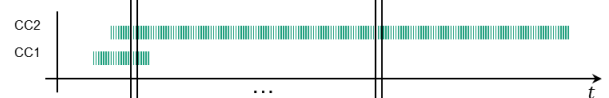
1. Planungszeitraum auf Basis der Reservierungen auswählen



2. PV Vorhersage für $[t_0..t_1]$ in 15 Minuten Intervallen



3. Aktive Reservierungen in den Vorhersage-Intervallen bestimmen



4. PV Energie aufteilen und Energiebedarf mit anderen Energiequellen decken

(9: 45.. 10: 00)
(CC1, CC2): 331Wh

(14: 30.. 14: 45)
(CC2): 511Wh

Abbildung 96: Ablauf des Smart Charging Planungsalgorithmus

Das Ergebnis des Algorithmus ist in Abbildung 97 dargestellt. Sie zeigt die Ladung von zwei sich überschneidenden Reservierungen. Die erste Reservierung (Orange) und die zweite Reservierung (Rot) werden beim Standard-Ladevorgang gleichzeitig geladen. In der Grafik zeigt sich, dass die erzeugte PV Leistung (Grün) nicht ausrei-

chend ist um den Energiebedarf zu decken. Somit wird nur ein geringes "Green-Energy-Ratio" (Anteil grüner Energie an der verbrauchten Gesamtenergie) erreicht. Bei der ersten Reservierung beträgt er 18% und bei der zweiten Reservierung beträgt er 49%. Durch die Anwendung des "Smart Charging Algorithmus" wird die lange Dauer der zweiten Reservierung ausgenutzt um den Ladevorgang an die erzeugte PV Energie anzupassen. Bedingt durch die kurze Dauer der ersten Reservierung ist es nicht möglich diese mit einem hohen Anteil regenerativer Energien zu laden. Aufgrund der Verschiebung der parallelen zweiten Reservierung steigt aber dennoch der Green-Energy-Ratio auf 37%. Die zweite Reservierung kann auf 96% grüne Energie maximiert werden. Bei Annahme einer im Stellplatz befindlichen vollen Batterie kann nun der Green-Energy-Ratio für beide Ladungen auf 100% erhöht werden.

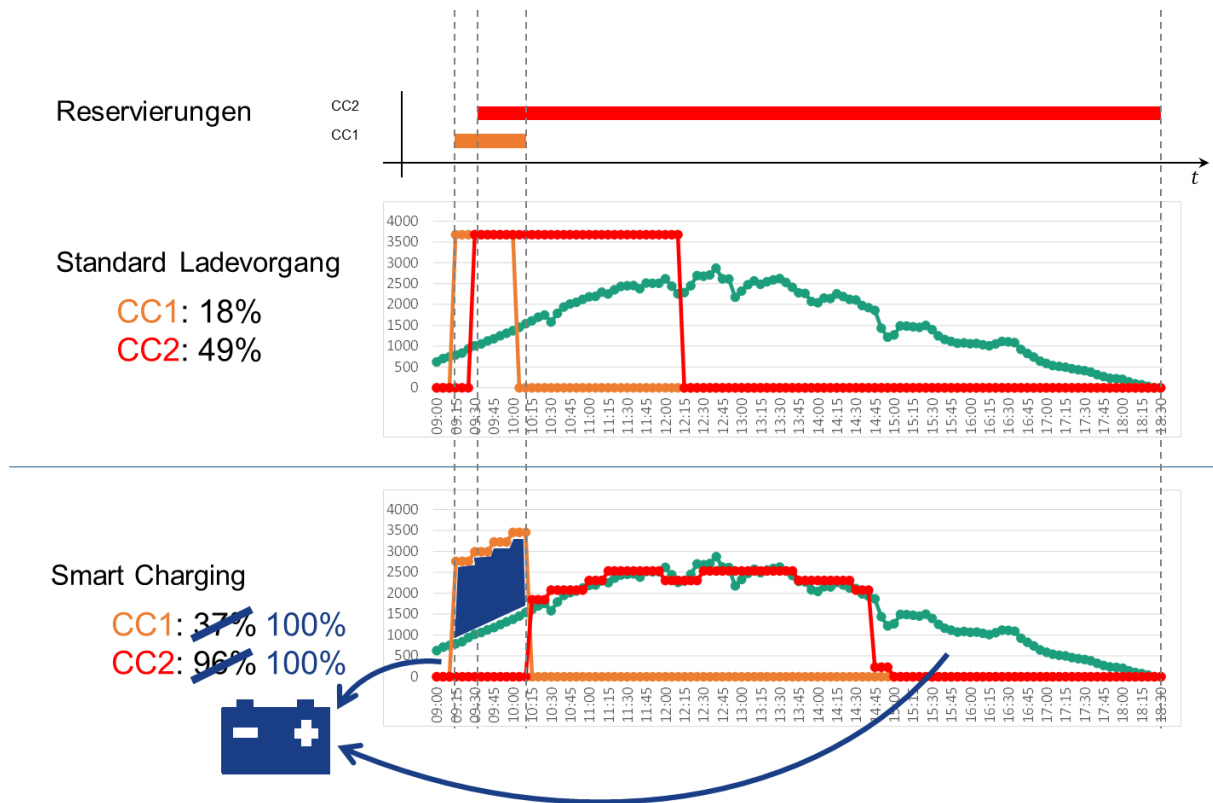


Abbildung 97: Vergleich zwischen einem Standard-Ladevorgang und einem mit dem "Smart Charging Algorithmus" geplanten Ladevorgang

Das Ergebnis zeigt, dass eine intelligente Ladeplanung die Ausnutzung der erzeugten regenerativen Energie erhöhen kann.

Schnittstellen

Kommunikation mit Ladesäule: Modbus TCP

Kommunikation mit Energiespeicher: Modbus TCP

Kommunikation mit Energiewandlung: HTTP via Sunny Webbox

Kommunikation N-EMS: t.b.d. (TCP/IP/Ethernet)

Kommunikation mit U-MMS: oDATA

Verantwortlichkeit

Intelligence

FhG IOSB-INA

Liefert zu

PxC

Kannegiesser

inIT

OWITA

3.3.4 Niederlassungs-EMS (N-EMS)

Funktionalität

Die Anbindung eines N-EMS ist optional und dient dem optimierten Betrieb des Unternehmensstandorts. Es soll dem N-EMS ermöglicht werden Ladevorgänge zu verschieben, um Lastspitzen des Unternehmens zu vermeiden.

Abgrenzung

Jegliche von der Vermeidung von Lastspitzen abweichenden Optimierungsziele sind nicht Bestandteil des N-EMS, sondern des ESP-EMS.

Umsetzung

Die An- und Einbindung der jeweiligen Niederlassungs-EMS sind im weiteren Projektverlauf noch durch gesondert zu erfassende Inputs der jeweiligen Standortverantwortlichen auf Basis der verabschiedeten Gesamtarchitektur zu gewährleisten.

Schnittstellen

Die Schnittstelle des N-EMS sollte auf Ethernet basieren. Im Idealfall wird der TCP/IP-Stack verwendet (z. B. das Protokoll Modbus/TCP).

Verantwortlichkeit

Kannegiesser

Infos an:

FhG IOSB-INA

3.3.5 Energiedaten

Funktionalität

Erfasste und ausgetauschte Energiedaten können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Energieverbraucher / Energieerzeuger	Erzeugung Momentan [W]	Verbrauch Momentan [W]	Verbrauch Vorgabe [W]	Verbrauch Kumuliert [kWh]	Ladestand [%]
PV Wechselrichter	X	-	-	-	-
Batteriewechselrichter	X	X	-	-	X
EV Ladecontroller	-	X	X	X	-
Netzseitiger Zähler	X	X	-	-	-
Staplerladung	X	X	X	-	-

Tabelle 9: Übersicht über Messwerte und Einstellmöglichkeiten der im ESP verbauten Komponenten

Abgrenzung

Energiedaten beinhalten Daten zu Energie [kWh], Wirkleistung [W] und Strom [A]. Bislang ist keine Erfassung von Parametern bzgl. der Netzqualität, d.h. Blindleistung [var] oder Oberschwingungsamplituden, THD [%] etc. vorgesehen.

Umsetzung

Die Energiedaten werden temporär erfasst und gespeichert, an das ESP-EMS kommuniziert und schließlich in vorverarbeiteter (u.U. aggregiert/komprimiert) in einer Datenbank (U-MMS) dauerhaft gespeichert. Auf diese historischen Daten wird für spätere Analysen, Abrechnungen und Bilanzen zurückgegriffen. Die Verbindung zum U-MMS wird über einen oDATA Dienst realisiert. Über die Dienste CarportState, ChargepointState und ChargingProcess werden die Messdaten mit einer Genauigkeit von 1 Minute übertragen. Zusätzlich kann ein Modul zur Ablage in einer lokalen Datenbank (SQLite) benutzt werden.

Schnittstellen

Die Schnittstellen wurden wie beschrieben realisiert.

Verantwortlichkeit

FhG IOSB-INA

Liefert zu:

itelligence

inIT

3.4 On-Board-Unit (OBU)

Der Lösungsansatz des Projektes EMiLippe ist dadurch charakterisiert, dass die drei Arten von Mobilitätsressourcen »Fahrzeuge«, »Ladeinfrastruktur« sowie »Daten und Kommunikation« integriert auf die gemeinschaftliche Nutzung hin betrachtet werden. Dabei soll in diesem Teil der Fokus auf die primär zu lösenden informationstechnischen Schnittstellen fokussiert werden. Das betrachtete System besteht dabei aus den folgenden Komponenten:

- Mobiles Endgerät (Smartphone)
- MMS zur zentralen Bereitstellung von Daten und Diensten
- Elektrofahrzeuge mit einem Steuergerät (On-Board-Unit) als zentrale Kommunikationseinheit im Hinblick auf Zugang, Lademanagement, Abrechnung etc.

Die OBU ist eine Hardware auf der eine App (die sog. OBU-App) mit Human-Machine-Interface (HMI) läuft.

3.4.1 Datenschutzrechtlicher Rahmen

Zu einzelnen juristischen Aspekten liegen bereits erste Einschätzungen des Kreises Lippe vor. Aus datenschutzrechtlicher Sicht ist eine Datenerhebung und Datennutzung möglich, wenn einige gesetzliche Vorgaben beachtet werden. Kritisch in dem Zusammenhang der Datenerhebung sind nach Einschätzung des Datenschutzbeauftragten beim Kreis Lippe vor allen Dingen die beiden folgenden Paragraphen des Datenschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen (DSG NRW):⁵²

- § 29 DSG NRW „Datenverarbeitung bei Dienst- und Arbeitsverhältnissen“
- § 29a DSG NRW „Mobile personenbezogene Datenverarbeitungssysteme“

Die Daten, die allein von der On-Board-Unit (OBU) erfasst und gespeichert werden, stellen isoliert betrachtet keine personenbezogenen Daten dar. Das Problem liegt jedoch darin, dass Ausleiher der Fahrzeuge in einem Vertrag ihre persönlichen Daten angeben und der Kreis Lippe dadurch in der Lage ist, Bewegungsdaten einer be-

⁵² vgl. https://recht.nrw.de/lmi/owa/pl_text_anzeigen?v_id=3520071121100436275

stimmten Person zuordnen zu können. Dabei ist es unerheblich, ob dies auch so praktiziert wird. Allein die Möglichkeit reicht aus.

Soweit der Kreis Lippe als Anbieter der Fahrzeuge und Nutzer der Daten auftritt, sind die Gesetzestexte des DSGVO NRW zu beachten, dass gem. § 4 DSGVO NRW für eine solche Datenerhebung und Datennutzung eine Erlaubnis im Gesetz oder die Einwilligung der Betroffenen verlangt.

Im Projekt „EMiLippe“ handelt es sich um ein freiwilliges Projekt des Kreises Lippe. Ein gesetzlicher Auftrag, wie es das DSGVO NRW vorsieht, liegt demnach nicht vor. Die Datenerhebung und Datennutzung kann daher nur auf der Grundlage einer Einwilligung der Betroffenen gem. § 4 Abs. 1 Buchst. a) DSGVO NRW erfolgen.

Die Interessenten sollten einen Leihvertrag unterzeichnen, der auch eine Einwilligung zur Datenverarbeitung enthält. Dabei ist auch auf die Widerrufsmöglichkeit dieser Einwilligung, die Dauer und den Zweck der Datenspeicherung hinzuweisen. Sofern beabsichtigt ist, die personenbezogenen Daten außerhalb der Kreisverwaltung zu speichern oder auswerten zu lassen, ist den Betroffenen dies ebenfalls mitzuteilen. Zusätzlich muss der Kreis Lippe einen Auftrag zur Datenverarbeitung gem. § 11 DSGVO NRW an die datenverarbeitende Stelle erteilen.

Sollten für die Verarbeitung der personenbezogenen Daten eine Software verwendet werden, ist diese per Vordruck bei dem Datenschutzbeauftragten der jeweiligen Einrichtung bzw. des Unternehmens anzuzeigen und von diesem vor dem Einsatz freizugeben. Sofern die Fahrzeuge auch zur dienstlichen Nutzung durch die Beschäftigten vorgesehen sind, ist eventuell der Personalrat gem. § 72 LPVG NRW zu beteiligen.

Im Zusammenhang mit der Auftragsvergabe des Kreises Lippe an die OWITA GmbH zur Entwicklung der On-Board-Units (OBU) für das Projekt „EMiLippe“ hat die Wirtschaftsförderung als Vergabestelle die Auflage seitens der Revision erhalten, eine Dienstvereinbarung zum Gebrauch der OBU in Abstimmung mit dem Personalrat, dem Personalservice, der IT und dem Datenschutzbeauftragten zu erstellen. Zur Erstellung der Vereinbarung waren mehrere Arbeitsgruppentreffen von März bis Oktober 2015 notwendig.

Die Klärung folgender Aspekte ist in diesem Zusammenhang von zentraler Bedeutung:

- Vorbemerkung: Erläuterungen zum Projekt
- Gegenstand und Geltungsbereich der Dienstvereinbarung
- Zielsetzung des Einsatzes der OBU
- Systemtechnik: Benennung der erfassten Daten aus Gründen der Transparenz
- Pflicht zur Fortführung des klassischen Fahrtenbuches aus versicherungsrechtlichen Gründen in Abstimmung mit dem Kommunalen Schadenausgleich (KSA) Hannover
- Schutz vor Datenmissbrauch: Expliziter Hinweis darauf, dass die gesammelten Daten nicht zu Verhaltens- und Leistungskontrollen zu zweckentfremden sind.
- Sicherstellung der Datenanonymisierung bei Weitergabe an Dritte
- Inkrafttreten, Laufzeit und Kündigung
- Permanentes Überprüfungsrecht des Personalrates
- Salvatorische Klausel

Diese Dienstvereinbarung wurde den übrigen Projektpartnern zur Verfügung gestellt und ist diesem Zwischenbericht als Anlage beigefügt.

3.4.2 Funktionen der On-Board-Unit

Die erstellte OBU integriert sich in das Gesamtsystem zum Projekt „EMiLippe“, indem die definierten Schnittstellen zum MMS verwendet werden. Die Forderung nach dieser Bedingung war von zentraler Bedeutung.

In Abstimmung mit dem Gesamtkonsortium erfüllt das entwickelte Produkt die folgenden Eigenschaften und Anforderungen:

- Erstellt wurde eine Smartphone-App-Lösung (OBU-App) für das Betriebssystem „Android“.
- Die Stromversorgung der OBU erfolgt über einen Adapter für den Zigarettenanzünder und wird teilweise über einen Zusatzakku gepuffert.
- Die OBU wird mit einer Halterung in das Fahrzeug integriert. Die Halterung wird zur Identifikation des Fahrzeuges durch das Smartphone mit einem NFC-Tag versehen, so dass die Smartphones zwischen den Fahrzeugen austauschbar sind.

- Die aufgezeichneten Daten werden auf dem Smartphone gespeichert und bei Verbindung mit dem Internet über das GSM-Netz an das MMS übertragen. Dadurch gehen die Daten bei fehlender Netzverbindung nicht verloren. Dabei existieren eine lokale Datenbank auf dem Smartphone und eine entfernte Datenbank des Flotten- und Mobilitätsmanagementsystems.
- Es besteht die Möglichkeit zu einem Software-Update. Dabei laden sich die Telefone die jeweils neue Version von einem Server herunter und der Nutzer wird zu einer Installation aufgefordert.
- Die OBU ist kommunikationsfähig zum von itelligence entwickelten Flotten- und Mobilitätsmanagementsystems des jeweiligen Unternehmens bzw. der jeweiligen Einrichtung (U-MMS) über eine definierte Schnittstelle. Das U-MMS sammelt die Daten der On-Board-Units, bestimmt über den aktuellen geografischen Standort jedes Fahrzeugs die wahrscheinlichen Zielzeitpunkte und die Rückgabezeitpunkte aller Fahrzeuge, prognostiziert den Ladezustand bei Rückgabe und berechnet die benötigte Ladedauer jedes Fahrzeugs. Dafür sind in den OBU-Daten GPS-Koordinaten und Ladezustände enthalten. Das U-MMS ist das empfangende System. Es stellt nur einen Webservice zur Verfügung, den die OBU via OData mit den Daten versorgt.
- Beginn und Ende der Fahrt werden automatisch erkannt, wenn sich die OBU in der Halterung befindet.
- Die GUI ermöglicht die Eingabe der Restreichweite des Fahrzeugs und fragt nach Fahrtende den Status der Reservierung ab.
- Folgende Daten werden mindestens ermittelt und übertragen:
 - aktuelle Position des Fahrzeuges
 - aktuelle Geschwindigkeit [km/h]
 - aktuelle Höhe [m]
 - aktuelle Fahrtrichtung [°]
 - Gefahrene Distanz [m]
 - Fahrtdauer [s]
- Optional sind folgende Daten für die Aufzeichnung über die NFC-Tags konfigurierbar:
 - Beschleunigung [m/s²]
 - Umgebungsdruck [hPa]
 - Innentemperatur [°C]
 - Luftfeuchtigkeit [%]

- Helligkeit [lx]
 - Aktuelle Rotation [rad/s]
 - Magnetisches Feld [μT]
- Ein Routenplaner über eine Navigation durch „google maps“ lässt sich starten. Das Fahrtziel wird hierbei über einen Dienst vom MMS angefragt.



Abbildung 98: Hauptbildschirm der OBU



Abbildung 99: Abfrage zur weiteren Fahrzeugbelegung

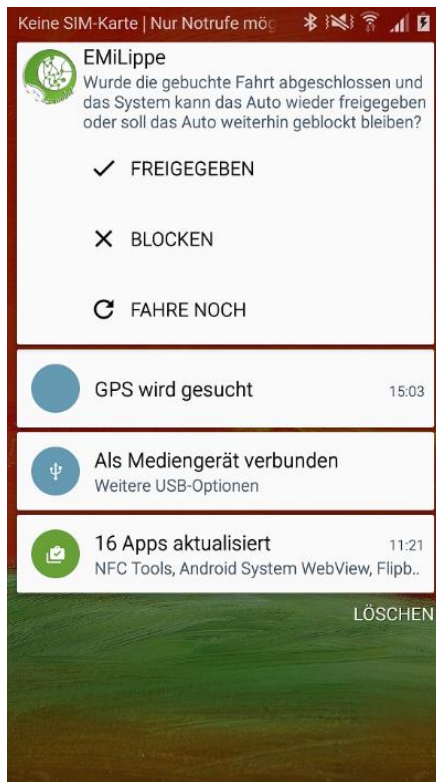


Abbildung 100: Abfrage zur weiteren Fahrzeugbelegung im Sperrbildschirm

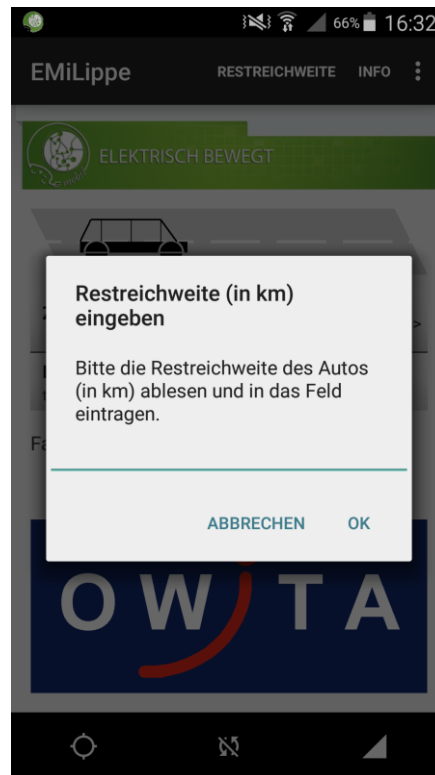


Abbildung 101: Abfrage zur Übermittlung der Restreichweite

Die für das Vorhaben „EMiLippe“ projektierte Fahrzeugflotte ist mit den zu entwickelnden „On-Board-Units“ auszustatten und setzt sich folgendermaßen zusammen:

- 4 x VW „e-Golf“
- 4 x VW „e-up!“
- 2 x Renault „Twizy Z.E.“
- 1 x Renault „Kangoo Z.E.“
- 1 x Renault „Fluence Z.E.“
- 1 x MIA electric „mia L4“
- 4 x Smart „fortwo electric drive“
- 2 x BMW „i3“

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu:

OWITA

3.4.3 Datenlogging

Da sich das Projektteam entschieden hat, auf eine direkte Datenabnahme am CAN-BUS aufgrund der vielfältigen Genehmigungsaufwände bei den Herstellern zu verzichten, werden die möglichen Daten über die OBU generiert. Für die fehlenden Daten wurde auf Wunsch in die OBU-App eine Abfrage integriert, welche nach Fahrtende die Restreichweite abfragt. Diese Information wird anschließend dem MMS mitgeteilt. Um die Möglichkeit zu haben Strecken nachträglich nach Ihrer Energieeffizienz gewichten zu können, werden für die Abschätzung zusätzliche Daten wie zum Beispiel die auftretenden Beschleunigungen, Drehbewegungen und Höheninformationen mit aufgezeichnet.

Schnittstellen

Bluetooth

GPS

U-MMS

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu:

OWITA

inIT

itelligence

3.4.4 Fahrzeugöffnung

Die Fahrzeugöffnung erfolgt durch eine manuelle Schlüsselübergabe. Andere Arten der Fahrzeugöffnung, etwa über Smartphone-Applikationen oder RFID-Karten, sind im Projektverlauf aufgrund der Unterschiedlichkeit der Rahmenbedingungen der Projektpartner ausgeschlossen worden.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu:

OWITA

inIT

itelligence

4. Gabelstapler als zusätzliche Energiespeicher

Funktionalität

Die Funktionalität ist die Anbindung von Gabelstaplerbatterien als zusätzliche Energiespeicher an das „EMiLippe“-Energie-Management. Die Staplerbatterien werden dabei vorrangig geladen, stellen aber auch Energie bereit um Elektrofahrzeuge bei Bedarf mit erhöhter Leistung zu laden. Die Ladegeschwindigkeit und der Ladezeitpunkt werden in Verbindung mit dem ESP-EMS abgestimmt. Hierfür wird für die Stapleranbindung ein dedizierter IPC verwendet, der die gesamte Lade- und Netzspeisetechnik steuert und somit eine optimierte Ladung ermöglicht. Dieser Ansatz dient der optimierten Ausnutzung der vorhandenen Solarenergie. Der Aufstellungsort der Lade- und Entladetechnik ist der Staplernutzung angepasst und muss nicht in unmittelbarer Umgebung des Energiestellplatzes sein. Das System ist erweiterbar, um auch andere Stapler bzw. Batterietypen laden zu können. Die Vielfalt der unterschiedlichen Ladegeräte kann damit reduziert werden. Über eine Identifizierung des angeschlossenen Staplers bzw. der Batterie kann eine bedarfsgerechte Ladung erfolgen. Der Ladevorgang kann für jeden Batterietyp (Li-Ion, LiFePo, Panzerplatten) oder sogar für jede einzelne Batterie optimiert werden.

Beispielszenario

Das Stapler-Personal schließt das zu ladende Gerät mit dem Ladestecker an. Durch eine Identifikation sind dem System die Batteriedaten bekannt. Wenn sich das System im Automatikmodus befindet, so wird erst mit der Ladung begonnen wenn vom ESP-EMS ein Leistungsüberschuss gemeldet wird. Im manuellen Modus kann durch den Bediener eine sofortige Ladung mit maximaler Ladegeschwindigkeit gestartet werden. Falls das angeschlossene Gerät eine Panzerplatten-Batterie besitzt, wird auf Grund der Batterieeigenschaften eine einmal begonnene Ladung nicht mehr unterbrochen und eine Entladung mit Rückspeisung wird nicht ausgeführt. Wird vom ESP-EMS ein Leistungsbedarf gemeldet, so wird eine Rückspeisung, soweit der Ladezustand und der Batterietyp der angeschlossenen Batterie dies zulässt, gestartet.

Abgrenzung

Es handelt sich nicht um den stationären Speicher der direkt im ESP untergebracht ist.

Umsetzung

Zur Realisierung der Ladefunktion wird eine Gleichspannungsquelle verwendet, die über einen IPC parametrierbar und überwacht werden kann. Die Netzurückspeisung wird durch eine rückspeisefähige Hardware realisiert, die ebenfalls über einen IPC parametrierbar und überwacht werden kann. In Abbildung 102 ist der Energiestellplatz mit der Erweiterung um die Stapleranbindung dargestellt.

Die maximale Ladeleistung beträgt 10 kW, die maximale Rückspeiseleistung beträgt 7 kW. Die tatsächlich nutzbare Leistung ist immer von der angeschlossenen Batterie abhängig (Technologie, Kapazität, Ladestand, etc.). Das System ist für Batterien bis 160 V ausgelegt.

Nachfolgend werden die Eigenschaften zusammengefasst:

- Vorbereitung zur Ladung von Panzerplattenbatterie (ca. 70 kWh, 50% Entladetiefe)
- Ladung und Entladung von Lithium-Ionen Batterien 24 V, 240 Ah
- 3-phasige Netzanbindung für die Ladetechnik mit ca. 10 kW Ladeleistung; galvanisch getrennt
- Netzurückspeisung 3-phasig bis 7 kWh
- Kommunikation zwischen Ladetechnik bzw. Rückspeisung und IPC über handelsüblichen Kommunikations-Bus: Profinet
- Ladebuchse mit Datenleitung und direkter Anbindung an Batterie. Die Batterie des Lithium-Ionen Akkus des Still Elektro Hoch-Hubwagen EGV 14 wird mit dem Ladegerätstecker REMA 160 A (Buchse) verbunden (siehe Abbildung 57). Eine Kontaktierung an eine falsche Batterie wird durch einen Kodierstift (Blau = Lithium, 24 V) verhindert.



Abbildung 102: Ladegerätstecker REMA 160 A (Buchse)

- Identifikation der angeschlossenen Batterie über RFID
- Erweiterbare Batterie-Datenbank mit Informationen zu den vorhandenen Batterien. Gespeicherte Informationen: Unter anderem Batterietyp und maximal zulässige Entladungstiefe
- Datenbank basierende Statistikfunktion mit Informationen über Lade- bzw. Rückspeisevorgänge

Eine Übersicht über den Energiestellplatz mit der Erweiterung um zusätzliche Energiespeicher ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

In der Abbildung 103 ist die Benutzeroberfläche abgebildet die auf dem Bedienterminal der Stapleranbindung angezeigt wird. In diesem Fall sind gerade zwei Batterien angeschlossen und die Bleibatterie wird im manuellen Modus geladen.

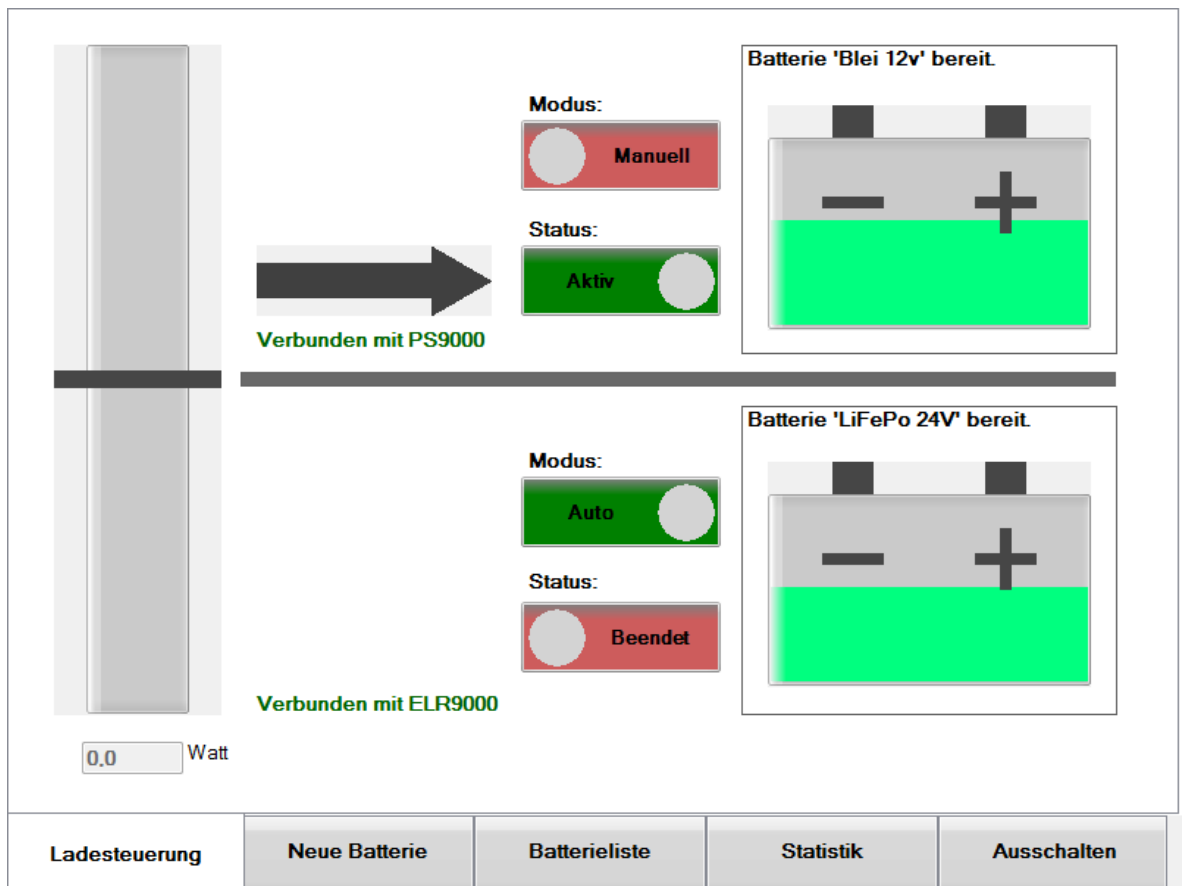


Abbildung 103: Benutzeroberfläche

Gabelstapler als zusätzliche Energiespeicher

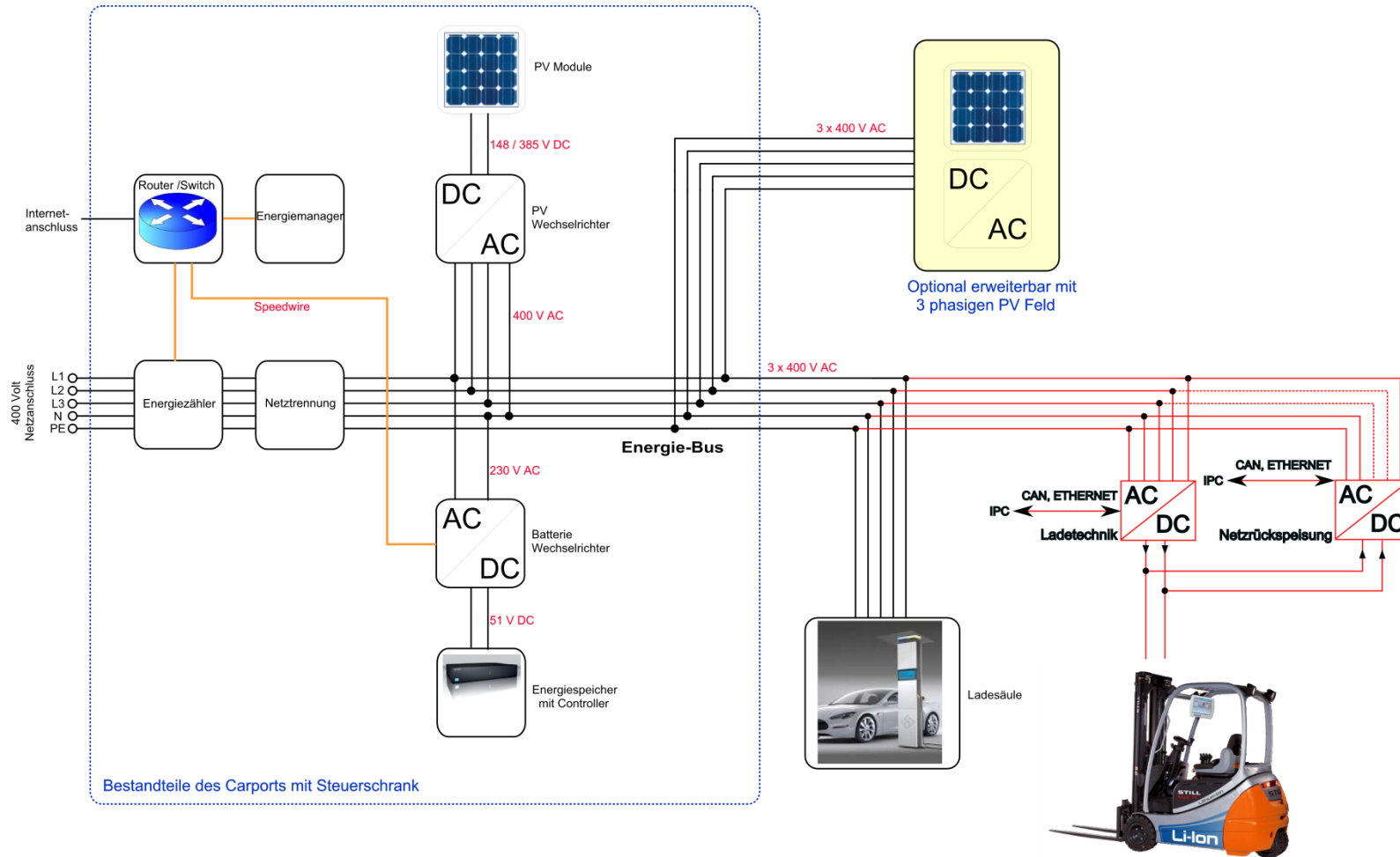


Abbildung 104: Energiestellplatz mit der Erweiterung um zusätzliche Energiespeicher

Während der Realisierung zeigte sich, dass die Lithium-Ionen-Batterie des Still Elektro Hoch-Hubwagen EGV 14 auf Grund von proprietären Ladestandards des Herstellers nur mit dem Originalladegerät geladen werden kann. Dadurch ergeben sich ein deutlich größerer Aufwand in der Realisierung (Umschaltung zwischen Laden und Entladen sowie Kommunikationsschnittstelle zwischen Lithiumbatterie und Ladegerät) und zusätzlich zwei unterschiedliche Energiemanagements die nachfolgend erläutert werden.

Energiemanagement für Bleibatterien

Für die Ladung der Bleibatterien kommt das IU-Ladeverfahren zum Einsatz. Die Temperatur der Batterie wird dabei nicht berücksichtigt. Dieses Ladeverfahren ist zum Laden der folgenden Batterietypen geeignet:

- Bleiakkumulator
- Lithium-Ionen-Akkumulator
- Lithium-Polymer-Akkumulator
- Nickel-Zink-Akkumulator

Das Ladeverfahren besteht aus den folgenden zwei Phasen:

Konstantstrom-Ladung: Hierbei wird der maximale Ladestrom eingestellt.

Konstantspannungs-Ladung: In diese Stufe wird gewechselt, wenn die Ladeschlussspannung erreicht wird. In dieser Stufe sinkt der Ladestrom kontinuierlich ab. Die Ladung wird beendet, wenn der Ladestrom eine einstellbare Schwelle unterschreitet.

Eine weitere realisierbare Phase ist folgende:

Erhaltungsladung: Diese Stufe wird erreicht, sobald der Ladestrom unter einen Schwellenwert gefallen ist. Dabei wird mit verringerter Ladeschlussspannung dauerhaft weiter geladen. Mit diesem Ladeverfahren können Bleibatterien dauerhaft geladen werden ohne diese zu Überladen. Eine Erhaltungsladung ist bei Lithium-Akkumulatoren nicht sinnvoll sondern schädigt diesen sogar.

Energiemanagement für Lithium Batterie

Die Energierückspeisung aus der Lithium Batterie erfolgt durch Vorgabe der Leistung. Dabei werden der maximale Entladestrom sowie der minimale Ladestand vorgegeben. Zur Berechnung der Zellspannung wird der Innenwiderstand berücksichtigt. Der Innenwiderstand wurde durch Messreihen ermittelt.

Wie bereits erwähnt, wird auf Grund des proprietären Kommunikationsstandard zwischen Batterie und Ladegerät zum Laden der Lithium-Batterie, das Originalladegerät des Herstellers benötigt. Bei Lithium Batterien kann aber grundsätzlich das gleiche Ladeverfahren zum Einsatz kommen wie das bei Bleibatterien verwendete.

Funktionsablauf des Original Triathlon Lithium-Ladegeräts nach der Ladefreigabe:

1. Ausgangssituation: Ladegerät nicht versorgt, Batterie nicht angeschlossen
2. Batteriekommunikationsleitungen mit dem Ladegerät verbinden (ID-Chip mit Relais abtrennen, diese Funktion ist Hardwareseitig verriegelt)
3. Ladegerät Einschalten (Schütz)
4. Statusleuchte am Ladegerät blinkt (keine Ladefreigabe von BMS)
5. Nach ca. 1 Minute beginnt die Ladung mit dem im Ladegerät einprogrammierten Strom (nur vom Hersteller einstellbar)

Schnittstellen

Der Aufbau aus Sicht der Kommunikationsschnittstellen wird in Abbildung 105 dargestellt. Bis auf den ESP-IPC, der sich im Energiestellplatz befindet, sind alle Komponenten in einem Schaltschrank untergebracht und bilden zusammen den Ladepunkt für die Staplerbatterie. Zentrales Element des Systems ist der dedizierte IPC. Dieser steuert die einzelnen Komponenten. Der IPC ist über einen Ethernet-Switch mit der Ladehardware und der Rückspeisehardware verbunden. Zusätzlich ist eine Ethernet-Verbindung mit dem IPC im Energiestellplatz vorgesehen. Ein RFID Lesegerät zur Identifikation des Staplers bzw. der Batterie ist über USB bzw. die serielle Schnittstelle ebenfalls mit dem IPC verbunden. Für die Interaktion mit dem Nutzer (Staplerpersonal) ist eine Statusanzeige vorgesehen, die z.B. in der Schaltschrankfront montiert werden kann. Neben der Statusanzeige kann ebenfalls ein Taster oder Schalter vorhanden sein. Diese Elemente werden über IO-Schnittstellen mit dem IPC verbunden.

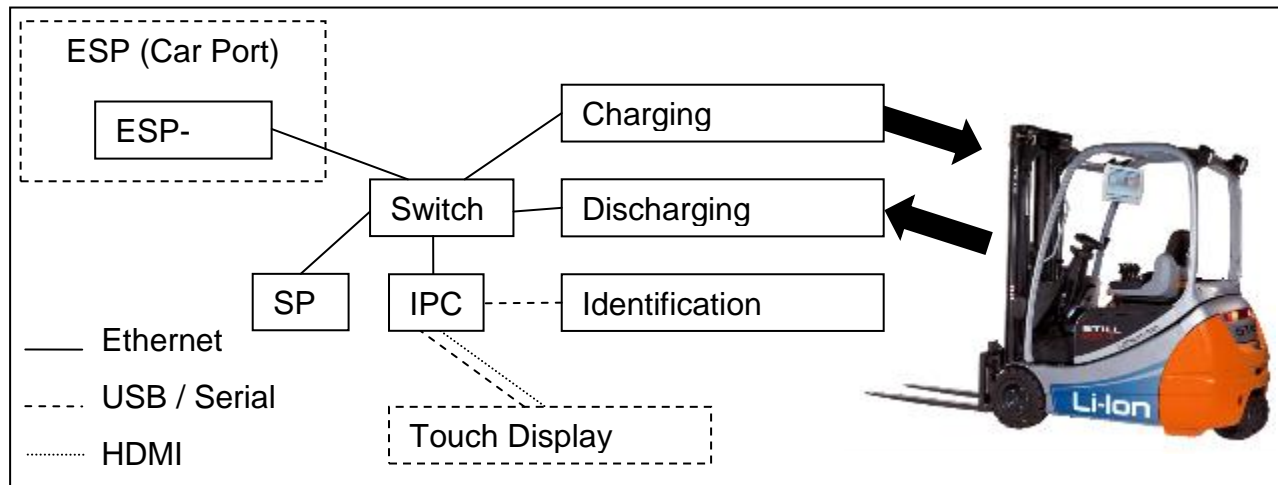


Abbildung 105: Kommunikationstechnischer Aufbau des Systems

Folgende **Schnittstellen** sind vorhanden:

- Anbindung an den Energiebus (3-Phasen Wechselstrom mit ausreichender Stromstärke)
- Ethernetanbindung für die Kommunikation zwischen den Komponenten des ESP-EMS und dem IPC in der Stapleranbindung
- Interne Schnittstellen zwischen den einzelnen Komponenten: Ethernet, USB und Serielle-Schnittstelle

Verantwortlichkeit

Kanngiesser

Liefert zu:

OWITA

inIT

FhG IOSB-INA

5. Auswertung Feldversuche

5.1 Ablauf Feldversuch

Zu Beginn des Feldversuches wurden alle Teilnehmer der unterschiedlichen Unternehmen durch Personal vom Kreis Lippe und itelligence in das Mobilitätsmanagement eingeführt. Hier zeigte sich schnell, dass nicht nur einer Einführung in das MMS ausreichend ist, sondern die Teilnehmer auch in die Ladetechnik und das Fahren mit einem elektrischen Fahrzeug angewiesen werden müssen. Viele der Teilnehmer hatten bis zu Beginn des Feldversuches keinerlei Erfahrung mit dem Thema. Parallel zur Einführung wurden die Teilnehmer zu Beginn des Feldversuches durch eine erste Nutzerbefragung zu Ihrer Einstellung zur Mobilität befragt. Zudem haben allen Teilnehmer eine Datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung unterschrieben, damit das Projektkonsortium die Daten erheben und ausschließlich zu Forschungszwecken verarbeiten und analysieren konnte. Grundsätzlich sollte herausgefunden werden, welche Einstellungen die Teilnehmer zu alternativen Antriebstechnologien hat, ob Ihnen Aussehen, Motorisierung, Komfort, wichtig ist und ob Sie bereits Erfahrung mit unterschiedlichen Elektrofahrzeugen haben. Während des Feldversuches wurde das individuelle Feedback und die Erfahrungen von den Teilnehmern direkt an den Kreis Lippe kommuniziert, mit dem Projektkonsortiums diskutiert und in die weitere Entwicklung des Mobilitätsmanagement mit eingebunden. Durch die zweite Nutzerbefragung am Ende des Feldversuches wurden weitere Erkenntnisse gewonnen, die in die weiteren Überlegungen eingegangen sind. Dabei lag der Fokus bei der Bewertung und Usability des MMS und der OBUs. OB Probleme bei den Buchungsvorgängen aufgetreten sind und wenn ja welche. Zudem wurde bewertet, ob sich die Einstellung zur Mobilität im Vergleich zu Beginn des Feldversuches geändert hat.

Insgesamt wurden während der Testphase bei allen Projektpartnern 15 Elektrofahrzeuge mit den On-Board-Units ausgestattet und insgesamt haben sich 136 Fahrer in dem Mobilitätsmanagement registrieren lassen. Abbildung 137 zeigt die Verteilung der registrierten Fahrer bei den einzelnen Projektpartnern.

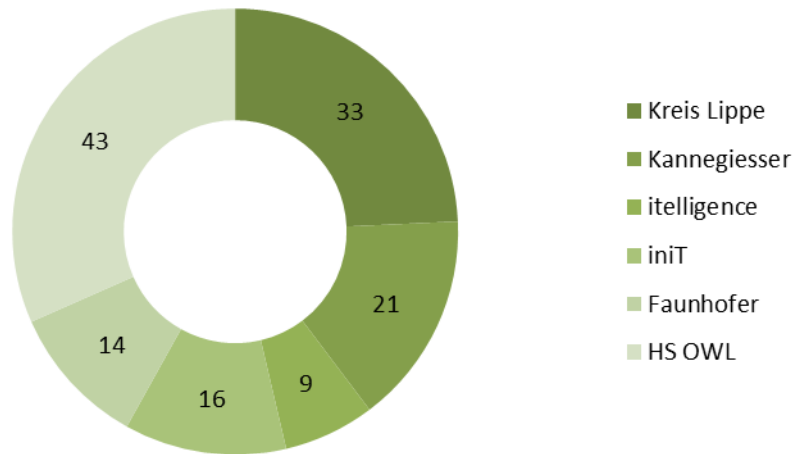


Abbildung 106: Verteilung der registrierten Fahrer

5.2 Dienstvereinbarung Kreis Lippe über den Betrieb der Elektrofahrzeuge und „On-Board-Units“

Im Rahmen des Vorhabens ist die projektierte E-Fahrzeugflotte des Kreises Lippe und dessen Partnern mit sog. „On-Board-Units“ ausgestattet worden, die den Zweck haben, bestimmte Daten zu den Fahrten und den Fahrzeugen in die übergeordnete IT-Architektur (Flottenmanagementsystem und Energiemanagementsystem) einzuspielen, wo sie dann weiter verarbeitet werden können. Mit der Forschung und Entwicklung dieser „On-Board-Units“ ist der assoziierte Projektpartner OWITA GmbH aus dem CIIT in Lemgo beauftragt worden.

Aus datenschutzrechtlicher Sicht ist die Erstellung einer Dienstvereinbarung erforderlich, was als Auflage der Revision zur Auftragsvergabe durch die Wirtschaftsförderung mitgeteilt worden ist. Angestrebt war von Beginn an eine Lösung, in welcher der/die Mitarbeiter/-in zum einen sein/ihr Einverständnis zur Datenaufzeichnung geben kann und zum anderen über die Verarbeitung der Daten in transparenter Form aufgeklärt wird.

Der Datenschutzbeauftragte beim Kreis Lippe hat zu der Datenerfassung im Rahmen der Projekte sowohl schriftlich als auch telefonisch Stellung genommen. Die erste Vorstellung war, dass analog zum EFRE-Projekt „elektrisch.mobil.owl“ auch im Rahmen des Feldversuches im Leuchtturmprojekt eine Lösung zur Einwilligung der

Fahrer hinsichtlich einer Datenaufzeichnung über einen Leihvertrag zu finden ist. Der Leihvertrag aus der Testphase im Projekt „elektrisch.mobil.owl“ konnte hierzu als Vorlage dienen. Es müssten jedoch einige Änderungen hinsichtlich Laufzeit, Datenermittlung und Datenweitergabe an die Partner vorgenommen werden. Hierzu sind zunächst Abstimmungsgespräche zwischen der Wirtschaftsförderung als Vergabestelle einerseits und Personalrat bzw. Revision andererseits gegeben.

Zur Erstellung dieser Dienstanweisung ist dann eine Fachgruppe zwischen Vertretern folgender Einheiten gebildet worden, die zu diesem Thema mehrfach getagt hat.

- Personalrat
- Personalservice
- Revision
- Wirtschaftsförderung
- IT (wird noch informiert)

Der Personalrat hat aufgrund seiner Erfahrungen mit der Einführung von Dienstvereinbarungen zu Beginn der Gespräche den folgenden zeitlichen Ablaufplan erstellt, der im Zuge der Arbeiten auch eingehalten werden konnte:

- März/April 2015: Vorstellung des Vorhabens beim Personalrat
- Mai 2015: Abstimmungsgespräch zur Dienstvereinbarung „OBU“ mit jeweils einem Vertreter von Personalrat, Personalservice, Revision, IT und Wirtschaftsförderung
- Mai-September 2015: Erarbeitung einer Dienstvereinbarung „OBU“
- September 2015: Verabschiedung der Dienstvereinbarung
- ab Oktober 2015: Integration der OBU in die Fahrzeugflotte

5.2.1 Rechtlicher Rahmen

Konkret liegen zu einzelnen juristischen Aspekten bereits erste Einschätzungen des Kreises Lippe vor. Aus datenschutzrechtlicher Sicht ist eine Datenerhebung und Datennutzung möglich, wenn einige gesetzliche Vorgaben beachtet werden. Kritisch in dem Zusammenhang der Datenerhebung sind nach Einschätzung des Datenschutzbeauftragten beim Kreis Lippe vor allen Dingen die beiden folgenden Paragraphen des Datenschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen (DSG NRW):

- § 29 DSG NRW „Datenverarbeitung bei Dienst- und Arbeitsverhältnissen“
- § 29a DSG NRW „Mobile personenbezogene Datenverarbeitungssysteme“

Die Daten, die allein von der On-Board-Unit (OBU) erfasst und gespeichert werden, stellen isoliert betrachtet keine personenbezogenen Daten dar. Das Problem liegt jedoch darin, dass Ausleiher der Fahrzeuge in einem Vertrag ihre persönlichen Daten angeben und der Kreis Lippe dadurch in der Lage ist, Bewegungsdaten einer bestimmten Person zuordnen zu können. Dabei ist es unerheblich, ob dies auch so praktiziert wird. Allein die Möglichkeit reicht aus.

Soweit der Kreis Lippe als Anbieter der Fahrzeuge und Nutzer der Daten auftritt, sind die Gesetzestexte des DSG NRW zu beachten, dass gem. § 4 DSG NRW für eine solche Datenerhebung und Datennutzung eine Erlaubnis im Gesetz oder die Einwilligung der Betroffenen verlangt.

Im Projekt „EMiLippe“ handelt es sich um ein freiwilliges Projekt des Kreises Lippe. Ein gesetzlicher Auftrag, wie es das DSG NRW vorsieht, liegt demnach nicht vor. Die Datenerhebung und Datennutzung kann daher nur auf der Grundlage einer Einwilligung der Betroffenen gem. § 4 Abs. 1 Buchst. a) DSG NRW erfolgen.

Die Interessenten sollten einen Leihvertrag unterzeichnen, der auch eine Einwilligung zur Datenverarbeitung enthält. Dabei ist auch auf die Widerrufsmöglichkeit dieser Einwilligung, die Dauer und den Zweck der Datenspeicherung hinzuweisen. Sofern beabsichtigt ist, die personenbezogenen Daten außerhalb der Kreisverwaltung zu speichern oder auswerten zu lassen, ist den Betroffenen dies ebenfalls mitzuteilen. Zusätzlich muss der Kreis Lippe einen Auftrag zur Datenverarbeitung gem. § 11 DSG NRW an die datenverarbeitende Stelle erteilen.

Sollten für die Verarbeitung der personenbezogenen Daten eine Software verwendet werden, ist diese per Vordruck bei dem Datenschutzbeauftragten der jeweiligen Einrichtung bzw. des Unternehmens anzuzeigen und von diesem vor dem Einsatz freizugeben. Sofern die Fahrzeuge auch zur dienstlichen Nutzung durch die Beschäftigten vorgesehen sind, ist eventuell der Personalrat gem. § 72 LPVG NRW zu beteiligen.

5.2.2 Erläuterung zur Dienstvereinbarung

Der Landrat des Kreises Lippe und der Personalrat des Kreises Lippe schließen gem. § 70 in Verbindung mit § 72 Abs. 3 Ziffer 2 Personalvertretungsgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen vom 03.12.1974 (GV.NW. S. 1514) in der zurzeit geltenden Fassung die nachfolgende Dienstvereinbarung über den Betrieb und die Nutzung der beim Kreis Lippe eingesetzten On-Board-Units (OBU) für die Elektrofahrzeuge des Projektes „Elektromobilität in Lippe“ ab.

5.2.3 Vorbemerkung

Bei dem Projekt "EMiLippe" handelt es sich um ein durch das Bundesministerium für Umwelt, Bau, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) gefördertes Verbundprojekt.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Akteure im Rahmen des Projektes sind räumlich verteilte Industrieunternehmen und Institutionen, die jeweils über eigene Elektrofahrzeugflotten verfügen. Die Elektrofahrzeugflotten sollen durch erneuerbare und idealerweise eigenerzeugte Energien gespeist werden. Der Einsatz erneuerbarer Energien ist neben der Elektromobilität somit der zweite Grundpfeiler bzw. Fokus des Projekts.

Die Rolle des Kreises Lippe ist neben der Projektkoordination die Durchführung des Feldversuches mit der angeschafften Fahrzeugflotte und der zu errichtenden Ladeinfrastruktur. In diesem Zusammenhang erfolgt eine detaillierte Datenaufzeichnung zu den mit den Elektrofahrzeugen zurückgelegten Strecken.

Im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ werden insgesamt bis zu zwanzig Elektrofahrzeuge zwecks Datenaufzeichnung und intelligenter Steuerung der Flotte mit sog. „On-Board-Units“ (OBU) ausgestattet. Die On-Board-Unit ist ein in Fahrzeugen eingebautes Funkgerät, das Fahrzeugdaten - zum Beispiel Kennzeichen und Standort - an einen Transponder weitergibt. Dabei ist die OBU selbst ein Transponder, das heißt, dass ein Datenaustausch automatisch und nur auf Anforderung eines der beteiligten Geräte stattfindet. Bei den im Projekt „EMiLippe“ entwickelten OBU handelt es sich um eine Smartphone-App-Lösung. Das Smartphone ist mit einer Halterung im Fahrzeug verbaut und über die installierte App werden die Daten ermittelt und verarbeitet.

5.2.4 Gegenstand und Geltungsbereich der Dienstvereinbarung

Gegenstand der Dienstvereinbarung ist der Betrieb und die Nutzung der in den Elektrofahrzeugen des Projektes „Elektromobilität in Lippe“ (EMiLippe) eingesetzten On-Board-Units (OBU) sowie der Umgang mit den in den Units erhobenen Daten.

Diese Dienstvereinbarung gilt für alle Organisationseinheiten und Bediensteten der Kreisverwaltung Lippe, einschließlich der Eigenbetriebe.

5.2.5 Zielsetzung der Dienstvereinbarung

Der Einsatz der On-Board-Units in den Fahrzeugen dient der Aufzeichnung fahrrelevanter Daten. Die Datenaufzeichnung ist bei der Verfolgung des Projektziels, Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien zu steuern, von zentraler Bedeutung.

5.2.6 Systemtechnik

Fahrzeugausrüstung:

Die Elektrofahrzeuge des Projekts „EMiLippe“ werden mit den „On-Board-Units“ ausgestattet.

Über ein GPS-Modul werden folgende Daten erfasst:

- aktuelle Position des Fahrzeuges (geogr. Länge und Breite)
- aktuelle Geschwindigkeit
- aktuelle Höhe
- aktuelle Richtung
- GPS-Genauigkeit

Das Smartphone erfasst über die Sensoren die folgenden Daten:

- Beschleunigungen in x-, y- und z-Richtung
- Rotation
- Umgebungsdruck
- Umgebungstemperatur
- Helligkeit
- Luftfeuchtigkeit
- Magnetisches Feld (Kompass)

Sonstige Daten, die über andere Quellen/Sensoren erhoben/ermittelt werden können:

- absoluter Akku-Ladezustand
- relativer Akku-Ladezustand

- Temperatur des Akkus
- Außentemperatur
- verbleibende Restreichweite
- aktuelle Leistungsabgabe
- durchschnittliche Leistungsabgabe
- Angabe von Rekuperationseffekten
- Leistungsaufnahme zusätzlicher Verbraucher (Radio, Heizung etc.)

5.2.7 Fahrtenbuch und Datenvereinbarung

Der Fahrzeugführer ist verpflichtet, bei jeder Fahrt die Handy-Applikation zur Datenaufzeichnung zu nutzen. Das im Fahrzeug angebrachte Smartphone wird ausschließlich für den Zweck der Datenaufzeichnung genutzt werden. Das Smartphone ist beim Verlassen des Fahrzeuges stets an dem im Fahrzeug dafür vorgesehenen Platz zu belassen.

Der Fahrzeugführer verpflichtet sich darüber hinaus, bei jeder Fahrt das Fahrtenbuch in schriftlicher Form zu führen.

Mit der Smartphone-Applikation werden die Raumdaten der Fahrzeugnutzung erfasst. Der Fahrzeugführer willigt mit der Buchung eines mit einer OBU ausgestatteten Fahrzeugs in die Verarbeitung dieser Daten ein.

Die Erhebung der Fahrdaten erfolgt zu wissenschaftlichen Zwecken im Rahmen des Forschungsprojekts „EMiLippe“. Die Bestimmungen des § 28 Datenschutzgesetzes NRW über die Anonymisierung und Pseudonymisierung der erhobenen personenbezogenen Daten werden beachtet. Die erhobenen Daten werden streng vertraulich behandelt. Weiterhin wird hiermit nicht die persönliche Einwilligung nach § 29a Datenschutzgesetz NRW ersetzt.

5.2.8 Leistungs- und Verhaltenskontrolle, Datenschutzrechte

Die aufgezeichneten Daten dürfen nicht zu Zwecken der Leistungs- und Verhaltenskontrolle, zum Leistungsvergleich oder zur Leistungsbemessung der Beschäftigten verarbeitet oder genutzt werden. Aus den durch die Datenaufzeichnung gewonnenen Erkenntnissen dürfen keine arbeitsrechtlichen oder disziplinarischen Maßnahmen für die Beschäftigten erfolgen.

Sofern erhobene Fahrzeugdaten im Rahmen des Projektes an Dritte weitergegeben werden, ist die Anonymität der Beschäftigten sicherzustellen. In diesem Zusammen-

hang wird ergänzend auf die Dienstanweisung Datenschutz und Informationssicherheit verwiesen.

Im Übrigen gelten die Vorschriften der Rahmendienstvereinbarung zur Einführung und Anwendung von e-Government des Kreises Lippe vom 13.02.2012, insbesondere § 6 (Leistungs- und Verhaltenskontrolle).

5.2.9 Leistungs- und Verhaltenskontrolle, Datenschutzrechte

Die Dienstvereinbarung tritt nach ihrer Unterzeichnung in Kraft, frühestens jedoch zum 01.10.2015.

Die Dienstvereinbarung kann mit einer Frist von einem Monat zum Quartalsende gekündigt werden. Die Kündigung bedarf zu ihrer Wirksamkeit der Begründung. Für alle Erklärungen zur Kündigung wird Schriftform vereinbart.

Die Dienstvereinbarung endet mit dem Ende des Projektes zum 31.08.2016.

5.2.10 Überprüfungsrecht des Personalrats

Der Personalrat hat das Recht, jederzeit eine Überprüfung zu verlangen, ob die Regelungen dieser Dienstvereinbarung eingehalten werden.

5.3 Erkenntnisse aus der Datenerfassung klassischer Nutzfahrzeuge

5.3.1 Datenerfassung herkömmlich betriebener Fahrzeuge beim Kreis Lippe

Im Zeitraum vom 02.01.2013 bis 31.12.2014 wurden Werksverkehre, die beim Kreis Lippe mit dem privaten PKW zurückgelegt wurden, digitalisiert und analysiert. Dabei kam erschwerend hinzu, dass alle Daten nur manuell in den einzelnen Fahrtenbüchern der Mitarbeiter hinterlegt waren. Dabei lassen sich Rückschlüsse auf das Datum, Uhrzeit, Reiseweg, Reisezweck, zurückgelegten Kilometer und mitgenommene Bedienstete ziehen.

So wurden beim Kreis Lippe in diesem Zeitraum insgesamt 4.825 Fahrten mit 206.077,80 km mit privaten PKW zurückgelegt. Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der einzelnen Fahrten nach km-Gruppen. Auffällig ist, bei fast der Hälfte der Fahrten bis 50 km zurückgelegt werden. Ausschließlich 156 Fahrten sind laut diesen Angaben Fahrten über 100 km. Dies lässt den Rückschluss zu, dass fast

95 % der analysierten Fahrten auch elektrisch zurückgelegt hätten werden können. So wurden bei den Fahrten durchschnittlich knapp 43 km gefahren und die meisten Ziele waren im Kreisgebiet bzw. in Ostwestfalen-Lippe.

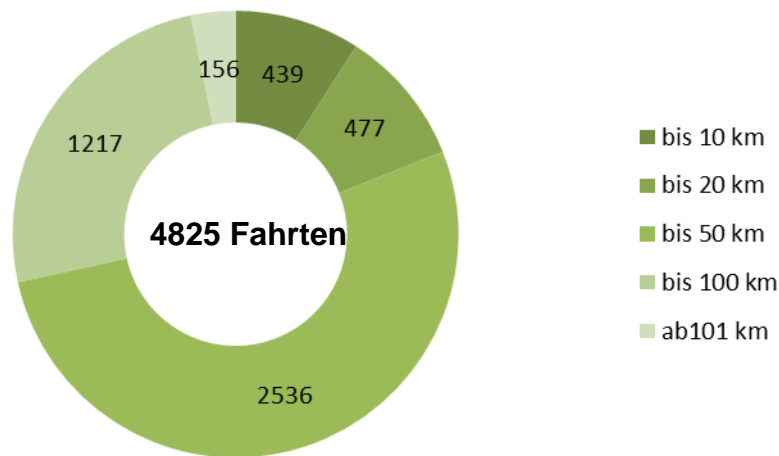


Abbildung 107: Verteilung der Fahrvorgänge nach km-Gruppen

5.3.2 Datenerfassung herkömmlich betriebener Fahrzeuge bei Kannegiesser

Für die Untersuchung der Wirtschaftsverkehre einer der beteiligten Industriepartner im Verbundprojekt „EMiLippe“ hat die Firma Kannegiesser anonymisierte Daten über die zurückgelegten Strecken von 10 Fahrzeugen des Unternehmensfuhrparks zur Verfügung gestellt. Der Erhebungszeitraum liegt in der Zeit vom 01.07.2015 und dem 30.09.2015, also kurz bevor die ersten Prototypen der im Projekt entwickelten On-Board-Units in die Projektfahrzeuge installiert worden sind. Bei den hier betrachteten Fahrzeugen handelt es sich um gewöhnliche Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.

Die erhobenen Daten sind darauf hin untersucht worden, ob eine Substitution dieser Verbrennerfahrzeuge etwa durch elektrisch betriebene Fahrzeuge möglich wäre. Um dies herauszufinden, sind sowohl die Dauer der Fahrten bzw. Reservierungen sowie die jeweils zurückgelegte Fahrtstrecke analysiert worden. Beide Daten können eine ungefähre Vorstellung darüber vermitteln, in wieweit die Fahrten mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen hätten durchgeführt werden können.

Die Fahrdauer ist für die Analysezwecke folgendermaßen gruppiert worden:

Fahrdauer	Anzahl
unter 30 Minuten	1941
30-60 Minuten	279
60-120 Minuten	405
über 120 Minuten	252
Gesamt	2877

Tabelle 10: Gruppierung der Fahrten nach zeitlicher Dauer, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.09.2015

Aus diesen gruppierten Fahrtenzahlen lässt sich die Verteilung mit der nachstehenden Abbildung grafisch darstellen.

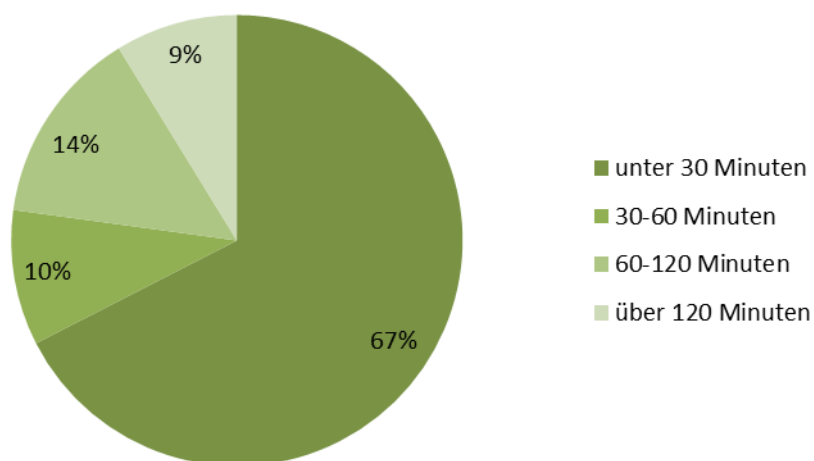


Abbildung 108: Verteilung der Fahrten nach zeitlicher Dauer, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.09.2015

Die Gruppierung der Länge der Fahrtstrecke ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Fahrtstrecke	Anzahl
weniger als 5 km	887
zwischen 5 und 10 km	688
zwischen 11 und 20 km	290
zwischen 21 und 50 km	234
zwischen 51 und 100 km	257
mehr als 100 km	521
Gesamt	2877

Tabelle 11: Gruppierung der Fahrten nach Streckenlänge, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.06.2015

Die Verteilung der gruppierten Fahrtstreckenlängen lässt sich der nachstehenden Abbildung entnehmen.

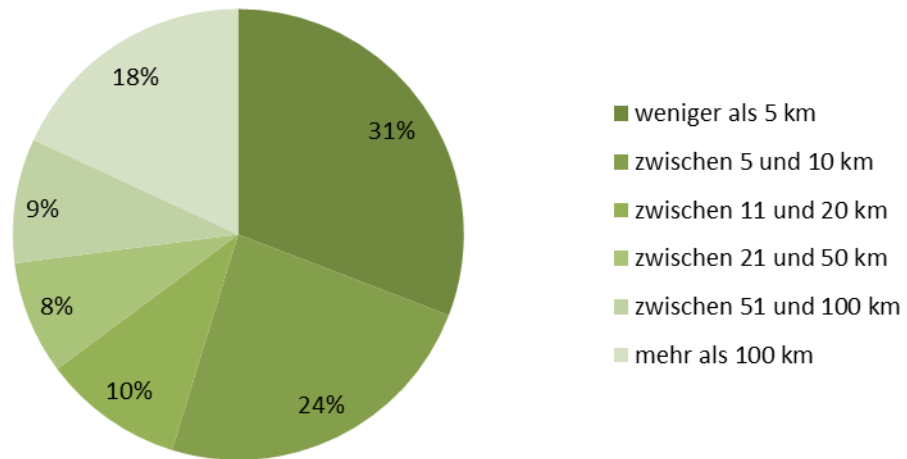


Abbildung 109: Verteilung der Länge der Fahrtstrecke, Fa. Kannegiesser 01.07.-30.09.2015

Fazit:

Insgesamt wurde von den zehn Fahrzeugen in dem dreimonatigen Erhebungszeitraum eine Fahrtstrecke von 155.818 km zurückgelegt, was einer durchschnittlich zurückgelegten Distanz von 54,16 km pro Reservierung entspricht. Sowohl die Fahrtdauer als auch die Strecken der Fahrten weisen eine Gewichtung zugunsten der kurzen Fahrzeiten und –strecken auf, welche den Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen begünstigen würden. Aufgrund der vorliegenden Daten könnten mindestens die Hälfte der zehn beobachteten Fahrzeuge sofort durch elektrisch betriebene PKW ersetzt werden, ohne, dass es zu Schwierigkeiten bei der Durchführung der Dienstreise wegen des Ladezustandes der Batterie kommen müsste.

5.4 Auswertung der Befragung, Eindrücke aus dem Feldtest

Zu Beginn der Erprobungsphase wurde an alle Teilnehmer ein Fragebogen ausgegeben. Hierbei sollte die Einstellung der Mobilität hinterfragt werden. Dabei wurden Grundsatzfragen zum Stauraum, zu den Motorengeräuschen, Motorleistung und zur Erfahrung mit Elektromobilität gestellt. Dabei hat sich gezeigt, dass viele der Teilnehmer bereits Erfahrung mit Elektroautos haben, die Erfahrung mit Pedelecs ausgeglichen ist und die wenigstens Erfahrung bei den E-Rollern besteht.

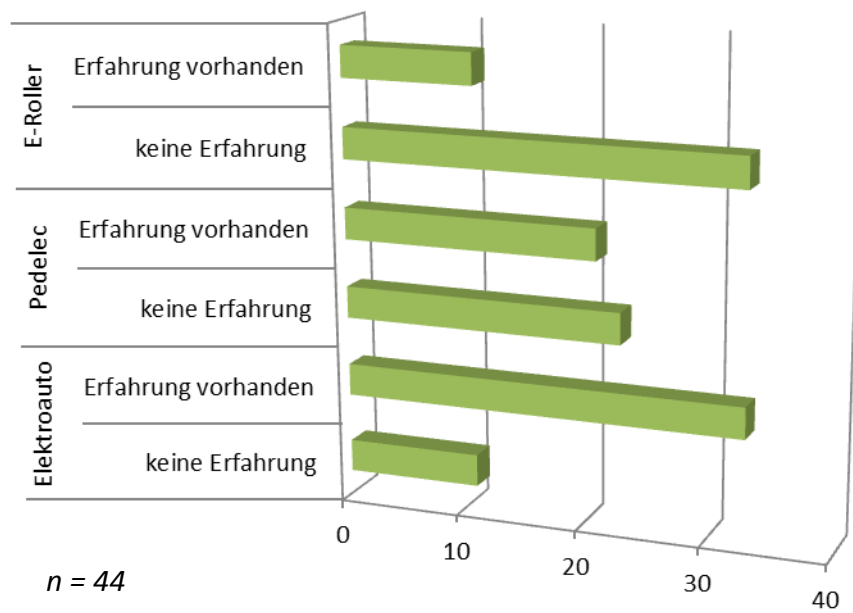


Abbildung 110: Erfahrung mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen

In der folgenden Abbildung ist aufgegliedert, wie die Teilnehmer die einzelnen Faktoren bewertet haben.

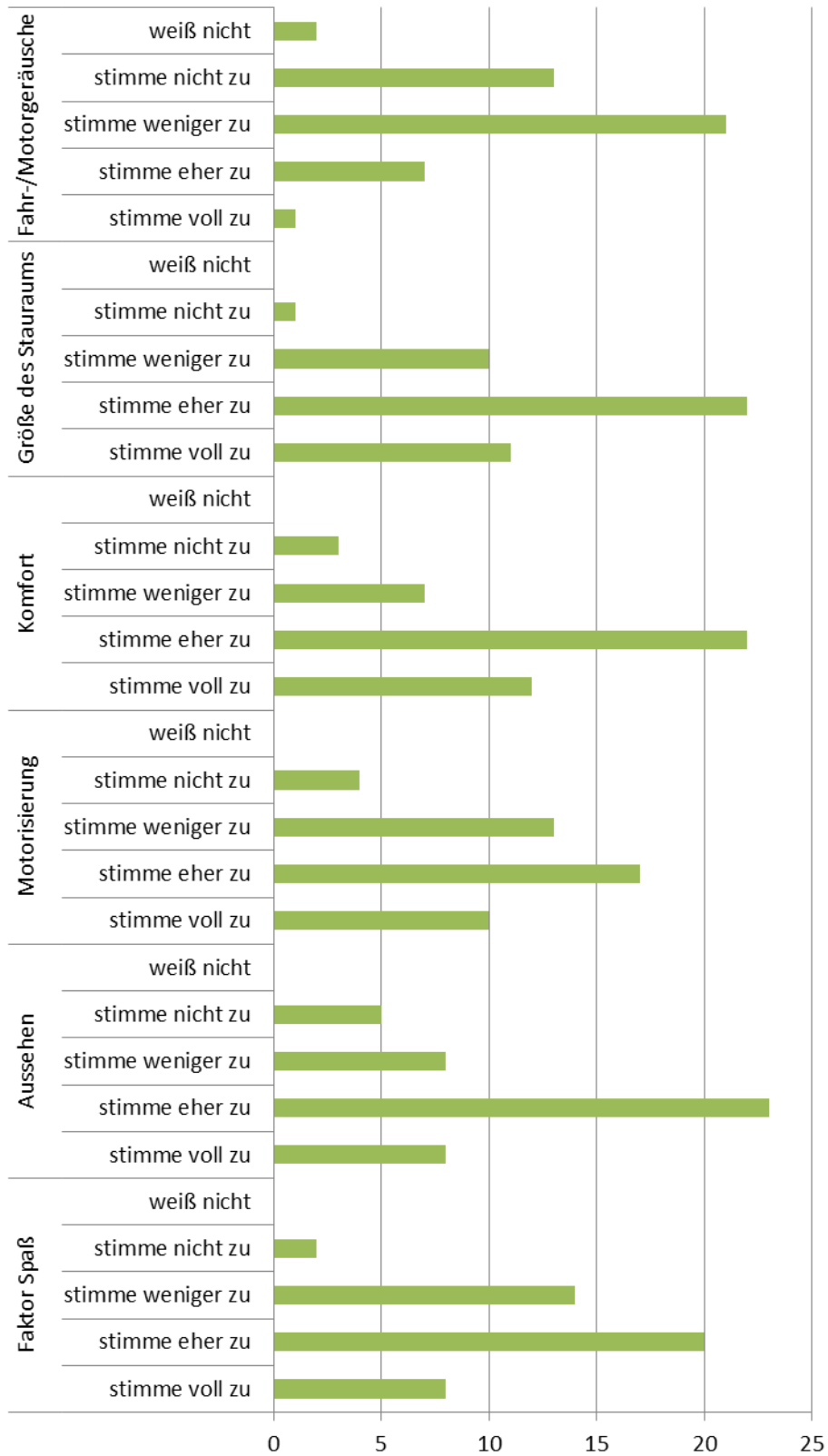


Abbildung 111: Einstellungen der Teilnehmer (1. Welle)

Da das Projektkonsortium den Ansatz des Dual-Use in Verbindung mit Werksverkehren als sehr vielversprechend ansieht, wurden die Teilnehmer auch gefragt, ob sie

am Tag weniger als 100 km fahren. Fast 80% der Befragten haben dies bestätigt, so dass für diese Teilnehmer ein Elektroauto in Frage kommen könnte (bezogen auf die Reichweite). Zudem steht zwar fast allen Teilnehmern ein Stellplatz zur Verfügung, aber ein Dienst-PKW nicht immer.

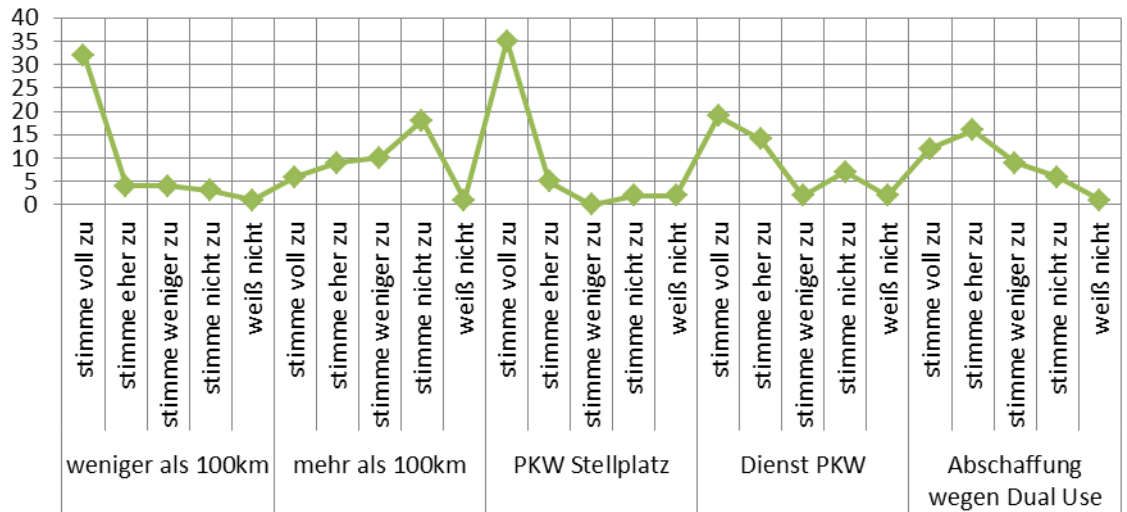


Abbildung 112: Einstellungen der Teilnehmer 2 (1. Welle)

Nach Beendigung der Erprobungsphase wurden die Teilnehmer aufgefordert an einer zweiten Nutzerbefragung teilzunehmen. Hier wurde geschaut, ob sich die Einstellung gegenüber der Mobilität verändert hat und um zu erfahren, welche Probleme bei der Nutzung aufgetreten sind und wie die Teilnehmer die Usability der OBU/des Buchungsportales beurteilen. Grundsätzlich war festzustellen, dass es bei der Einstellung zur Mobilität keine signifikanten Änderungen ergeben haben.

Insgesamt haben ca. 1/3 der Rückläufer das Portal mehr als 10-Mal genutzt, 1/3 zwischen 6-10-Mal und 1/3 weniger als 5-Mal. Dabei sind bei ca. 2/3 Probleme der Buchungen Probleme bei der OBU oder im Buchungsportal aufgetreten.

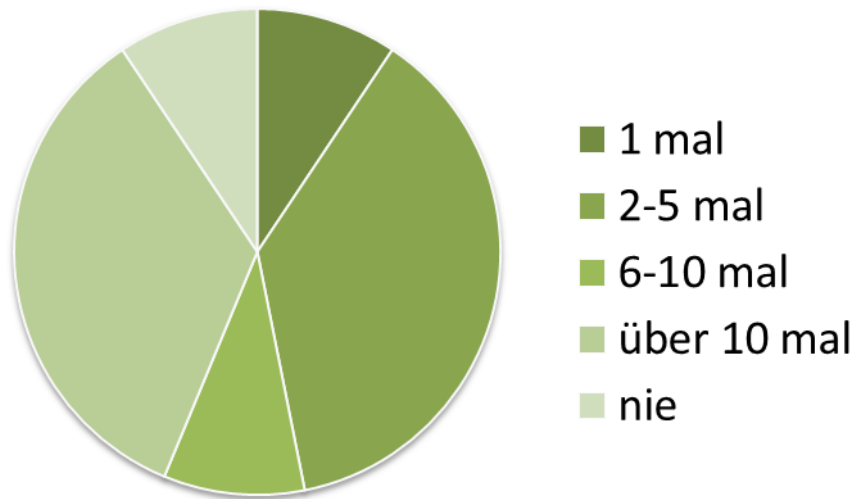


Abbildung 113: Häufigkeit der Benutzung des Buchungsportals

Es hat sich gezeigt, dass 90% der Teilnehmer Ihre Werksverkehre gut bewältigen konnten. Sehr positiv hervorzuheben ist, dass kein Teilnehmer wegen zu geringem Ladezustand liegen geblieben ist.

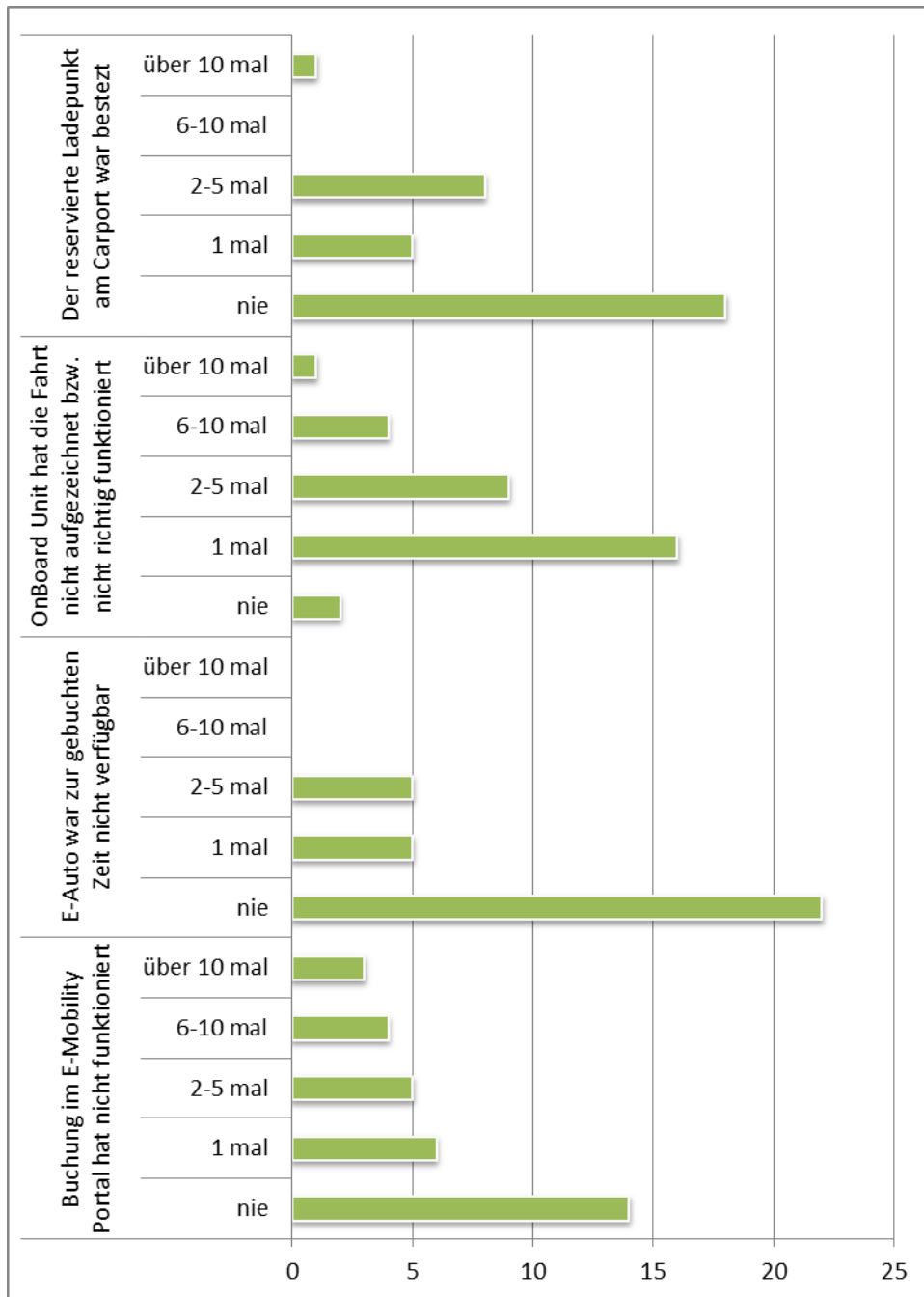


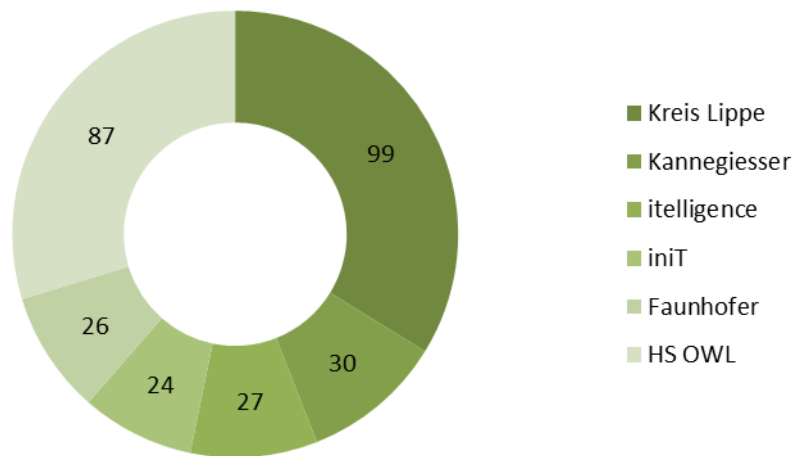
Abbildung 114: Probleme Buchungsportal

5.5 Auswertung der erhobenen Daten (MMS – Buchungsportal)

5.5.1 Gesamtauswertung

Während Erprobungsphase wurden insgesamt 293 Buchungen auf dem „EMiLippe Buchungsportal“ durchgeführt. Gerade am Anfang der Erprobungsphase war es häufig nicht möglich, eine Buchung durchzuführen da das Fahrzeug, laut MMS, noch woanders stand. Dies ist besonders häufig am Standort Dörentrup aufgetreten. Dies liegt daran, dass das Mobilfunknetz vor allem im ländlichen Raum lückenhaft ist und somit nicht immer eine Übertragung gewährleistet war. Falls keine Buchung erfolgen

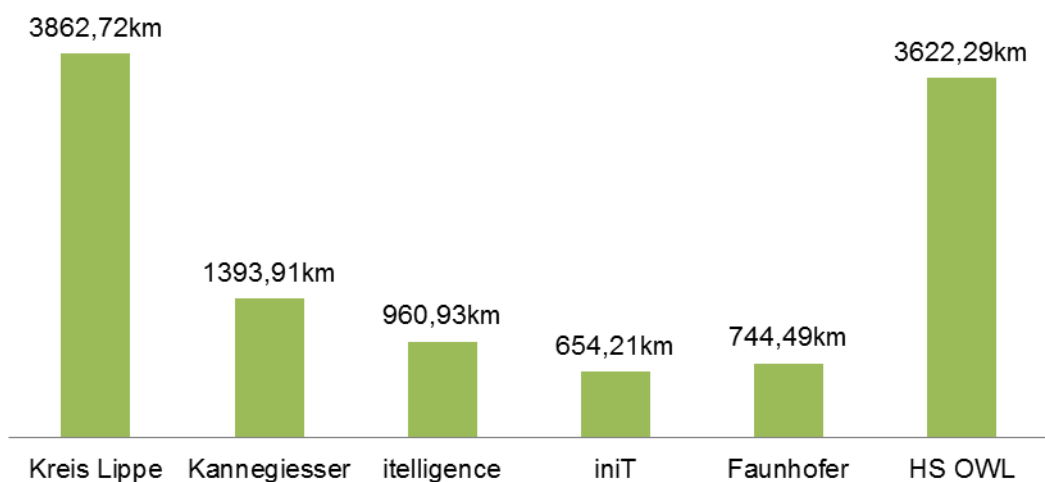
konnte, wurde die Reise ohne Buchung angetreten. Zudem zeigt die Grafik auf, dass über die Hälfte der Fahrten auf den Kreis Lippe und die Hochschule Ostwestfalen-Lippe gefallen sind.



**Keine Berücksichtigung der nicht über das Portal gebuchten Reisen*

Abbildung 115: Anzahl der gebuchten Reisen

Über die 293 gebuchten Fahrten im Portal wurden insgesamt 11.240 km zurückgelegt, so dass durchschnittlich eine Reise 38,36 km lang war und insgesamt 3 Tonnen CO₂ eingespart werden konnten (Vergleich: 7l/100 km, Benzin). Neben den elektrisch zurückgelegten Kilometern wurden bei der Firma Kannegiesser auch 3.200 km mit klassischer Antriebstechnik gefahren.



**Keine Berücksichtigung der nicht über das Portal gebuchten Reisen*

Abbildung 116: Anzahl der gebuchten Reisen

Bei den 293 Fahrten im Buchungsportal konnten bei knapp 2/3 der Reisen eine Ladesäule am Heimathafen (Startpunkt) reserviert werden. Genau anders herum spiegelt sich das bei den Reservierungen am Zielhafen. Dies dieser Wert so schlecht ist, liegt daran, dass viele Ziele nicht innerhalb des Systems war. Dies wird auch durch die Abbildung 117 verdeutlicht.

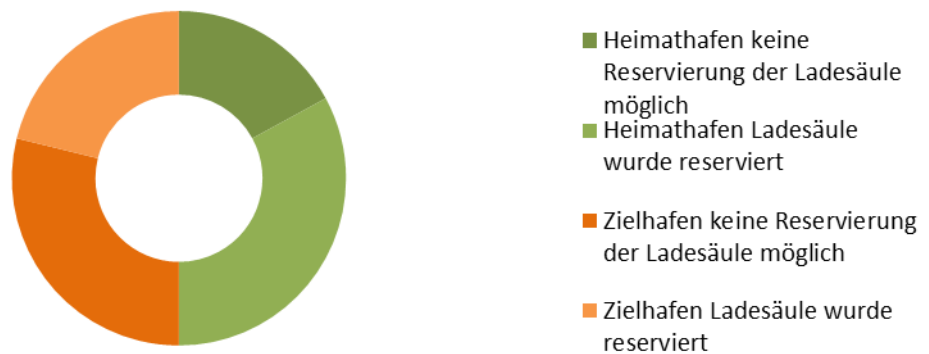
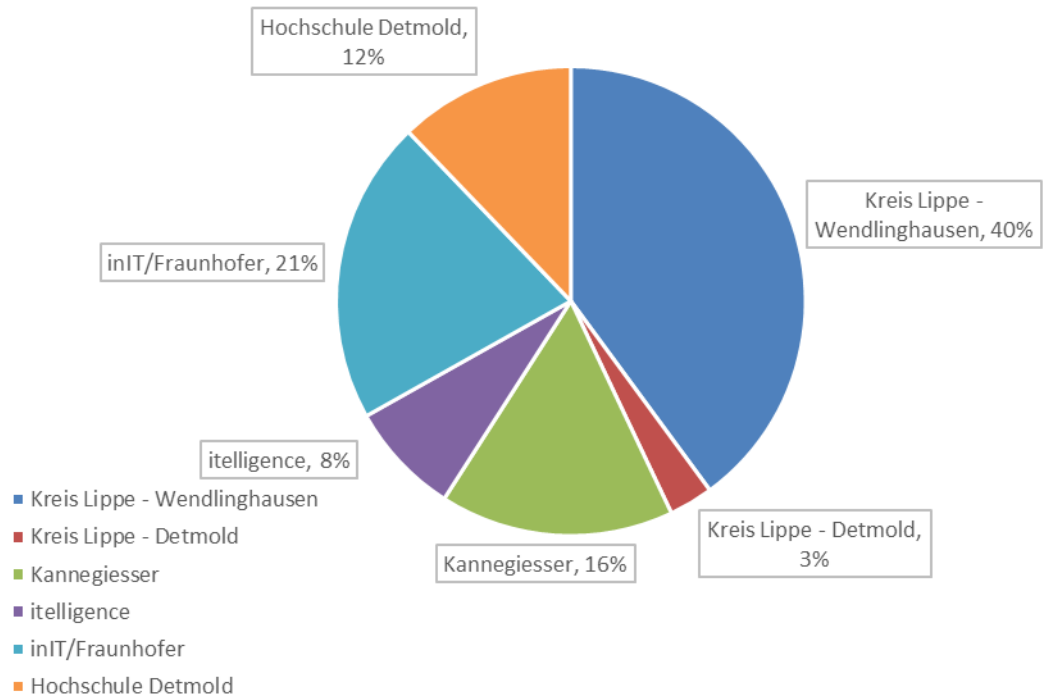


Abbildung 117: Anzahl der gebuchten Reisen

**Keine Berücksichtigung der nicht über das Portal gebuchten Reisen*

Schaut man sich die einzelnen Ladevorgänge an den Carports an, ist deutlich zu erkennen, dass der Carport in Dörentrup sehr stark frequentiert war und der Carport am Kreishaus am wenigsten. Dabei gilt es aber zu berücksichtigen, dass gerade am Kreishaus in Detmold noch weitere Lademöglichkeiten vorhanden sind. Darüber hinaus wurde der dortige Carport auch erst 2016 errichtet.



**Berücksichtigung aller Ladungsvorgänge an Projektcarports*

Abbildung 118: Ladungen pro Carport

So kann man abschließend sagen, dass die meisten Ziele in der Region Ostwestfalen-Lippe lagen. Gerade die Strecken Detmold-Lemgo, Detmold-Dörentrup, Dörentrup-Lemgo, Dörentrup-Bielefeld und Detmold-Bielefeld wurden am häufigsten frequentiert (siehe folgende Abbildung).



Abbildung 119: Frequentierung der zurückgelegten Strecken im Feldtest

5.5.2 Kreis Lippe

Im Buchungsportal EMiLippe waren bei dem Kreis Lippe die Carports in Detmold am Kreishaus und in Dörentrup am Innovationszentrum für Elektromobilität und Erneuerbare Energie im Ländlichen Raum angesiedelt. Hier hat sich gezeigt, dass gerade diese Verbindung häufig gefahren wurde. So wurden insgesamt in dem Zeitrahmen 3.863 km mit dem Buchungsportal zurückgelegt. Die durchschnittliche Streckenlänge lag bei 39,02 km. Knapp 2/3 der zurückgelegten Kilometer waren zwischen den einzelnen Projektcarports. Die Fahrtenaufteilungen zu Projektcarport und freien Adressen waren dagegen sehr heterogen.

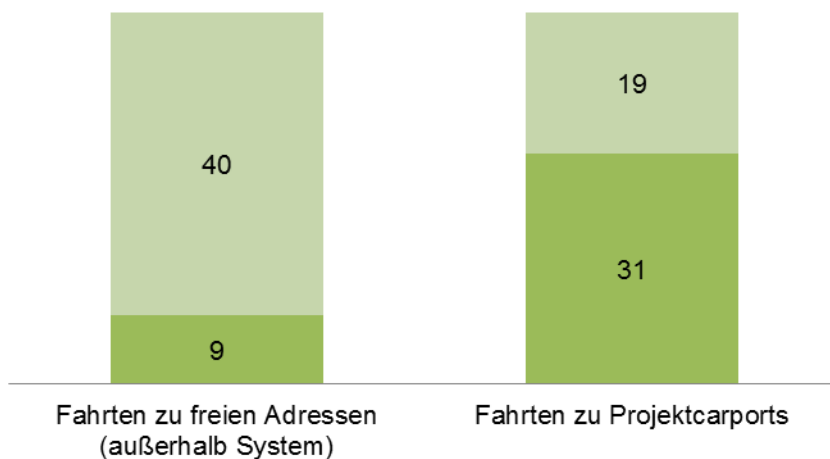


Abbildung 120: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports

Durch die Auswertung wird deutlich, dass die meisten der gebuchten Fahrten ins Kreisgebiet (Lemgo, Detmold und Dörentrup) gingen. Zudem war die Strecke nach Bielefeld auch stark frequentiert.

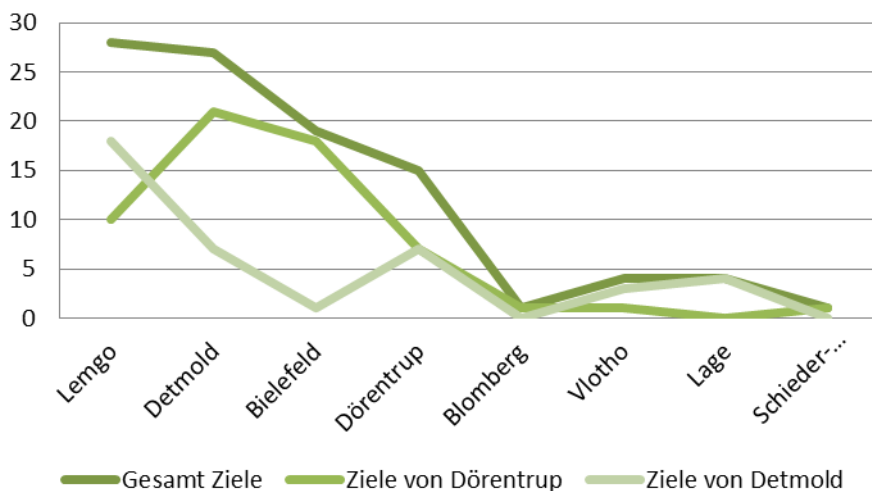


Abbildung 121: Frequentierung der Ziele anhand der gebuchten Fahrten

Betrachtet man im Buchungsportal die einzelnen gebuchten Reisen, so fällt auf, dass am Rückkehrhafen (Heimathafen) in Dörentrup zu 70% eine Ladesäule reserviert werden konnte.

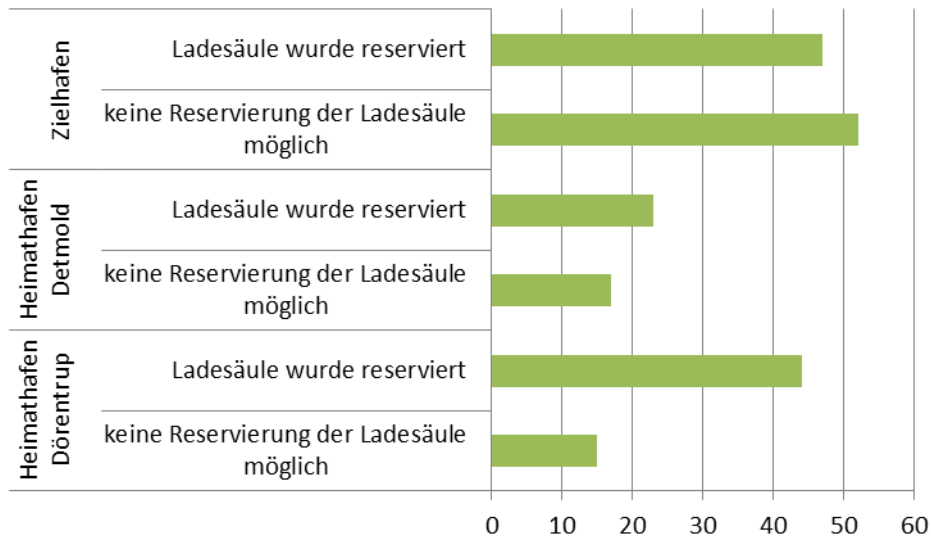


Abbildung 122: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule

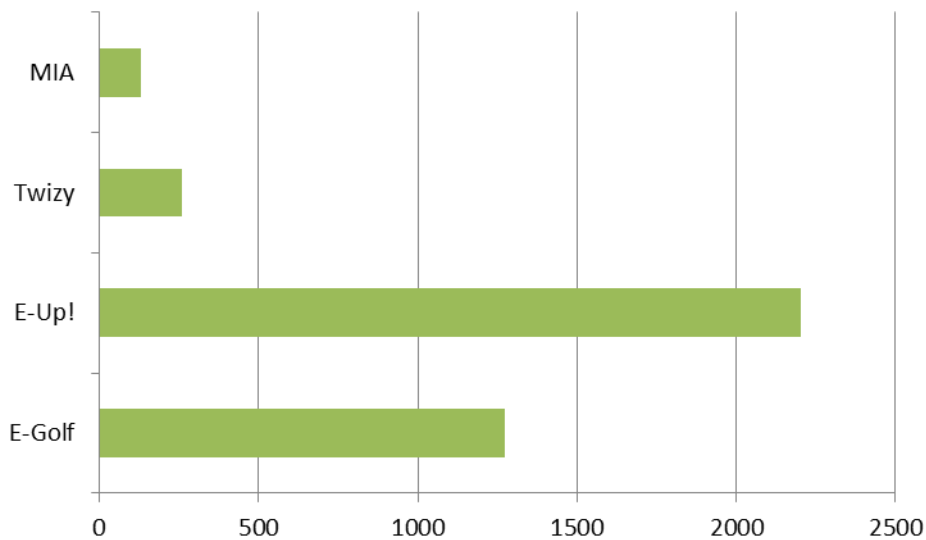


Abbildung 123: Häufigkeit der Fahrzeuge beim Kreis Lippe

5.5.3 Itelligence

Dem Partner itelligence stand für den Feldversuch ausschließlich ein Fahrzeug zur Verfügung, so dass in dem Zeitraum insgesamt 960,93 km zurückgelegt wurden (ge-

buchte Reisen über das Buchungsportal). Die durchschnittliche Streckenlänge beträgt 35,59 km. Das Fahrzeug wurde sehr heterogen benutzt. Dies zeigt sich an der folgenden Abbildung. Knapp 60 % der gebuchten Fahrten gingen zu freien Adressen innerhalb Ostwestfalen-Lippe.

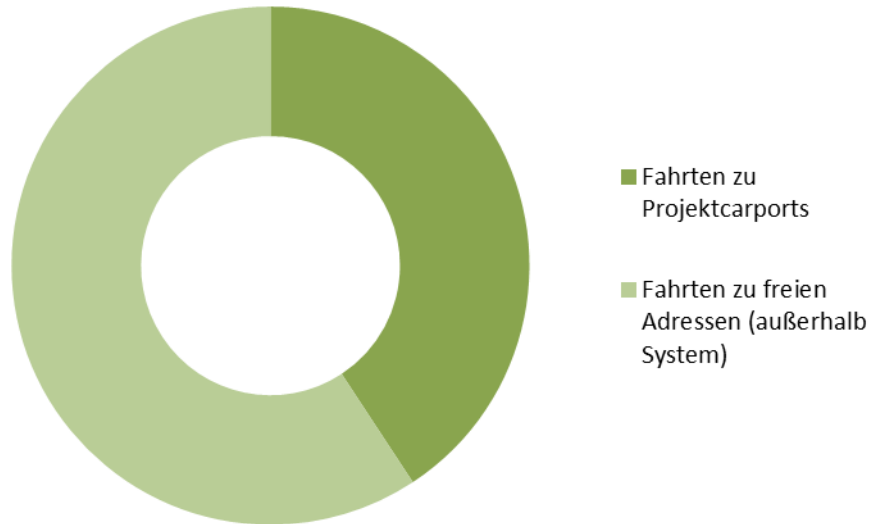


Abbildung 124: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports bei itelligence

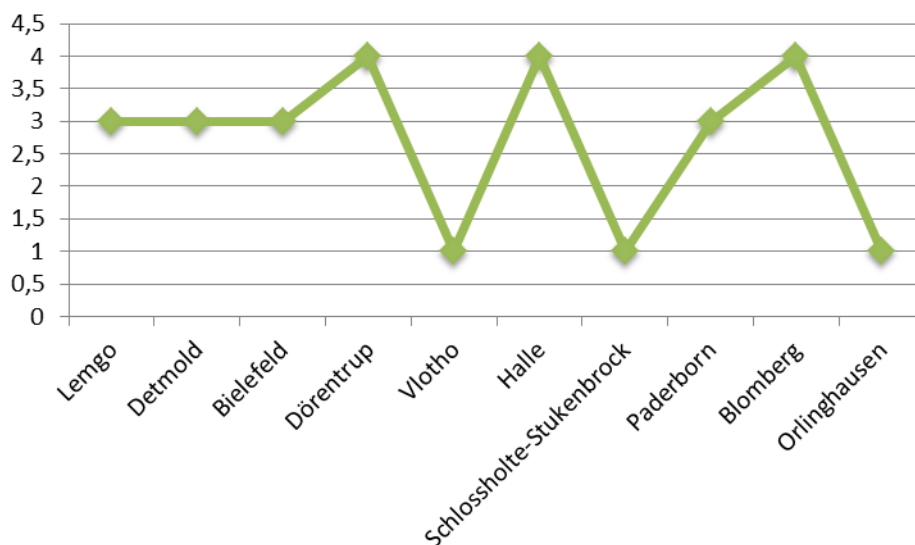


Abbildung 125: Frequentierung der Ziele anhand der gebuchten Fahrten

Bei itelligence zeigt sich ganz deutlich, dass es am Zielhafen bei über 70% der gebuchten Fahrten überhaupt nicht möglich war eine Ladung vorzunehmen, da keine Reservierung der Ladesäule möglich war. Das Verhältnis wurde natürlich dadurch verschlechtert, dass knapp 60 % der Fahrten zu freien Adressen gingen.

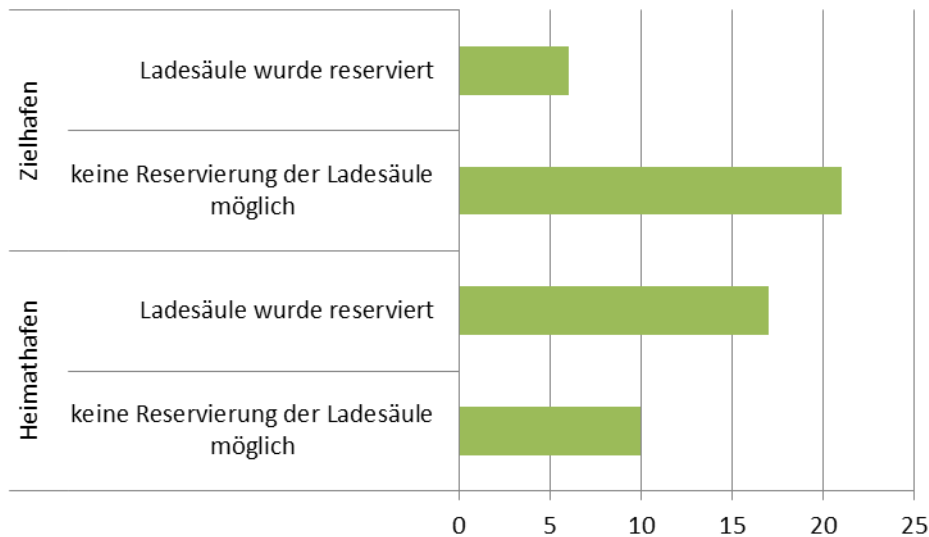


Abbildung 126: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule

5.5.4 Hochschule Ostwestfalen-Lippe

Die Hochschule Ostwestfalen-Lippe standen während des Feldversuches zwei Elektrofahrzeuge zur Verfügung. Insgesamt betrachtet, war bei der Hochschule der Zeitraum des Versuches am kürzesten, da das Projektcarport erst Mitte 2016 fertiggestellt wurden konnte. In dem verkürzten Zeitraum fand allerdings eine sehr intensive Nutzung des Buchungsportals statt. So konnten 3623 km zurückgelegt werden. Hier hat sich gezeigt, dass gerade diese Verbindung nach Lemgo häufig gefahren wurde. Die durchschnittliche Streckenlänge lag bei 41,64 km. Knapp 2/3 der zurückgelegten Kilometer wurden zu freien Adressen und nicht zu Projektcarports gebucht, da die Teilnehmer die Fahrzeuge nicht nur ausschließlich für Werksverkehre genutzt haben, sondern auch am Wochenende und am Feierabend für private Zwecke. Dabei sollte geguckt werden, ob der Ansatz des Dual Use in diesem Zusammenhang auch funktionieren kann.

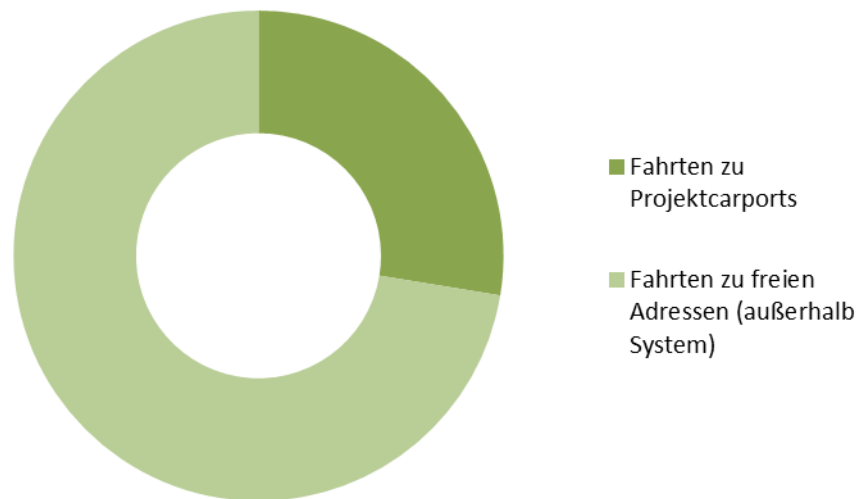


Abbildung 127: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports bei Hochschule OWL

Da es sich am Anfang der Erprobungsphase gezeigt hat, dass der Twizy sehr selten gebucht wurde, wurde entschieden, den Twizy gegen einen E-UP auszutauschen.

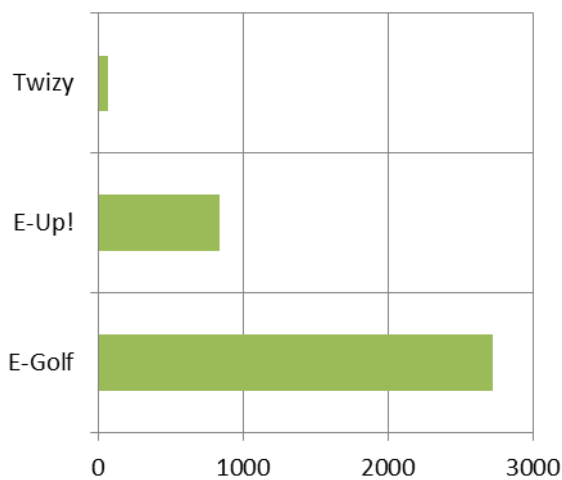


Abbildung 128: Häufigkeit der Fahrzeuge bei Hochschule OWL

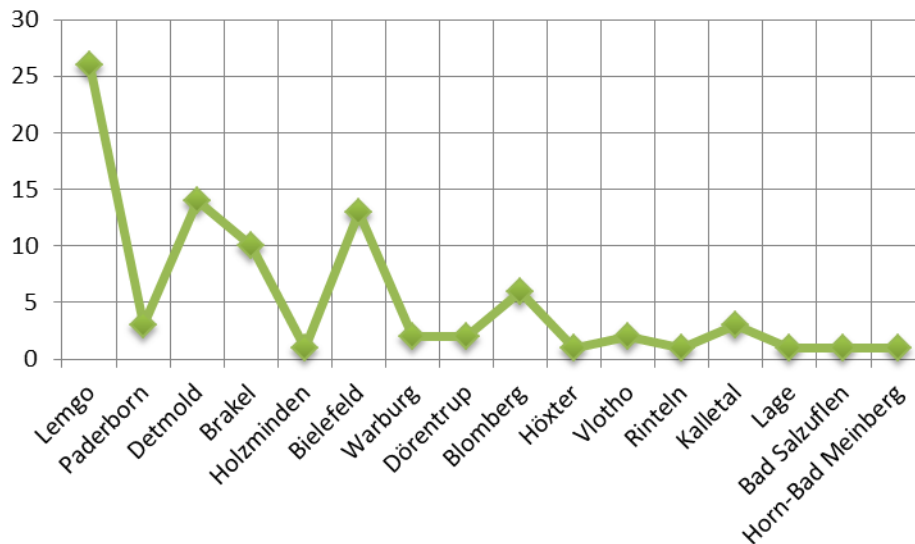


Abbildung 129: Frequentierung der Ziele anhand der gebuchten Fahrten

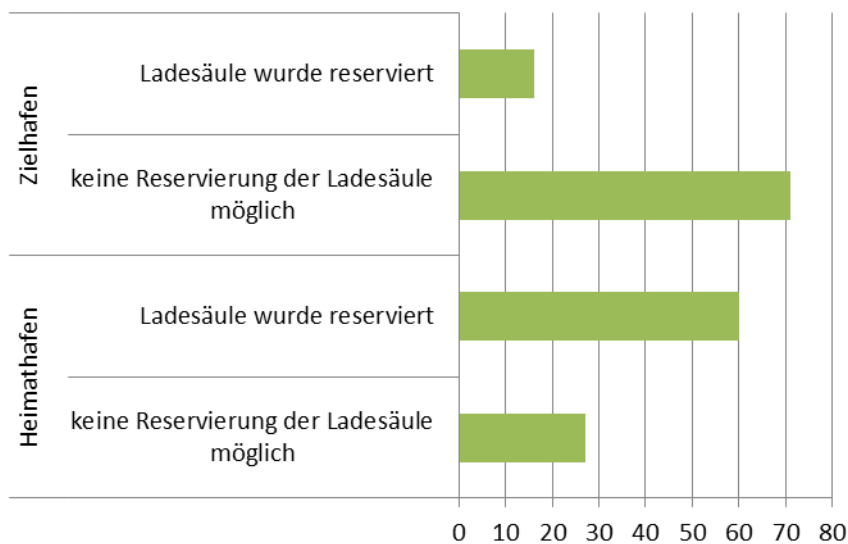


Abbildung 130: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule

5.5.5 Fraunhofer IOSB-INA

Dem Forschungspartner Fraunhofer IOSB-INA stand während der Erprobungsphase ebenfalls nur ein Elektrofahrzeug zur Verfügung. So wurden insgesamt über das Buchungsportal 745 km zurückgelegt und durchschnittlich betrug die Strecke 28,63 km. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass fast ausschließlich nur Projektparports als Ziele ausgewählt wurden.

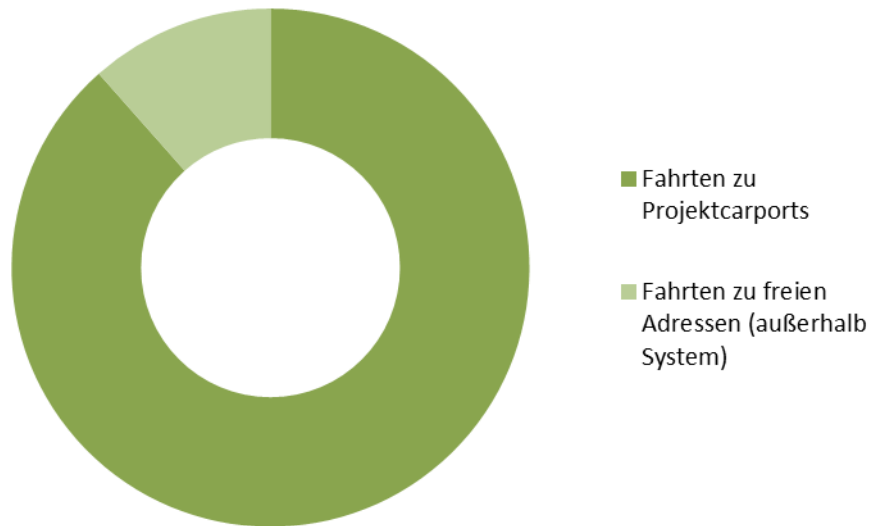


Abbildung 131: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports bei Fraunhofer IOSB-INA

Allerdings unterscheidet sich Fraunhofer bei der Betrachtung „Reservierung der Ladesäule am Heimathafen“ stark von den anderen. Wie in der folgenden Abbildung ersichtlich wird, konnten am Heimathafen keine Ladesäule reserviert werden. Dies liegt daran, dass Projektcarports nur einem Mandanten zu geordnet werden können. Da das inIT und Fraunhofer in der gleichen Adresse beheimatet sind und sich ein Carport teilen, musste das Carport einem Projektpartner zugeordnet werden. Dies hatte zur Folge, dass die Mitarbeiter nie die Möglichkeit hatten direkt am Heimathafen zu laden. So mussten die Teilnehmer nach der eigentlichen Reise noch eine Reise zum inIT buchen, damit auch eine Reservierung der Ladesäule möglich war.

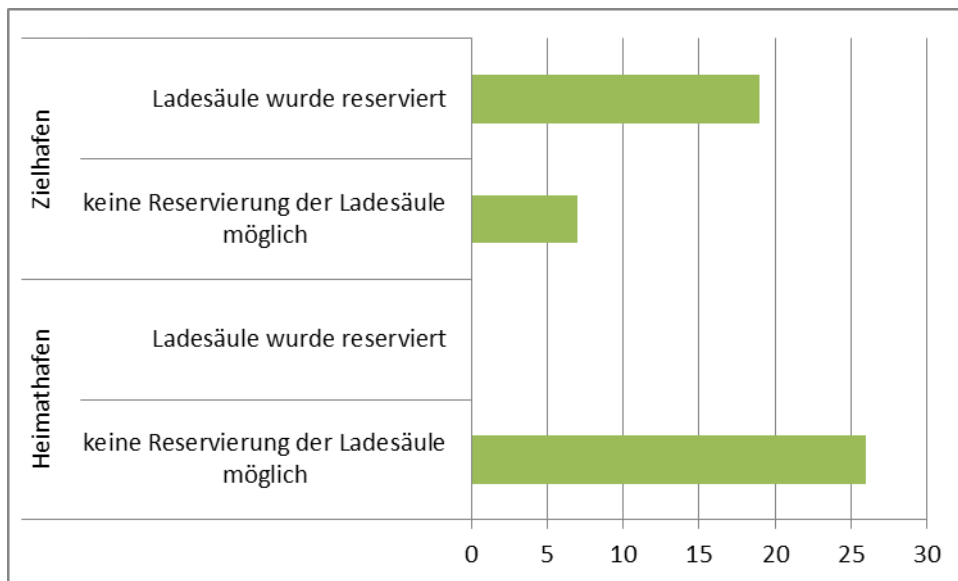


Abbildung 132: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule

5.5.6 inIT

Ähnlich wie beim Forschungspartner Fraunhofer stand dem inIT während des Feldversuches auch nur ein Elektrofahrzeug zur Verfügung. So wurden insgesamt über das Buchungsportal 650 km zurückgelegt und durchschnittlich betrug die Strecke 27,26 km. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass beim inIT fast ausschließlich nur Projektcarports als Ziele ausgewählt wurden. So ist auch die Hohe Quote zu sehen, dass zu $\frac{3}{4}$ immer möglich war eine Ladesäule zu reservieren.

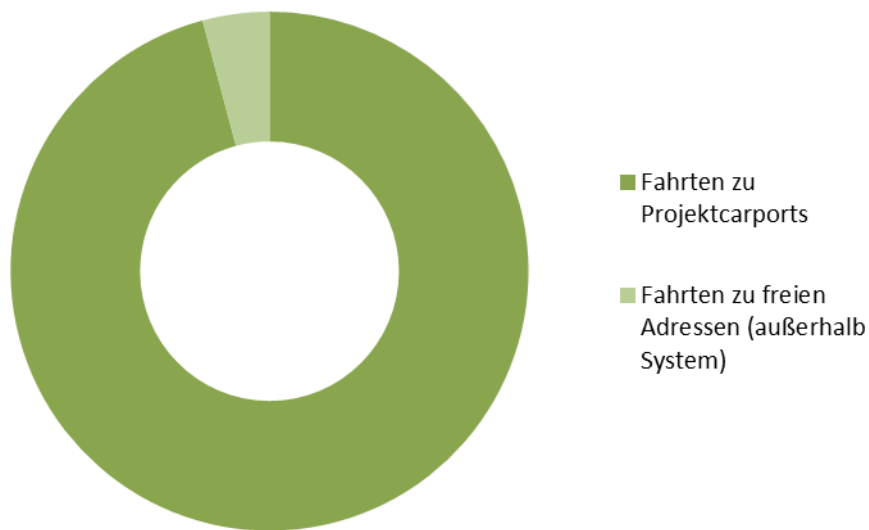


Abbildung 133: Vergleich Fahrten freien Adressen und Projektcarports beim inIT

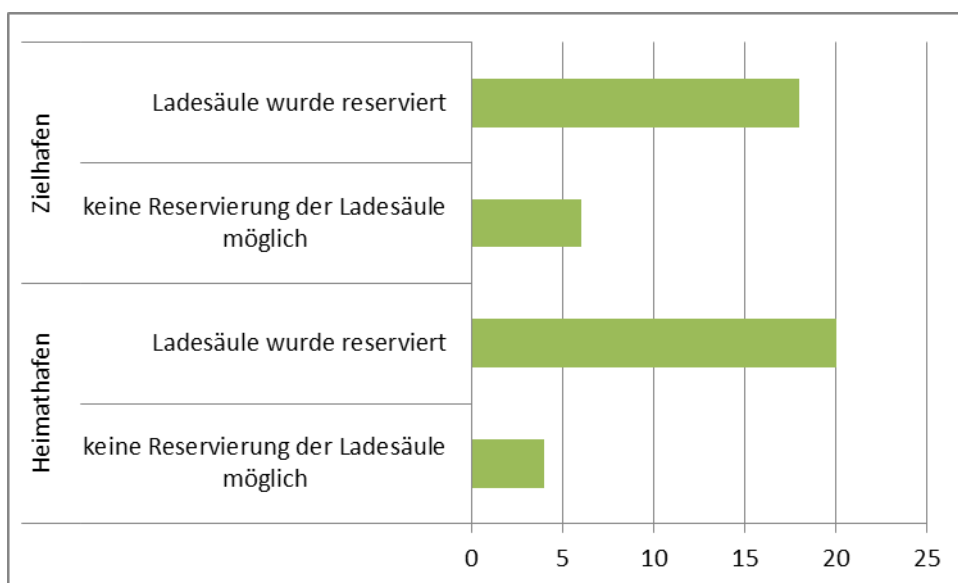


Abbildung 134: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule

5.5.7 Kannegiesser

Den Teilnehmern von Kannegiesser standen im Buchungsportal jeweils zwei elektrisch angetriebene Fahrzeuge und zwei klassisch angetriebene Verbrennermotoren zur Verfügung, so dass insgesamt 4518 km über das Portal zurückgelegt wurden. Betrachtet man ausschließlich die Kilometer, die elektrisch gefahren wurden, beläuft sich dies auf knapp 1394 km. Festzustellen war, dass die klassisch angetriebenen Fahrzeuge fast ausschließlich nur dann benutzt wurden, wenn die Reichweite eines Elektroautos nicht ausreichend war.

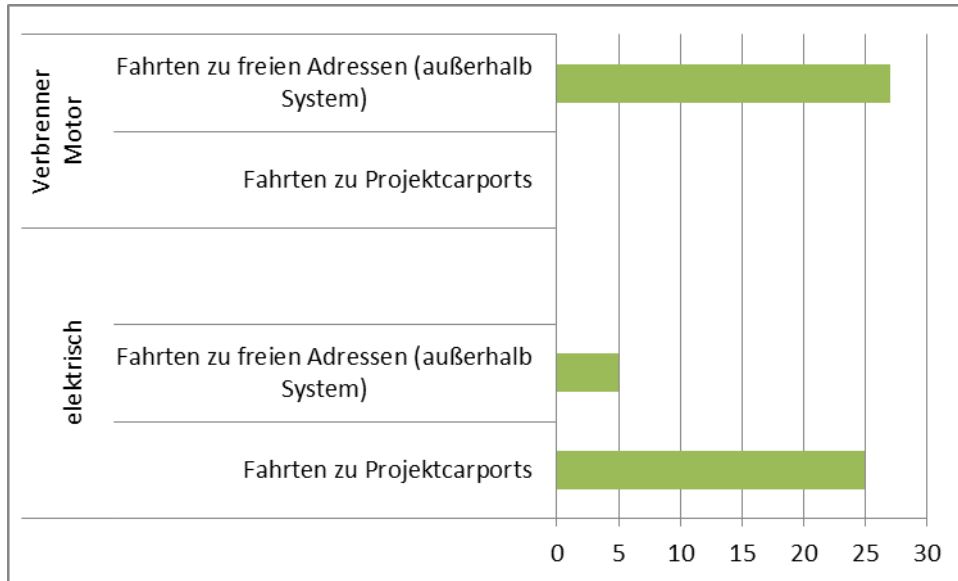


Abbildung 135: Verteilung der Reservierungen der Ladesäule

Es wurden mit den Elektrofahrzeugen durchschnittlich 47 km zurückgelegt und mit dem klassischen Verbrennermotor 116 km.

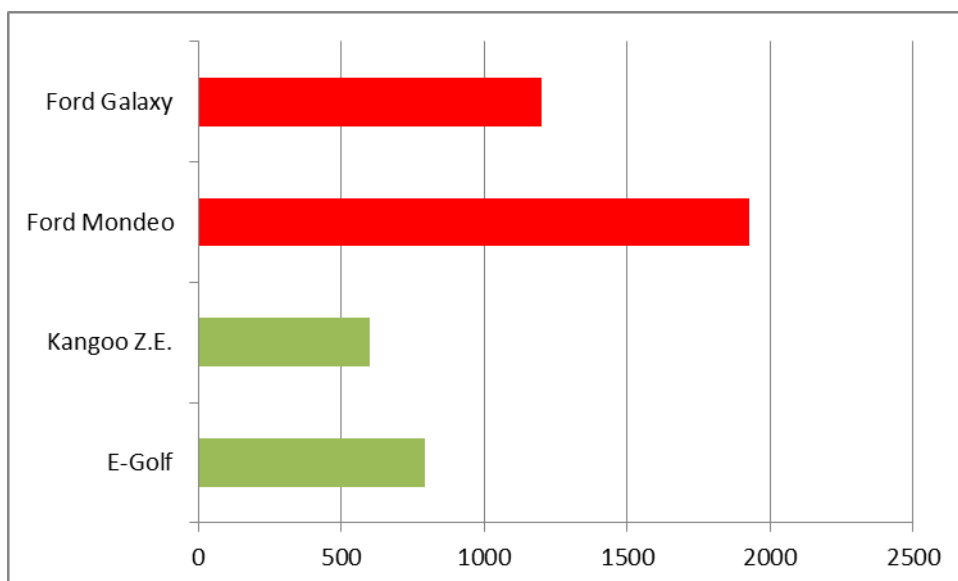


Abbildung 136: Vergleich zurückgelegte Kilometer (Fahrzeug bezogen)

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu

Kannegiesser

inIT

itelligence

5.6 Statistiken vom ESP-EMS

Der folgende Abschnitt betrachtet die Daten, die jeweils vom ESP-EMS an den unterschiedlichen Standorten zwischen Januar und Oktober 2016 aufgezeichnet wurden. Dies ermöglicht eine statistische Beurteilung des Gesamtsystems im Hinblick auf die Zielsetzung zur Nutzung eines hohen Anteils regenerativ selbst erzeugter Energie. Das Ergebnis ist eine Zusammensetzung aus den Bausteinen PV Erzeugung, Batteriespeicher und optimierter Ladesteuerung.

Abbildung 137 zeigt die Verteilung der Lademengen der ausgezeichneten Ladevorgänge an allen Standorten. Es zeigt sich, dass bei einem Großteil der Ladungen weniger als 15 kWh zugeladen werden mussten. Vergleicht man diese Ladungen mit der in den Carports verbauten Batteriespeichern zeigt sich, dass sich somit ein großer Teil der Ladungen bereits mit der gespeicherten realisieren lassen. Dadurch ist potentiell ein hoher Anteil regenerativer Ladeenergie möglich; auch über Nacht.

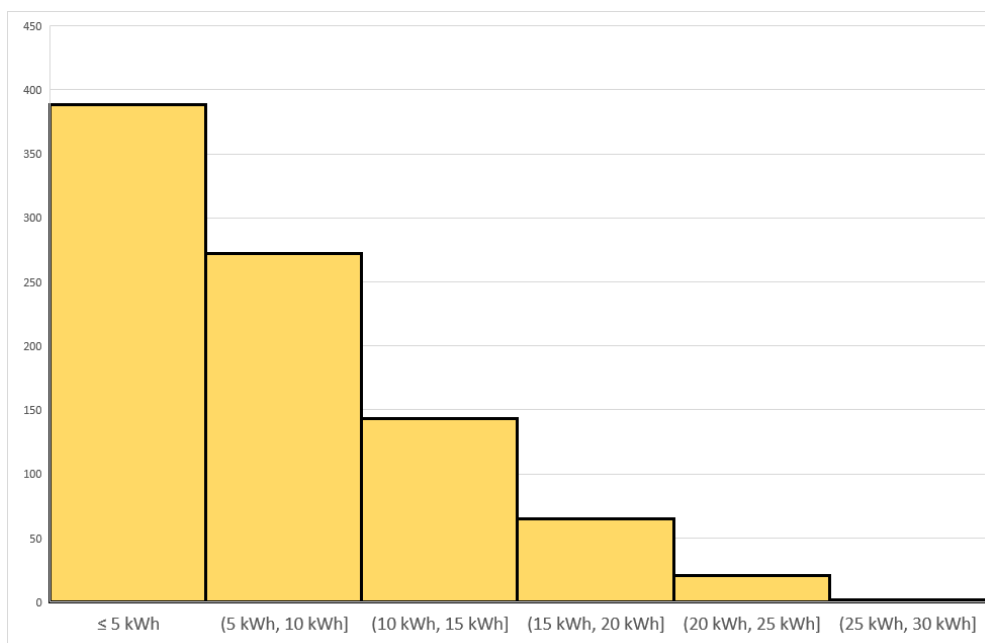


Abbildung 137: Verteilung der Lademenge der aufgezeichneten Ladevorgänge

Abbildung 138 zeigt den Anteil an netzbezogener und eigenerzeugter Energie in den aufgezeichneten Ladevorgängen. In der Jahresbilanz zeigt sich, dass über 70% der Energie eigenerzeugt wurde. Der Monatsvergleich zeigt eine für die Photovoltaikerzeugung typische Kurve, bei der der Anteil der regenerativen Energie in den Sommermonaten über dem der Wintermonate liegt. Der höhere Anteil der Ladungen ab Juli ist nicht auf die Energieerzeugung zurückzuführen, sondern führt aus der Testphase heraus. Allerdings lässt sich damit auch erkennen, dass sich die Jahresbilanz durch viele Fahren im Winter potentiell stark verringern würde. Hier lassen sich die Fahrten somit nicht mit reiner eigenerzeugter Energie realisieren.

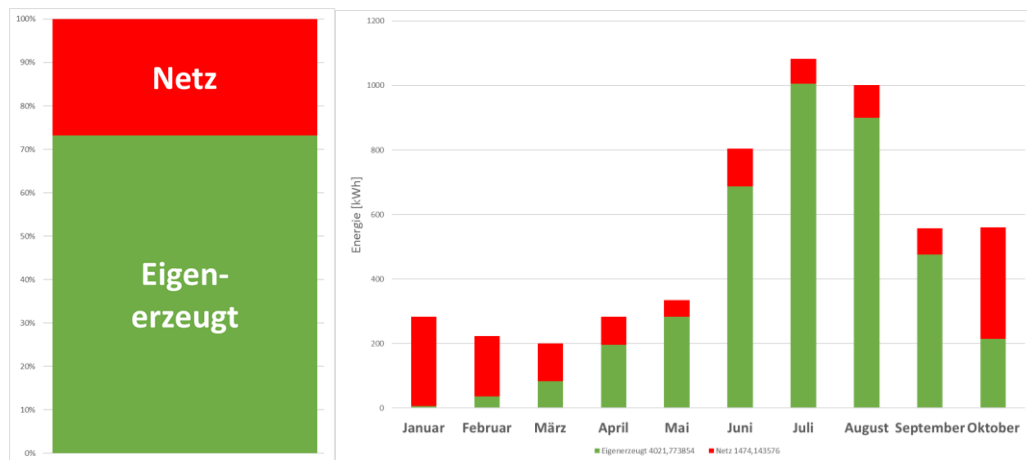


Abbildung 138: Anteil an eigenerzeugter und netzbezogener Energie bei den Ladevorgängen

Abbildung 139 zeigt das Green-Energy-Ratio der aufgezeichneten Ladungen über die Monate verteilt. Die grauen Punkte stellen jeweils das Green-Energy-Ratio einer einzelnen Ladung dar, während die grüne Linie den gleitenden Durchschnitt darstellt. Auch hier ist zu erkennen, dass die Ladungen in den Sommermonaten einen höheren Anteil eigenerzeugter Energie beinhalten.

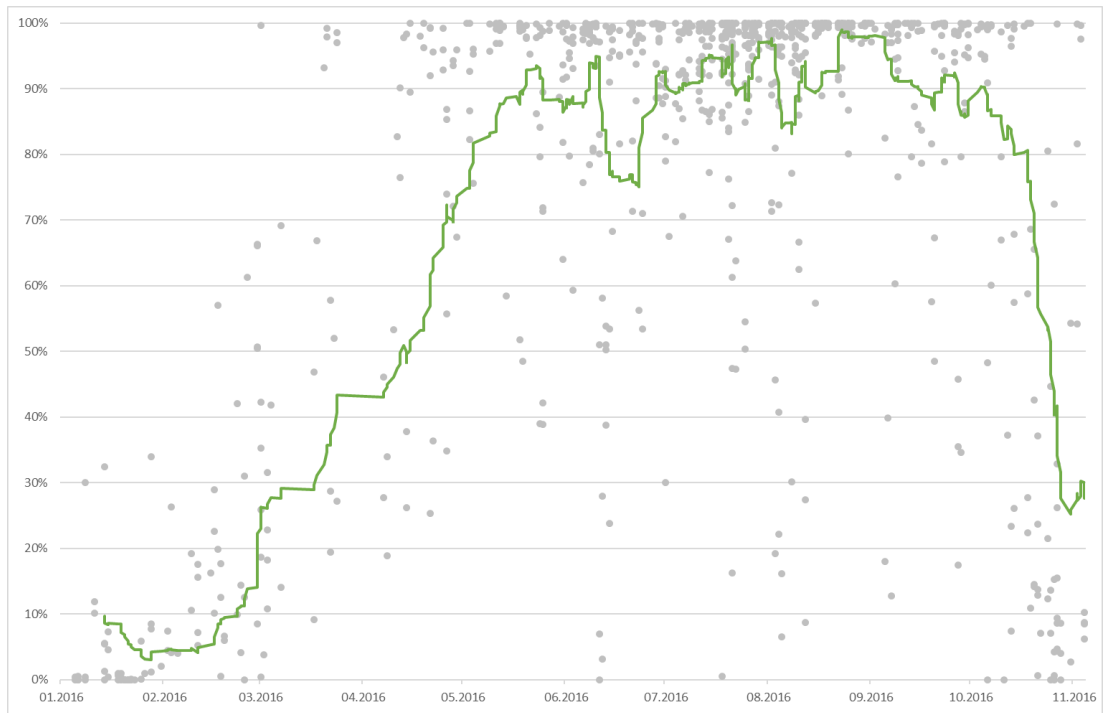


Abbildung 139: Verteilung des Green-Energy-Ratios über das Jahr

Abbildung 140 zeigt die aggregierte Verteilung des Green-Energy-Ratios über die aufgezeichneten Ladevorgänge. Es zeigt sich, dass in ca. 2/3 der Ladungen ein Green-Energy-Ratio von >90% erreicht werden konnte. In 3/4 der Ladungen wurden mindestens 50% eigenerzeugte Energie benutzt.

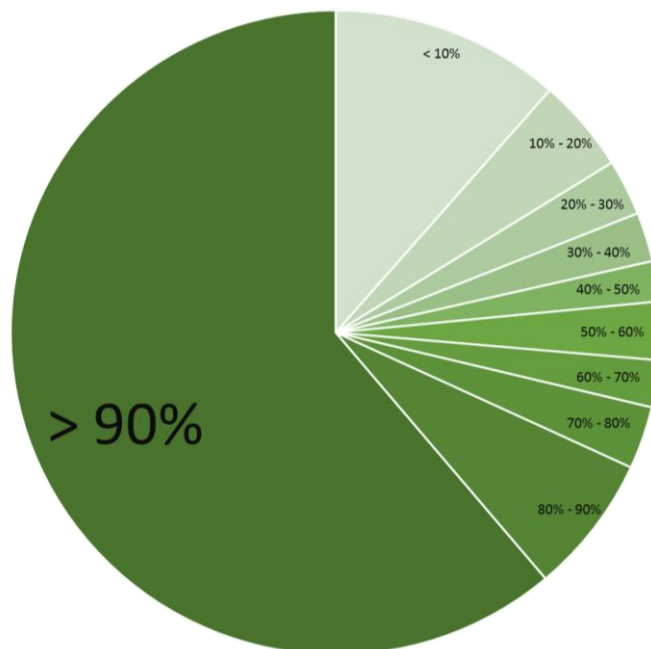


Abbildung 140: Verteilung der Ladungen, gruppiert nach dem Green-Energy-Ratio

Verantwortlichkeit

inIT

5.7 Exkurs: Staplerladung durch Kannegiesser und OWITA

Die Grundfunktion der Staplerladung ist gegeben und die Erweiterung der Speicherkapazität des Energiestellplatzes wird somit möglich. Es konnte gezeigt werden, dass durch die Rückspeisung aus der Staplerbatterie eine höhere Ladeleistung am Energiestellplatz ohne bzw. mit geringerer zusätzlicher Energieentnahme aus dem Versorgungsnetz erreicht werden kann. Im Automatik-Modus erfolgt die Steuerung der Energieverteilung vollkommen automatisch und ohne Zutun eines Bedieners.

Ein groß angelegter Feldtest mit einer Vielzahl an (Lithium-Batterie-)Staplern war nicht möglich, da bisher nur ein Hochhubwagen mit Lithium-Batterie vorhanden ist und die Marktsituation erst in den nächsten Jahren herkömmliche Stapler mit Lithium-Batterien verfügbar macht. Durch Anschaffung solcher Stapler ließe sich die verfügbare Energie vervielfachen und damit der Nutzen des Systems weiter verbessern.

Praktische Erfahrung aus dem Feldtest:

Im Folgenden wird ein Anwendungsfall beschrieben bei dem durch die Stapleranbindung die Ausnutzung der verfügbaren erneuerbaren Energie (auf dem Display „grüne“ Energie) verbessert wird: Es werden gleichzeitig zwei Elektroautos am Energiestellplatz geladen; die Gesamtladeleistung beträgt ca. 9,6 kW. Die Solarmodule stellen 3,2 kW zur Verfügung, während aus dem Speicher im Energiestellplatz 4,4 kW entnommen werden. Der restliche Energiebedarf (ca. 2 kW) wird aus dem öffentlichen Energienetz gedeckt.

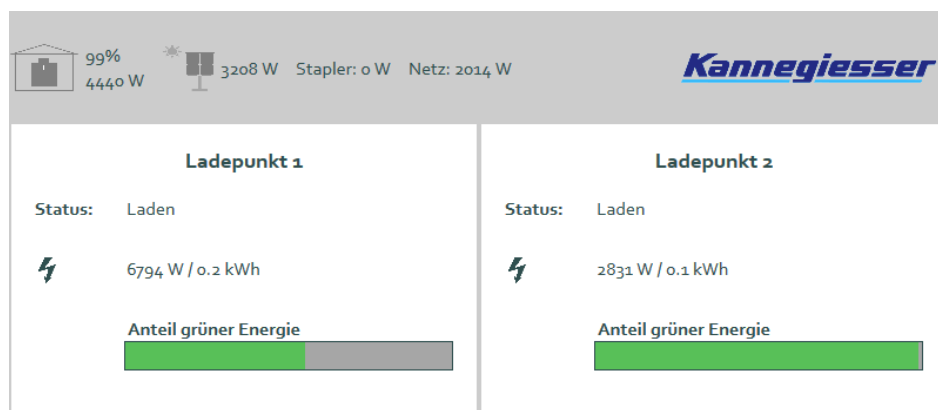


Abbildung 141: Display des Energiestellplatz, Netzbezug ca. 2 kW, Stapler 0 W

Wenn die Stapleranbindung nun in den Automatikmodus versetzt wird und ein hinreichend geladener Lithium-Akku angeschlossen ist, beginnt die Stapleranbindung mit der Energierückspeisung. Ein positiver Effekt wird dadurch erreicht, dass durch

die Verwendung des Automatikmodus die Staplerbatterie zuvor mit „grüner“ Energie geladen wurde.

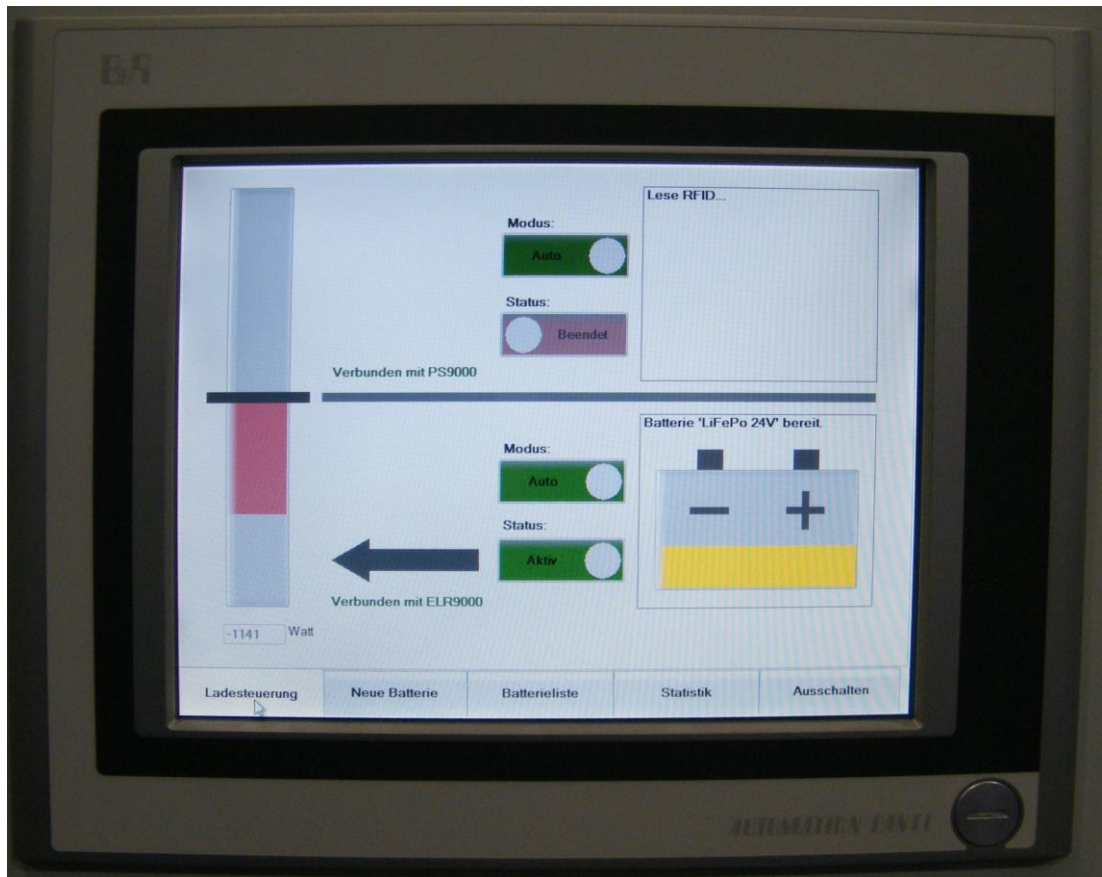


Abbildung 142: Ansicht des Displays der Stapleranbindung, Rückspeisung ist aktiv

Durch die Rückspeisung aus der Staplerbatterie wird der Netzbezug reduziert, dies ist in Abbildung 144 ersichtlich. Mit größeren Staplerbatterien ist in Zukunft mit dem vorhandenen System eine Rückspeiseleistung bis zu 7 kW möglich.

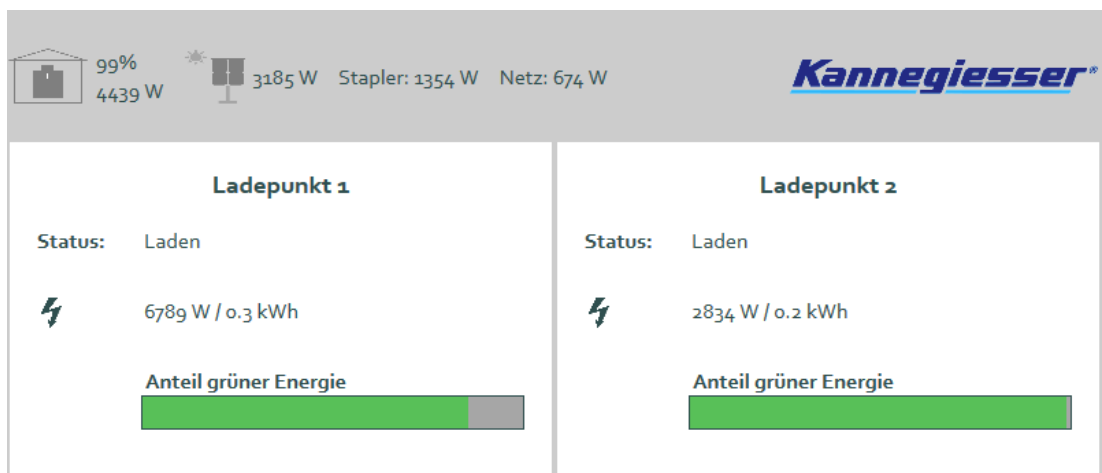


Abbildung 143: Display des Energiestellplatz, Netzbezug ca. 0,65 kW und Staplerrückspeisung ca. 1,35 kW

Folgende Verbesserungsmöglichkeiten wurden entdeckt:

1. Wenn vom Energiestellplatz eine Rückspeiseleistung angefordert wird, die höher ist als die zulässige höchste Rückspeiseleistung der Staplerbatterie, kommt es zu einem Schwingen der Rückspeiseleistung. Dies kann durch verbessern der Abstimmung zwischen Energiestellplatz-EMS und der Stapleranbindung abgestellt werden.

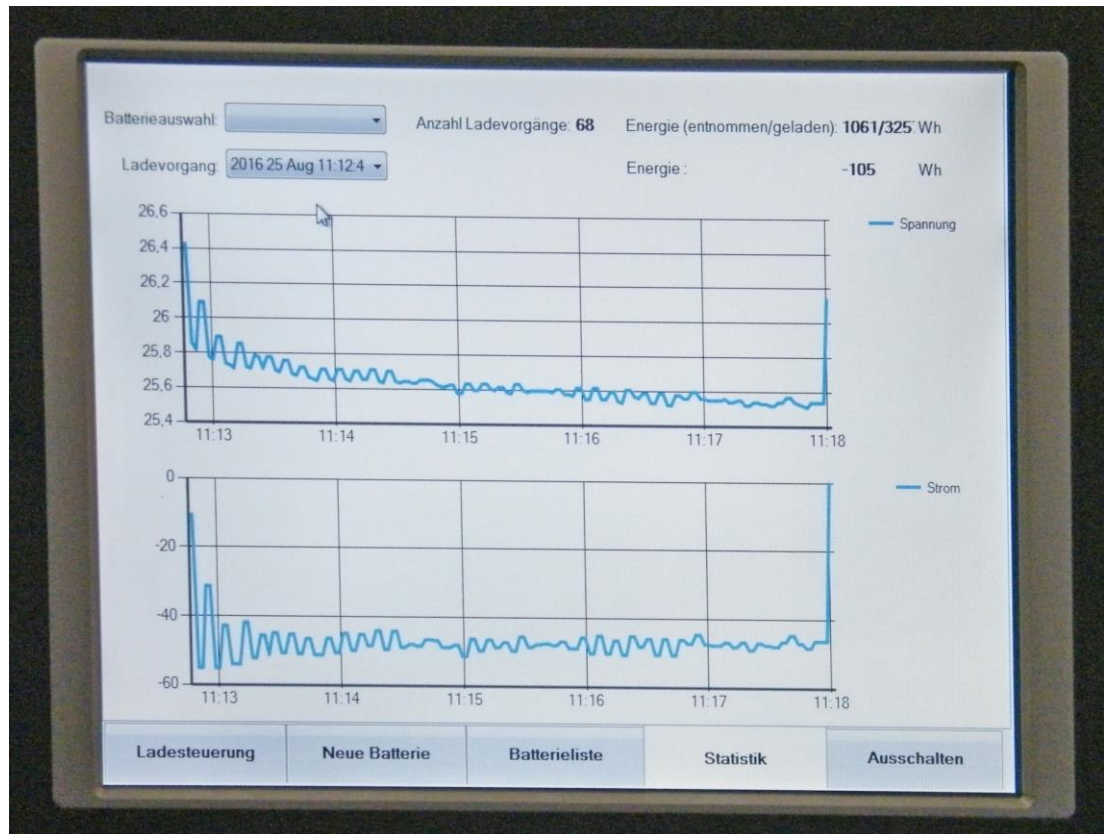


Abbildung 144: Schwingen der Energieentnahme aus der Staplerbatterie

2. Eine Messung der tatsächlichen Energieflüsse zwischen Energiestellplatz und Stapleranbindung durch ein geeignetes Messgerät. Dies würde helfen, das in Punkt 1 beschriebene Verhalten zu verbessern und die Bilanzierung genauer zu machen, da auch Standby-Ströme und Energie-Eigenbedarf berücksichtigt werden können.

5.8 Erkenntnisse aus dem MMS (Buchungsportal) und Nutzerbefragung

Grundsätzlich sind das Angebot und das Buchungsportal gut bei den Teilnehmern angekommen. Allerdings zeigte sich, dass die Usability von der OBU und vom Buchungsportal verbessert werden sollte. Dies wurde bereits während der Erprobungsphase durch kontinuierliche Verbesserungen gemacht, aber konnte letztendlich nicht mehr vollständig erfolgen, z.B. ist es im Buchungsportal nicht möglich eine bereits erstellte Reise zu bearbeiten. Sollten sich kurzfristig die Reisezeiten ändern, muss die Reise erst storniert und dann wieder neu erstellt werden. Zudem ist es nicht möglich Zwischenziele in die Reise einzubinden. So kommt es doch öfters vor, dass Mitarbeiter von A nach B nach C fahren und dann erst zum Heimathafen zurückkehren. Dies ist mit dem System so im Moment nicht möglich. Darüber hinaus konnte einige Ladungen trotz Reservierung nicht durchgeführt werden, weil die Ladeplätze noch belegt waren. Hier müsste bestimmt werden, wer eine Erinnerungsmail bekommt, dass das Elektrofahrzeug vom Ladeplatz zu entfernen ist. Die Bildschirmanpassung auf die Endgeräte müsste ebenfalls überarbeitet werden.

In der Erprobungsphase musste parallel zum Buchungsportal auch noch manuell das Fahrtenbuch des Fahrzeuges geführt werden. Zukünftig müsste dies auch über das Buchungsportal automatisch geführt werden. Dies würde auch zukünftige Auswertungen und Analysen des Fuhrparks erleichtern.

Durchweg haben die Teilnehmer ein positives Fazit gezogen. Trotz anfänglicher Probleme habe die Teilnehmer gerne das E-Fahrzeug für Ihre Dienstfahrten genutzt und das eigene PKW, mit klassischem Antrieb, stehen lassen.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

5.9 Bewertung der einzelnen Komponenten/Produkte

5.9.1 MMS durch itelligence

Erwartungsgemäß haben sich im Feldtest einige Herausforderungen im MMS und dessen naheliegender Infrastruktur ergeben.

Ein Aspekt, der weitreichende Auswirkungen auf die Planung von Reisen im MMS hatte, war der **Austausch der OBUs unter den Projektpartnern** aufgrund von Aspekten wie unzureichende Anzahl OBUs zu Beginn der Testphase oder fehlerhafter Zuordnung im System. Offensichtlich mögliche Reservierungen (Fahrzeug ist zum zu reservierenden Zeitpunkt und Ort verfügbar, Restreichweite i.O.) schlugen fehl oder (erwartete) Fahrzeuge wurden gar nicht erst angezeigt.

Der **fehlende Zugriff auf den Fahrzeugbus** erschwerte den Aspekt der Reservierung zusätzlich und machte das Gesamtsystem ungenau. Verlässliche Fahrzeuginformationen wie zum Beispiel Restreichweite vor, während und nach der Fahrt waren nicht greifbar. In der Testphase versuchte man in diesem Fall, um einen annähernd korrekten Wert zu erhalten, die Restreichweite händisch vom Fahrer nach der Fahrt über die OBU einzutragen.

Die **OBU** hatte im Testbetrieb einen ebenso großen Einfluss auf das Managementsystem. So zum Beispiel durch Ausbleiben von (verlässlichen) Daten aufgrund im Unterpunkt ‚OBU‘ beschriebener Aspekte.

Weiterhin hatte man zum Zeitpunkt der Beantragung keine Kenntnis davon, dass zur **Trennung von Test- und Produktivsystem** weitere sehr kostspielige Ressourcen notwendig gewesen wären. So hatte jede einzelne Entwicklung eine potentielle Auswirkung auf bereits entwickelte Komponenten. Diese Tatsache erschwerte zum einen die Fehlersuche, was durch sehr lange Wartezeiten die Frustration der Nutzer in der Testphase erhöhte. Zum anderen mussten bereits entwickelte Funktionalitäten, erneut aufgebaut werden, was den Frustrationsgrad der Nutzer nochmals erhöhte.

Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, den **Rahmen der Testfahrten** zu definieren. Der Projektauftrag sah Fahrten im Waren- und Wirtschaftsverkehr vor. Diese wurden von den Projektpartnern auch weitgehend abgedeckt. Um das System jedoch ausreichend zu testen, involvierte man zusätzliche Testfahrer vom Kreis Lippe. Damit befand man sich jedoch unvorhergesehen im Carsharing des Kommunalverkehrs, welches das Managementsystem zu dem Zeitpunkt nicht vorsah. Somit musste das System in der Testphase mehrfach an verschiedene Einsatzszenarien angepasst werden. So wurden beispielsweise ‚externe Adressen‘ hinzugefügt.

Der **Faktor ‚Mensch‘** spielte im Laufe der Testphase eine zunehmend große Rolle, was der reibungslosen Funktionsweise des Gesamtsystems nicht grundsätzlich nützte. Aspekte wie Verlässlichkeit und Fehlerhäufigkeit spielten bei nachfolgenden Punkten eine übergeordnete Rolle:

- Anschluss des Ladekabels
- Registrierung im System
- Reservierung/Buchung
- Reservierung (anstatt Ad-hoc reise)
- Eingabe Restreichweite
- OBU aktiv (nicht ausgeschaltet)
- Nutzung der Fahrzeug-RFID zum Laden (anstatt Gästekarten, wenn nicht notwendig)

Zudem brachte die lange **Projektlaufzeit** von 3 Jahren einige Herausforderungen mit sich. So stellte sich im Projektverlauf beispielweise heraus, dass die bei Beantragung neuartige HANA Datenbanktechnologie ein integriertes **Reporting** ermöglicht. Der beantragte Business Objects Server war somit nicht mehr notwendig, dadurch jedoch zusätzliche personelle Ressourcen für die Modellierung der Datenstrukturen und der Oberfläche.

5.9.2 OBU durch OWITA

Erwartungsgemäß haben sich beim Feldtest Fehlfunktionen der OBU gezeigt. Diese Schwierigkeiten zeigten sich in der Implementierung, der Usability, aber auch in infrastrukturellen Problemen.

Die Probleme mit der Infrastruktur betrafen vor allem das Mobilfunknetz, welches im ländlichen Raum lückenhaft ausgebaut ist. Dadurch konnten dem MMS nicht immer zeitnah alle notwendigen Informationen übertragen werden. Da zum Beispiel um das Innovationszentrum in Dörentrup der Mobilfunk im gewählten Netz kaum möglich ist, verzögerten sich die entscheidenden Informationen über die Ankunft am Ziel und den Reservierungsstatus.

Weitere Hürden, welche sich in der Usability äußerten, waren unter anderem eine Ablenkung der Fahrer, aber auch eine zu kleine Akkukapazität. Um die Smartphones auch nach einem Wochenende einsatzbereit zu haben, wurde die zu geringe Kapazi-

tät durch sogenannte Powerbanks gepuffert. Dies führte aber zu einem weiteren Problem der Usability: Die Erkennung des Fahrtendes durch die abgeschaltete Spannungsversorgung beim Ausschalten der Zündung war nicht mehr möglich. Dadurch muss der Nutzer entweder mehrere Minuten auf die Erkennung warten oder die Fahrt manuell beenden. Wird dies vergessen, muss die Abfrage nach dem Reservierungsstatus und der Restreichweite beim Start der nächsten Fahrt nachgetragen werden. Hierfür wurde die Abfrage der Restreichweite präsender platziert und wird wiederholt angezeigt, bis die Daten eingegeben wurden.

Neben diesen Punkten sind auch Implementierungsfehler aufgetreten. Ein schwerwiegendes Problem äußerte sich zum Beispiel durch sporadisch fehlende Datensätze. Hierfür war eine fehlerhafte Fehlerfallbehandlung in der App verantwortlich, wodurch die nicht korrekt übertragenen Datensätze gelöscht und nicht neu übertragen wurden. Fehlende Datenübertragungen waren auch auf Sperrungen der Benutzerkonten zurückzuführen, da nach einem Update der Benutzerdaten nicht alle Telefone direkt das notwendige Update installiert hatten.

Durch den Updateservice, über welchen sich neue Versionen der App auf den Telefonen installieren lassen, konnten die gefundenen Fehler jedoch zeitnah behoben werden.

5.9.3 Energiestellplatz durch Kannegiesser

Da am Anfang noch nicht alle Komponenten für den ESP zur Verfügung standen, war es nicht einfach, einen funktionalen Schaltschrank, der alle Anforderungen erfüllt, zu entwickeln. Aus den gewonnenen Erkenntnissen des Prototypen, der bei der Fa. Kannegiesser steht, erfolgte noch ein Redesign des Steuerschranks und der internen Anordnung der einzelnen Elektrokomponenten. Dadurch ist der Aufbau und die Inbetriebnahme an den einzelnen Standorten erheblich reduziert worden.

Die Bauart und die Dachneigung von 10° erwiesen sich als optimal. Die errichteten Carports haben auf das Jahr gesehen, fast alle die gleichen Erträge, dies unabhängig von der Himmelsausrichtung. Die Differenzen der Carports $<5\%$ entstehen nur durch Verschattungen (Schornstein, Laternenmast und Bäume). Es gibt Jahreszeiten wo diese nicht störend wirken, da sind die Erträge dann identisch.

Der Betrieb bei Störungen in der öffentlichen Netzversorgung ist für eine gewisse Zeit (abhängig von der Restkapazität der Speicherbatterie) möglich. In diesem Fall

schaltet der ESP im Inselbetrieb um und lädt weiterhin das angeschlossene Auto um die Mobilität weiterhin zu gewährleisten.

Um den Wirkungsgrad der Speicherbatterie zu erhöhen, ist es sinnvoll, diese in einem beheiztem Raum $>10^{\circ}\text{C}$ zu stellen. Denn die Speicherkapazität lässt bei tieferen Temperaturen stark nach. Dieser Effekt ist auch bei den Elektroautos zu beobachten. Der Testbetrieb hat ergeben, dass der Stecker Typ 2, die Schukosteckdosen, das Display und der RFID Kartenleser sich in einer ergonomisch optimalen Position befinden. Selbst bei Regen ist eine Ladung der Autos kein Problem, weil sich diese Bauteile alle in einem geschützten Bereich befinden.

5.9.4 AC u. DC Ladetechnik durch Phoenix Contact

Die Umsetzung und Bereitstellung der AC-Ladetechnik verlief ohne größere Probleme, entsprechende Module konnten zeitgerecht bereitgestellt und in Betrieb genommen werden. Auftretende Fehler waren in der Regel Verdrahtungsfehler und konnten rasch abgestellt werden. Unterschiedliche Fahrzeuge konnten im Laufe des Projektes geladen werden, Interoperabilitätsprobleme wurden nur teilweise beobachtet und konnten durch Tausch der Ladekabel beseitigt werden. Die Leistungsaufnahme Fahrzeuge konnte entsprechend der Norm IEC 61851-1, Annex A über das CP-Signal bei allen Fahrzeugen gesteuert werden, ein Indiz dafür, dass der Standard inzwischen bei den Fahrzeugherstellern und Anbietern von Ladetechnik robust umgesetzt wird.

Nachteilig ist in diesem Zusammenhang, dass viele Fahrzeuge nur mit einphasigen on-board Ladegeräten mit einem maximalen Ladestrom von 16A ausgerüstet sind. Dieses reduziert die AC Ladeleistung auf den Bereich 0 kW und dann wieder 1,4 kW bis 3,7 kW, da 6A Ladeleistung das normative Limit sind, welches sich über das PWM-Signal einstellen lässt. Die Möglichkeiten des Last- und Energiemanagement sind bei dieser Vorgehensweise eingeschränkt, da hier nicht der Energiebedarf des Fahrzeugs zur Verfügung steht.

Die Implementierung der ISO 15118 konnte hier nur als Proof-of-Concept demonstriert werden, da keine Fahrzeuge am Markt verfügbar sind, die dieses aktuell für das AC-Laden unterstützen. Hier konnten somit nur die technologischen Voraussetzungen geschaffen werden, um diese Kommunikation bei der späteren Verfügbarkeit

entsprechender Fahrzeuge in das System einzubinden. Hierzu sind dann jedoch noch weitere Tests notwendig, da mit entsprechenden Interoperabilitätsproblemen beim Roll-Out zu rechnen ist.

Die Entwicklung der DC-Ladetechnik war durch einige nicht vorhersehbare technische Problemstellungen gekennzeichnet, die im Rahmen des Projektes nicht vollumfänglich gelöst werden konnten. Zum Ende des Projekts konnten DC-Ladevorgänge umgesetzt werden, die geplante Einbeziehung der parallel entwickelten E-Mobility-SPS konnte auf Grund von Verzögerungen in der Produktentwicklung nicht mehr rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden. Ebenso ist die Anbindung an das System EMiLippe noch nicht erfolgt.

5.9.5 Exkurs: Standortanalyse zur Positionierung von e-Car-Ladesäulen im Kreis Lippe für mögliches Roll-out

5.9.5.1 Einführung in die Vorgehensweise

Die methodische Vorgehensweise bei der Standortanalyse zur Positionierung von e-Car-Ladesäulen im Kreis Lippe setzt sich aus zwei zunächst unabhängigen Herangehensweisen zusammen:

- 1.) Suche geeigneter Standorte in Hinblick auf die Erwirtschaftung regenerativer Energien
- 2.) Suche geeigneter Standorte in Hinblick auf die Reichweite von Elektrofahrzeugen innerhalb des Straßenwegenetzes

Beide Fragestellungen werden zunächst als getrennte Analyseverfahren ausgeführt und die jeweils gewonnenen Ergebnisse in einem darauf folgenden Analyseschritt zusammengeführt. Gemeinsame Grundlage beider Untersuchungen bildet die räumlich-geographische Abgrenzung des Untersuchungsgebiets, da sich ansonsten weder Erreichbarkeiten noch resultierende Ergebnisse inhaltlich nachvollziehen lassen [vgl. Fürst, Scholles, 2004, 247-252].⁵³ Das Projekt EMiLippe bezieht sich grundsätzlich auf die Kreisgrenzen der Verwaltungseinheit Lippe, beinhaltet aber dennoch weiter

⁵³ vgl. Fürst, Scholles, 2004

außerhalb gelegene Standorte, wie beispielsweise den Unternehmenssitz der Firma itelligence AG in Bielefeld oder das Unternehmen Kannegießer in Vlotho. Aus diesem Grund wurde als Untersuchungsraum der gesamte Regierungsbezirk Detmold gewählt und nur bestehende Flächen- und Straßenobjekte innerhalb dieser administrativen Grenzen berücksichtigt.

Aus den bisherigen Erkenntnissen des Projekts sind die beiden regenerativen Energiequellen Solarenergie und Windenergie als besonders relevant anzusehen. Ziel der Untersuchung ist es daher, Gebiete räumlich zu identifizieren, die möglichst gute Chancen zur Erwirtschaftung der gewünschten Energieressourcen bieten. Aus diesem Grund wurde auf die amtlichen Geofachdaten des Landes Nordrhein-Westfalen, insbesondere des Landesamtes für Umwelt und Naturschutz, zurückgegriffen.⁵⁴ Im Speziellen wurden die vom Deutschen Wetterdienst statistisch dokumentierten Fachdaten der globalen Sonneneinstrahlung und der Windgeschwindigkeiten in 10m Höhe über Bodenoberfläche für die unter erstens beschriebene Standortanalyse eingesetzt. Eine zusätzliche Verschneidung der so gewonnenen Rauminformationen mit den Siedlungsflächendaten des Regionalentwicklungsplans NRW (Regierungsbezirk Detmold) und den zur Verfügung gestellten ALKIS-Daten des Kreis Lippe ermöglicht eine erste, plausible Lokalisierung möglicher Ladesäulenstandorte unter dem Aspekt der Energieerzeugung an Ort und Stelle.

Um auf die spezifischen Besonderheiten des Projektthemas einzugehen, dient der zweite Analyseschritt einer zusätzlichen Betrachtung der Standortfrage unter dem Gesichtspunkt der tatsächlich relevanten Fahrstrecken aller beteiligten Unternehmen. Hierfür werden verschiedene Aktionsraumprofile definiert, die individuelle, firmenspezifische Wegenetze im Betriebsverkehr zwischen Quell- und Zielpunkt typologisch abbilden.

Zur Ermittlung der wahrscheinlichsten Fahrrouten wird auf die drei Routing-Methoden, Floyd-Warshall, Kürzeste-Wege und Auftragen der empirisch-erhobenen Trackingdaten zurückgegriffen. Auf diese Weise lassen sich eine große Zahl verschiedener Möglichkeiten für unternehmerische Fahrrouten relativ realitätsnah berechnen. Die Modellierung dieser Routen unter Berücksichtigung einer angenommenen Fahrzeugreichweite ergibt ein aussagekräftiges Bild, in welchen Regionen mit einem kritischen Ladestand der Fahrzeugbatterien zu rechnen ist.

⁵⁴ vgl. <http://www.lanuv.nrw.de/>

Beide hier formulierten Analyseschritte beinhalten mehrere Untersuchungskriterien, die nicht unbedingt in gleicher Weise auf das Potential eines Standorts Einfluss nehmen müssen. Um die einzelnen Untersuchungsparameter individuell gewichten zu können, unterstützt eine, als Fragebogen formulierte, Expertenbefragung der Projektbeteiligten die zusätzliche Schärfung der Analyseergebnisse.

Die GIS-basierte Verschneidung der gewonnenen Resultate mit den unter 1. gefundenen Flächen zur regenerativen Energiegewinnung, liefert eine nachvollziehbare Aussage, an welchen Standorten zusätzliche e-Ladesäulen für das Projekt EMILippe denkbar sind.

Auf welchen Grundstückspartellen genau und unter welchen vertraglichen Voraussetzung die Ladesäulen schlussendlich realisiert werden können, bleibt im Einzelfall abzuklären.

5.9.5.2 Kernergebnisse

Im Folgenden wird die Vorgehensweise der Zusammenführung der einzelnen aufgeführten Analyseschritte als *Proof-of-Concept* näher erläutert. Die Untersuchung folgte dabei einer bestimmten Abfolge aufeinander aufbauender Entscheidungskriterien.

5.9.5.3 Vorbereitende Arbeiten

Erste notwendige Arbeitsschritte, sind die Vereinfachung, der für die Untersuchung benötigten Geometrien und die Überprüfung deren geometrischer Gültigkeit. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf georeferenzierte Daten des OpenStreetMap-Projekts zurückgegriffen, da diese einerseits für den gesamten Untersuchungsraum und zum anderen ohne kostenpflichtige oder administrative Aufwände zur Verfügung stehen.

In der Regel sind jedem OSM-Datensatz an vielen Stellen Geometriefehler, die vor der Durchführung weiterer Analysen erst behoben bzw. herausgelöscht werden müssen. Die vektorbasierten Straßendaten weisen zwar eine Fülle räumlich-relevanter Attribute auf, aber an einigen Stellen bestehen keine operablen Kreuzungspunkte. Folglich kann eine Netzwerkanalyse nur mit entsprechendem Fehleraufkommen durchgeführt werden. OSM-Daten besitzen auf Grund ihrer crowd-basierten Zusammenstellung einzelne IDS zu individuellen Multilinienzügen. Das bedeutet, dass ein Straßenabschnitt je nach Trackinglänge ein eigenes Objekt darstellt, das aber ggf. die angrenzenden Straßen nicht als Linienstützpunkt miteinschließt.

Im Rahmen der Vorbereitung werden daher die Multilinienzüge an jedem Vektorlinienschnittpunkt aufgebrochen und in neue Segmente aufgeteilt. So werden aus dem Ausgangslayer mit 132107 Einzelobjekten nach der Trennung insgesamt 228778 Straßenabschnitte. Die vom Kreis Lippe zur Verfügung gestellten ALKIS-Straßendaten sind zwar technisch gesehen auch routing-fähig, allerdings fehlen den Daten wichtige, routing-bestimmende Zusatzinformationen, wie zum Beispiel Einbahnstraßen, Fahrgeschwindigkeiten, und anderen.

5.9.5.4 Erläuterung der Analyseschritte nach Untersuchungskriterien

1.Kriterium:

Die Ladesäulen sollen in besiedelten Gebieten stehen.

Bei der derzeitigen Zahl an Elektrofahrzeugen, kann zunächst von einer e-Ladesäule pro Siedlungsgebiet ausgegangen werden. Bei weiterem Bedarf kann entsprechend der Nachfrage jederzeit nachgerüstet werden. Entsprechend der recherchierten Siedlungsgebiete im Regierungsbezirk Detmold ergibt sich eine maximale Ausgangszahl von 424 Ladesäulen. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Verortung der Ladesäule. Die detaillierte Verteilung innerhalb des Kreises Lippe ist auf die bessere Datenverfügbarkeit durch die ausgehändigten ALKIS-Daten zurückzuführen.

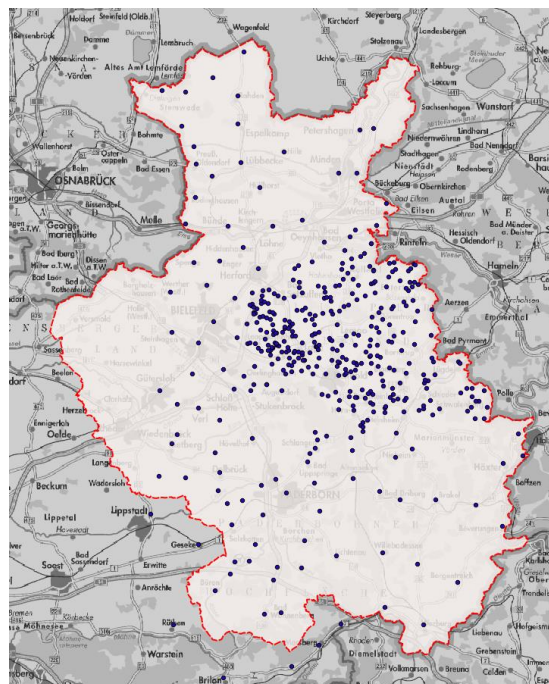


Abbildung 145: Darstellung aller 424 potentiellen Ladesäulenstandorte nach dem Kriterium: Lage in einem Siedlungsgebiet

2. Kriterium:

Es wird davon ausgegangen, dass jedem am EMiLippe-Projekt beteiligten Unternehmen eine Ladesäule auf dem eigenen Werksgelände zur Verfügung steht, die darüber hinaus auch für andere Projektpartner nutzbar und zugänglich ist. Insbesondere in unmittelbarer Umgebung von Detmold besteht eine Häufung von Unternehmensstandorten, wodurch dieser Bereich zumindest keine Notwendigkeit besitzt, zusätzliche Ladesäulen anzuordnen.

Interessanter sind hingegen die kritischen Zonen, innerhalb derer vom Fahrer eine Entscheidung getroffen werden muss, ob er das Fahrzeug „zwischenlädt“ oder nicht. Ausgehend von der angenommenen Reichweite von 100 km kann dies sowohl auf dem Hin- als auch auf dem Rückweg erfolgen. Folglich sind für die Standortsuche die Gebiete im kritischen Radius von 40-60km um den Unternehmenssitz herum besonders relevant, sofern diese nicht bereits durch andere Projektpartnerstandorte abgedeckt werden. Gleiches gilt übrigens auch für die Aktionsraumtypologie der Wegeketten und des Netzverkehrs. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen daher für die jeweils prägnantesten Unternehmenslagen (Zentrum und Außenbereiche) die Zonen, innerhalb der vermutlich eine Entscheidung zur zwischenzeitlichen Batterieaufladung anstehen dürfte.

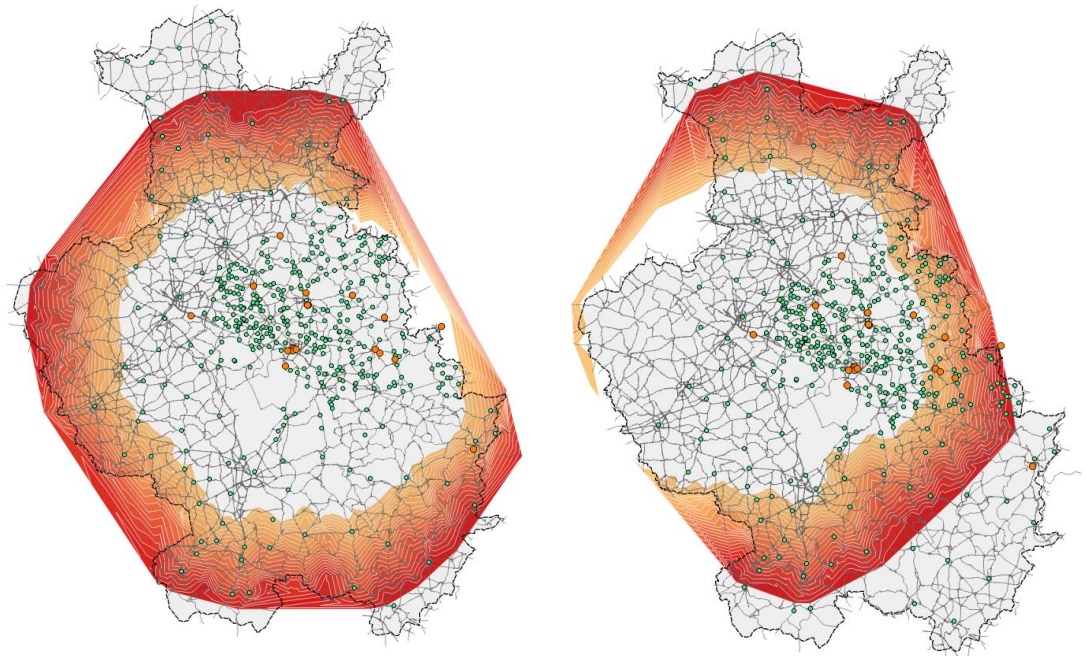


Abbildung 146: Kritische Zonen der Entscheidungsfindung über Zwischenladung zwischen 40km & 60km: Ausgangspunkt Detmold (links) und Bielefeld (rechts)

Beide Abbildungen zeigen vor allem in den nördlichen, und südlichen Bereichen einen theoretischen Bedarf an zusätzlichen Lademöglichkeiten. Unterschiede bestehen allerdings in der Abdeckung der jeweils westlichen bzw. östlichen Teile des Regierungsbezirks. Für Werksfahrten, die in Bielefeld beginnen, kann vermutlich das dichte Unternehmensnetz, im Osten des Regierungsbezirks, genug Möglichkeiten zum Zwischenladen bieten, wohingegen für Fahrten von Detmold in Richtung Bielefeld derzeit nur ein Standort in Bielefeld selbst vorliegt. Die weiteren Analysen konkretisieren diesen Aspekt um die zusätzlichen Ausgangspunkte Bad Pyrmont, Höxter und Vlotho.

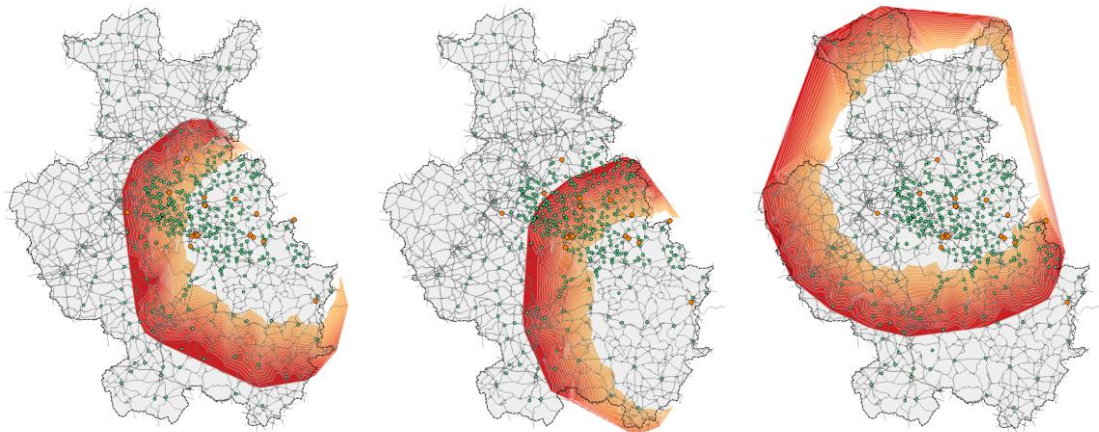


Abbildung 147: Kritische Zonen der Entscheidungsfindung über Zwischenladung zwischen 40km & 60km: Ausgangspunkte Bad Pyrmont (links), Höxter (mitte) und Vlotho (rechts)

Auch in diesen Untersuchungen wird deutlich, dass insbesondere im südlichen Teil ein erhöhter Bedarf angenommen werden kann, während im Zentrum des Regierungsbezirks relativ gute Erreichbarkeiten bzw. Lademöglichkeiten vorliegen.

Um nun aber die theoretische Maximalanzahl von 412 Ladesäulenstandorten zu minimieren, ist es erforderlich einerseits durch Überlagerung der kritischen Bereiche die größtmögliche Schnittmenge gut erreichbarer Standorte aus der Betrachtung zu entfernen. Andererseits die Relevanz der Unternehmensstandorte als potentielle Zwischenstopps zur Batterieaufladung mit in die Betrachtung einzuschließen.

Geht man davon aus, dass man während einer Fahrt eine Routenänderung von ca. 4km zum Ansteuern einer Ladesäule in Kauf nimmt, können folglich alle potentiellen Ladestandorte im Umkreis von 4km um einen Unternehmensstandort vernachlässigt werden. Das nachfolgende Bild zeigt für den Ausgangspunkt Höxter, welche Ladesäulenstandorte aufgrund der Lademöglichkeit an den Unternehmenssitzen ob-

solet sind. Entfernt man im Anschluss alle gemeinsamen Ladesäulen, die in allen Untersuchungsebenen sowohl außerhalb der kritischen Bereiche als auch innerhalb der unkritischen Bereiche liegen, ergibt sich eine theoretische Restmenge von 299 Standorten.

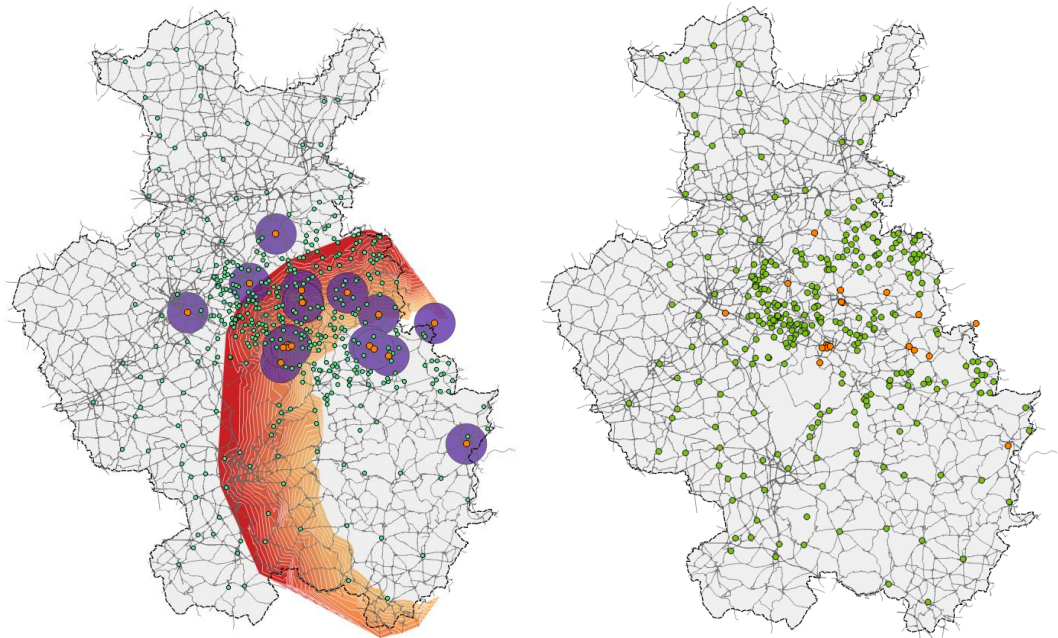


Abbildung 148: Routenabweichung von 4km in Umgebung eines Unternehmensstandort **Abbildung 149: Daraus resultierende Standortzahl**

Insbesondere im Kreis Lippe fällt die enorme Ballung potentieller Standorte auf. Dies ist einerseits auf die dichtere Besiedlung, andererseits aber auf den besseren Datenbestand der ALKIS-Daten zurückzuführen. Letztendlich vertritt im Rahmen dieser Untersuchung jeder potentielle Standort einen kleinteiligen Siedlungsraum. Weshalb es sich lohnt genauer zu analysieren, welche Siedlungsbereiche überhaupt entlang relevanter Fahrrouten liegen.

3.Kriterium:

Da im Projekt EMiLippe vorrangig Wirtschaftsverkehre betrachtet werden, kommt dem individuellen Mobilitätsverhalten der einzelnen Unternehmen eine besondere Bedeutung zu.

Die unterschiedlichen Aktionsraumtypologien sind zuvor erläutert worden.

Da sich aber die obigen Ausführungen aus mehreren Teilaspekten zusammensetzen, sind diese in der Ergebniszusammenführung gegebenenfalls unterschiedlich zu gewichten. Zur Ermittlung der durchschnittlichen Gewichtungsanteile wurde ein Fragenkatalog für die Projektbeteiligten entwickelt. Zum Zeitpunkt der Analyse lag jedoch leider die Auswertung des Fragebogens noch nicht vor, folglich wurde zunächst eine gleichförmige Verteilung der Aktionsraumprofile angenommen. Eine spätere Integration der Ergebnisse, ist aber methodisch unabhängig und kann jederzeit nachgeholt werden.

Für den Kreis Lippe wurde in diesem Kriterium eine N:M-Beziehung der am Projekt beteiligten Unternehmensstandorte angenommen. Mit anderen Worten sind Wegeverbindungen von jedem Unternehmenssitz zu jedem anderen Unternehmensstandort betrachtet und in Hinblick auf optimale Routen analysiert worden.

Das unten stehende Bild zeigt die resultierenden Routen und die Häufigkeit der kürzesten Wege von allen Standorten zu allen anderen. Daraus lässt sich ungefähr die zu erwartende Frequenz der genutzten Wegebeziehungen im Kreis Lippe abschätzen.

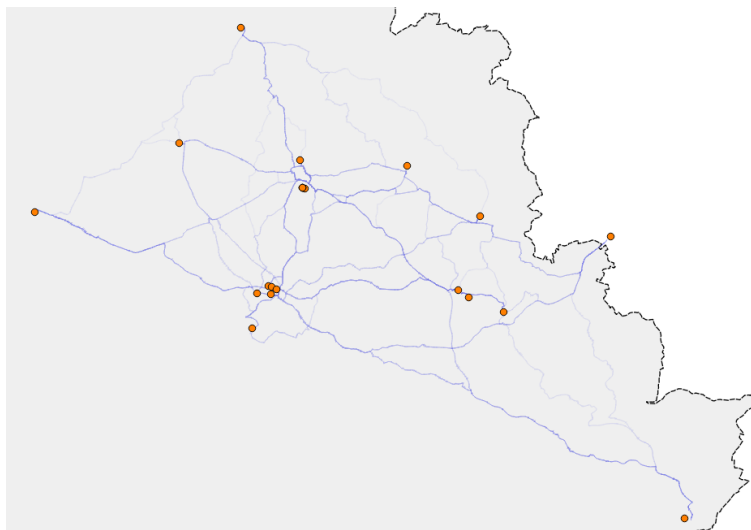


Abbildung 150: Kürzeste-Wege-Routen von jedem Unternehmensstandort zu jedem anderen, einschließlich Frequenzabschätzung

Dieser Untersuchungsschritt liefert eine hohe Genauigkeit, welche Straßennetzabschnitte für den Kreis Lippe und seine Wirtschaftsverkehre von besonderer Relevanz sind. Es ist demnach nachvollziehbar, dass diese Netzpräferenzen auch in die weitere Auswahl der Ladesäulenstandorte eingebunden werden sollten und folglich die nicht an diesen Routen liegenden Siedlungsbereiche aus der Analyse entfernt werden. Die

nächsten beiden Bilder zeigen welche Siedlungen an den relevanten Routen verlaufen und welche davon nicht bereits durch Unternehmensladesäulen abgedeckt sind.

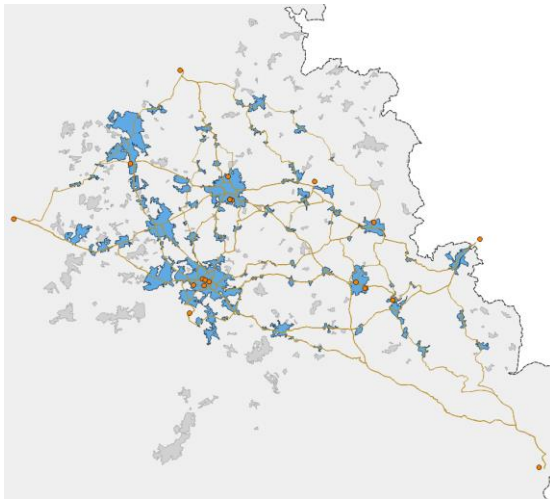


Abbildung 151: Relevante Siedlungsbereiche an Kürzesten-Wege-Routen

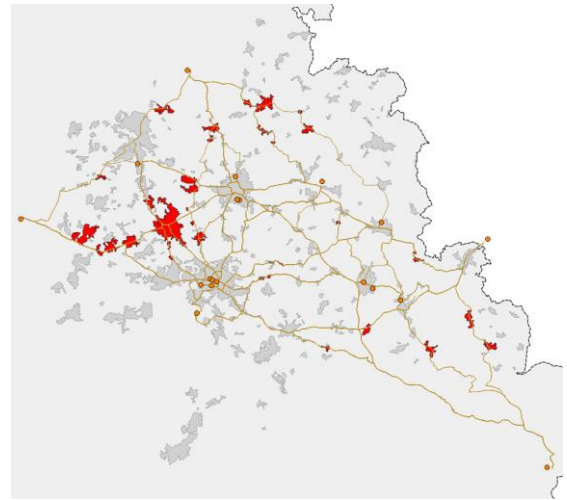


Abbildung 152: Relevante Standorte an Kürzesten-Wege-Routen, die nicht durch Unternehmensstandorte abgedeckt sind

In einer weiterführenden Analyse wäre es denkbar, den Siedlungsbereichen auch noch eine zusätzliche Wertigkeit, basierend auf den oben genannten Routenhäufigkeiten bzw. Frequenzpotentialen zuzuordnen. Da aber eine der Besonderheiten dieses Projekts die lokale und regenerative Energieversorgung der einzelnen Ladesäulen ist, wird im Rahmen dieser Untersuchung vorläufig darauf verzichtet. Gleiches gilt auch für die Anwendung der M:N-Routenbeziehungen für weitere Reiseziele oder Siedlungszentren außerhalb des Kreises Lippe, wenngleich dies durchaus in einer Folgestudie untersucht werden kann. Nach Abschluss dieses Analyseschritts ergeben sich 122 potentielle Ladesäulenstandorte, verteilt über den gesamten Regierungsbezirk Detmold.

4. Kriterium:

Die Netzanalysen zur Erreichbarkeit liefern gute Entscheidungsgrundlagen innerhalb welcher Gebiete die Positionierung von Ladesäulen besonders notwendig erscheint. Das Projekt EMiLippe betrachtet aber e-Mobilitätssysteme insbesondere unter dem Aspekt der nachhaltigen Erwirtschaftung regenerativer Energien. Somit besteht nun die Notwendigkeit die bislang gefilterten Standorte in Hinblick auf ihr Potential zur Erzeugung regenerativer Energien zu vergleichen. Hierfür werden die Standorte mit

den Abbildern der WMS-Daten verschnitten und je nach Sonneneinstrahlungsdauer bzw. Windgeschwindigkeit in 10m-Bodenhöhe unterschiedlich bewertet.

Beginnend bei der Globalstrahlung weist die Legende des LANUV-Klimaatlas eine Werteskala von mindestens 950 bis maximal 1060 kWh/m² auf. Überlagert mit den zuletzt gefilterten, potentiellen Ladesäulenstandorten ergibt sich insbesondere in den nördlichen und westlichen Teilen des Regierungsbezirks eine höhere Energieausbeute durch Sonnenstrahlung. Der Unterschied zwischen dem minimalen und dem maximal erreichbaren Wert beträgt dabei 50kWh/m² bezogen auf das Gesamtjahr. Bei einer geschätzten Kollektorfläche von 12qm entspricht dies einer Leistungsdifferenz von insgesamt 600kWh pro Jahr, was wiederum ca. 4000km Fahrleistung pro Jahr für ein Elektrofahrzeug mit einem durchschnittlichen Energiebedarf von 15kWh/100km bedeutet. Für den Kreis Lippe ergeben sich zwei verschiedene Kategorien, die allerdings nur 10kWh/m² Differenz unterscheiden, wie die Abbildungen unten zeigen.

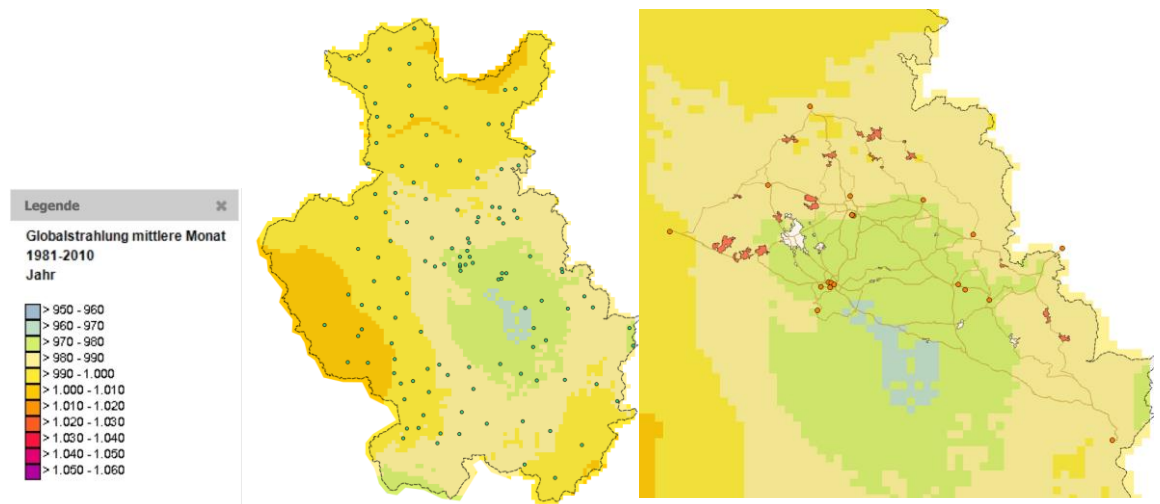


Abbildung 153: Lage und Gewichtung der relevanten Standorte nach Globalstrahlungspotentialien

Bei der Betrachtung der Windgeschwindigkeiten sind die räumlichen Unterschiede wesentlich feinteiliger. Das Spektrum der gemessenen Werte liegt zwischen 1,5 m/s und mehr als 4,5 m/s. Zur besseren Lesbarkeit werden in der folgenden Abbildung die bisher gefilterten Ladesäulenstandorte in der Farbe Orange dargestellt.

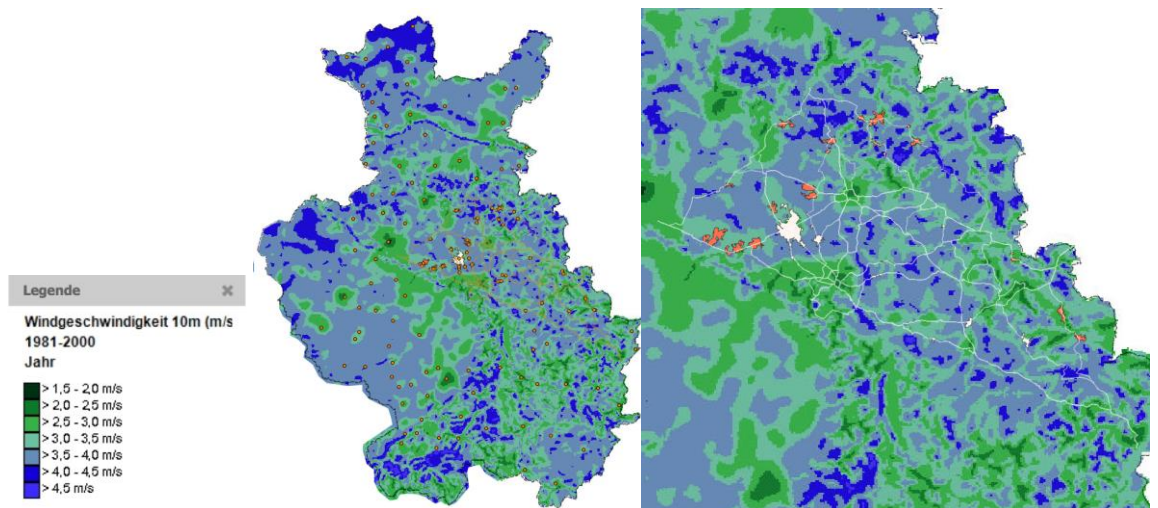


Abbildung 154: Lage der relevanten Standorte nach Globalstrahlungspotentialen und Windgeschwindigkeiten

5.9.5.5 Fazit zur Standortanalyse „EMiLippe“

Überlagert man die bisher destillierten, relevanten Ladesäulenstandorte mit guter statistisch-jährlicher Globalstrahlung und einer möglichst hohen Windgeschwindigkeit rücken für den Kreis Lippe die in den Übersichten markierten Gebiete besonders in den Vordergrund. Außerhalb des Kreisgebiets sind die weiteren markierten Punkte empfehlenswerte Standorte zur Positionierung einer sich selbst mit Energie versorgenden Ladesäule zu nennen.

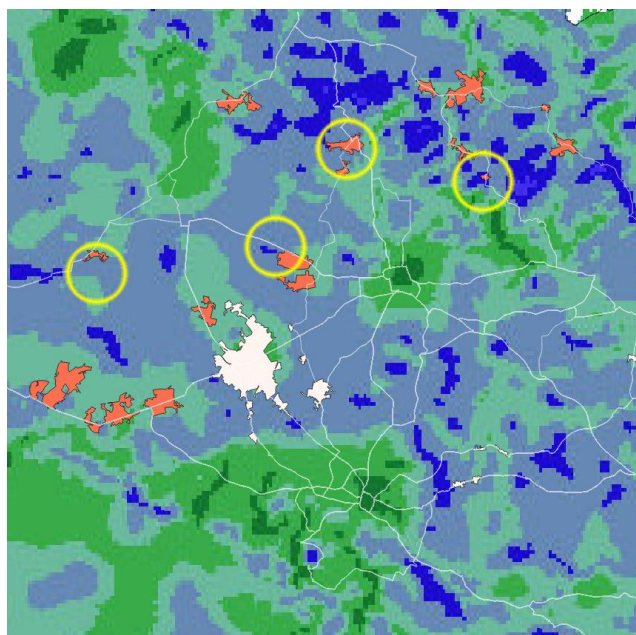


Abbildung 155: Betrachtung der globalstrahlungs-gewichteten Standorte im Kreis Lippe unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeiten



Abbildung 156: Standorte Bexterhagen und Liemen



Abbildung 157: Standorte Niedermeien und Kirchheiden

Abschließend muss erneut darauf hingewiesen werden, dass die hier benannten Ergebnisse ausschließlich auf den untersuchungsdefinierenden Parametern basieren und bei einer anders strukturierten Analyse gegebenenfalls abweichen können. Insbesondere die Betrachtung der Gebiete außerhalb des Kreisgebiets Lippe ist mangels Daten ohne eine Betrachtung der häufig vorkommenden Wege durchgeführt worden. Folglich besteht die Möglichkeit die resultierenden Standorte in einer weiteren Untersuchung noch genauer zu präzisieren. Aus diesem Grund dient der abschließende Absatz der Formulierung von Anknüpfungspunkten für weiterführende Forschungen.

5.9.5.6 Anknüpfungspunkte zu weiterführenden Forschungen

- Die bisherigen Siedlungslagen wurden ohne stadtplanerische bzw. urbane Kriterien, wie Einzelhandelsdichte, Kaufkraft, Versorgungsdichte, Einwohnerzahl, Gastronomieangebot, etc. in die Analyse mit einbezogen. Insbesondere in Hinblick auf längere Ladezeiten spielen diese Parameter aber eine zunehmend wichtigere Rolle. In einer weiteren Untersuchung könnten daher diese Faktoren in die Gewichtung der Standorte mit aufgenommen werden.

Gegebenenfalls empfiehlt sich hier auch eine Erweiterung des Fragebogens, um genauere Tendenzen ablesen zu können.

- Wegekettens-Aktionsräume konnten in dieser Untersuchung nur bedingt abgebildet werden,

da keine Angaben zu tatsächlichen Routen der beteiligten Unternehmen vorlagen.

Der Fragebogen könnte aber durchaus ausgeweitet werden, um reelle Distanzen und Routenabschnittstrecken bei den Akteuren abzufragen. Durch sogenannte Traveling-Salesman-Algorithmen könnten so bestehende Fahrprofile ausgewertet und auch ggf. optimiert werden. Darüber hinaus ließe sich die Position der Ladesäulen noch präziser am tatsächlichen Bedarf ausrichten.

- Zur besseren Abbildung der netzförmigen Aktionsraumtypologie könnte in einer nächsten Phase bzw. Fortsetzung dieser Studie auf eine Weiterentwicklung des Dijkstra-Algorithmus, den sogenannten Floyd-Warshall-Analysealgorithmus zurückgegriffen werden. Basierend auf zwei limitierenden Untersuchungsparametern ist dieser Algorithmus in der Lage, besonders interessante und verwertbare Ergebnisse für das gesamte Wegenetz zu liefern.

Die Charakteristik des Floyd-Warshall-Algorithmus besteht darin, aus allen verbundenen Verbindungspunkten eines (Straßen-)Netzes, die jeweils kürzesten Wegstrecken untereinander herauszufinden. Die Summe aller kürzesten Wegstrecken wird schlussendlich aufaddiert und liefert als Resultat, an Hand einer numerischen Hierarchie, eine Aussage, wie oft Wegstrecken Bestandteil einer „Kürzesten-Wege-Verbindung“ sind. Daraus lässt auf die zu erwartende Verkehrsfrequenz eines Straßenabschnitts schließen.

Als limitierende Parameter für die hier beschriebene Analyse könnten folgende Kriterien eingesetzt werden:

- Maximale Länge einer „kürzesten-Wege“-Strecke (Erreichbarkeit an Hand durchschnittlicher, prognostizierter Akkuleistung)
- Sobald eine aussagekräftige Menge an empirischen, selbst generierten Trackingdaten vorhanden ist, empfiehlt es sich diese nach verhaltensresultierenden und raumresultierenden Mustern eingehender zu untersuchen. Auf diesem Wege können besonders relevante und häufig benutzte Streckenabschnitte gefunden werden, die vermutlich aus der rein theoretischen Analyse nicht so deutlich hervorgehen. Ganz ähnlich könnten sich auch besondere, individuelle Prioritäten von Zielpunkten aus den Daten herauslesen lassen.
- Die bisherigen Trackingdaten liefern keinerlei Hinweise zum Energieverbrauch der jeweiligen Fahrten. Theoretisch wäre es rechnerisch möglich, aus der aufgezeichneten Fahrgeschwindigkeit, unter Kenntnis des Fahrzeugstyps und –querschnitts, über den Strömungswiderstand des Wagens, auf den Energieverbrauch zurückzuschließen. Allerdings sind derartige Berechnungen, ohne konkretes Wissen des Grundverbrauchs, der Batteriekapazität oder der zusätzlichen Reibungsgrößen, nicht wirklich zielführend.
Sollten aber herstellerseitig Informationen zum Energieverbrauch je Geschwindigkeit getätigt werden können, wäre es enorm aussagekräftig, die hier beschriebenen Routingalgorithmen auf Basis zu erwartender Energieverbräuche durchzuführen.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu:

Hochschule OWL (Auftragnehmer)

6. Begleitforschungen

6.1 Rechtliche und steuerliche Varianten der Verstetigung des EMiLippe-Ansatzes im Kreis Lippe

6.1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlung des Gutachtens

Im Ergebnis sind zwei mögliche Handlungsvarianten gegeneinander abzuwägen: Entweder der Kreis Lippe betreibt die Energiestellplätze entsprechend dem Status quo weiterhin als Betreiber und Mobilitätsanbieter. Die hiermit verbundenen Pflichten und Handlungsoptionen sollen nachfolgend zusammengefasst werden (nachfolgend **A.**). Kommunalrechtliche Grenzen der Betätigung hinsichtlich des Betriebs der Energiestellplätze im gegenwärtigen Umfang bestehen bei Fortführung des Projekts nach hier vertretener Auffassung jedenfalls nicht. Alternativ gibt der Kreis Lippe die Aufgaben des Betriebs und die des Mobilitätsanbieters an einen Dritten ab, indem er die Energiestellplätze insgesamt an einen Dritten (Dienstleister/Energieversorgungsunternehmen) verpachtet (nachfolgend **6.2.**):

6.1.2 Fortführung des Status quo

Soweit sich der Kreis Lippe entscheidet, die Energiestellplätze eigenständig als Betreiber und Mobilitätsanbieter zu betreiben, sind insbesondere folgende Fragen zu beantworten:

- Welche verordnungsrechtlichen Pflichten nach der LSV sind hinsichtlich des Betriebs der Energiestellplätze zu beachten?
- Welche Standortverträge sind abzuschließen?
- Welche energiewirtschaftsrechtliche Pflichten sind mit dem Betrieb der Energiestellplätze verbunden, also:
 - Welche Pflichten gehen für den Kreis Lippe mit der Rolle des Mobilitätsanbieters einher?
 - Wie soll die Energiebelieferung der Energiestellplätze sichergestellt werden?
 - Wie ist mit den Überschussstrommengen umzugehen?
- Was ist bei einer EEG-Eigenversorgung zu beachten?
- Welches Messkonzept ist zugrunde zu legen?
- Steuerrechtliche Konsequenzen?

6.1.3 Pflichten nach der LSV

Die Energiestellplätze haben u. E. als „öffentlich zugängliche Ladepunkte“ i.S.d. LSV grundsätzlich Vorgaben der LSV zu beachten, also insbesondere auch die technischen Vorgaben nach § 3 Abs. 1 bis Abs. 3 LSV. Bei diesen Mindestanforderungen handelt es sich vereinfacht zusammengefasst um die Pflicht, Normalladepunkten (= Ladepunkt mit höchstens 22 kW) und Schnellladepunkten (= Ladepunkt mit mehr als 22 kW) mit mindestens Steckertyp 2 gemäß der Norm DIN EN 62196-2 (Ausgabe Dezember 2012) auszurüsten, soweit ein Wechselstromladen möglich ist (§ 3 Abs. 1 und Abs. 2 LSV). Bei der Möglichkeit des Gleichstromladens muss jeder Ladepunkt mindestens mit Kupplungen des Typs Combo 2 gemäß der Norm DIN EN 62196-3 (Ausgabe Juli 2012) ausgerüstet werden.

Die vom Kreis Lippe bislang betriebenen Energiestellplätze, genießen in diesem Zusammenhang Bestandschutz, da sie vor dem 16.06.2016 in Betrieb genommen wurden. Die Anforderungen an die technische Sicherheit nach § 3 Abs. 4 LSV sowie die Anzeigepflicht nach § 4 LSV gelten allerdings auch für die bereits errichteten Ladepunkte

Der vorliegende Referentenentwurf, LSV-E, sieht darüber hinaus Vorgaben für die Ermöglichung eines punktuellen Ladens vor. Soweit der Ladestrom nicht kostenfrei abgegeben wird, muss bei einem punktuellen Laden eine Bar- oder Kartenzahlung (wohl EC, VISA-Card oder Master-Card) ermöglicht werden. Dies gilt nicht für Bestandsanlagen (wie die bereits errichteten Ladepunkte), sondern nur für zukünftig, sechs Monate nach dem geplanten Inkrafttreten der Ergänzungsverordnung – unterstellt, sie kommt in unveränderter Fassung.

Will der Kreis Lippe die Pflichten nach der LSV vermeiden, so wäre zu entscheiden, ob die Energiestellplätze entgegen der gegenwärtigen Planung doch nicht öffentlich zugänglich gemacht werden sollten. Dies hätte den Nachteil einer weniger großen Auslastung der Energiestellplätze sowie einer geringeren Popularität des Projekts. Unter Berücksichtigung des ungenauen Wortlauts der Verordnung wäre für diesen Fall zu entscheiden, welchem bestimmbareren Personenkreis die Energiestellplätze zukünftig zur Nutzung zur Verfügung stehen sollen.

6.1.4 Notwendige Verträge im Zusammenhang mit dem Netzanschluss und der Anschlussnutzung

6.1.4.1 Gestattungsvertrag mit Betreiber der Kundenanlage

Gegenwärtig sind sämtliche Energiestellplätze an Kundenanlagen angeschlossen. Es empfiehlt sich, über die Nutzung des Grundstücks und den dortigen Betrieb der Energiestellplätze durch den Kreis Lippe mit dem jeweiligen Betreiber der Kundenanlage einen Gestattungsvertrag abzuschließen. Gegebenenfalls wäre neben einer schuldrechtlichen Vereinbarung über das Grundstücknutzungsrecht an eine dingliche Sicherung durch Eintragung einer Grunddienstbarkeit zu denken.

Soweit Betreiber der Kundenanlage und Eigentümer des Grundstücks in der Person auseinanderfallen, sind ggf. einzelne Aspekte in einer gesonderten Vereinbarung direkt mit dem Eigentümer zu vereinbaren.

6.1.4.2 Anschlussnutzungsvertrag mit Netzbetreiber

Wir halten es für sinnvoll, dass für die Belieferung der Energiestellplätze mit Strom und zur Ermöglichung der Abgrenzung der Strommengen, die durch den Energiestellplatz verbraucht werden, ein bilanzierungsrelevanter Zählpunkt i.S.d. § 20 Abs. 1d EnWG an dem jeweiligen Energiestellplatz eingerichtet wird. In diesem Fall würde der Kreis Lippe als Betreiber des Energiestellplatzes zum Anschlussnutzer gegenüber dem Netzbetreiber der allgemeinen Versorgung, an dessen Netz die Kundenanlage ihrerseits angeschlossen ist.

Soweit die Kundenanlage an die Niederspannung angeschlossen ist, käme zwischen Netzbetreiber und dem Kreis Lippe als Betreiber des Energiestellplatzes durch die berechtigte Entnahme von Strom ein Anschlussnutzungsverhältnis gemäß § 3 Abs. 2 NAV zustande. Der Vertragsinhalt wäre dann durch die NAV bereits vorgegeben. Ist die Kundenanlage in höheren Spannungsebenen angeschlossen, so wäre ein (schriftlicher) Anschlussnutzungsvertrag mit dem Netzbetreiber zu schließen. Hinsichtlich des Messkonzepts können in diesem Fall Besonderheiten zu beachten sein.

6.1.5 Stromleistungsbeziehungen und Vertragsgestaltung

6.1.5.1 Pflichten nach dem EnWG, dem EEG und dem StromStG

Die obigen Ausführungen können vereinfacht wie folgt zusammengefasst werden:

		EnWG Pflichten	EEG-Umlage	Versorger nach StromStG
1.	PV-Dach → Ladesäule	(-), keine Lieferbeziehung	(-), kein Letztverbrauch	(-), da keine Entnahme
2.	PV-Dach → Batterie	(-), keine Lieferbeziehung	(-), soweit Eigenverbrauch und installierte Leistung < 10 kW _p	(-), da (wohl) keine Entnahme (so BMF)
3.	PV-Dach → KA	(+), wenn Dritter (-), wenn Kreis Lippe selbst	(+) volle Höhe, wenn Dritter (-), soweit Eigenverbrauch und installierte Leistung < 10 kW _p	(+), wenn Leistung von Strom an Letztverbraucher = Dritter (-), wenn Letztverbraucher Kreis Lippe
4.	PV-Dach → NdaV	(-), keine Lieferbeziehung	(-), kein Letztverbrauch	(-), da Leistung selbst erzeugten Stroms an anderen Versorger
5.	Batterie → Ladesäule	(-), keine Lieferbeziehung	(-), kein Letztverbrauch	(-), da keine Leistung von Strom
6.	Batterie → KA	(+), wenn Letztverbraucher = Dritter (-), wenn Letztverbraucher Kreis Lippe selbst	(+) volle Höhe, wenn Dritter (-), soweit Eigenverbrauch und installierte Leistung 10 kW _p	(+), da wenn Leistung von Strom, wenn an Letztverbraucher = Dritter (-), wenn Letztverbraucher Kreis Lippe
7.	Batterie → NdaV	(-), keine Lieferbeziehung	(-), kein Letztverbrauch	(-), da Leistung selbst erzeugten Stroms an anderen Versorger
8.	Ladesäule → Nutzer	(-) § 3 Nr. 25 EnWG	(+) volle Höhe, wenn Dritter (-), soweit Eigenverbrauch und installierte Leistung < 10 kW _p	(+), soweit Leistung von Strom an Dritte (steuerpfl. auch Eigenverbrauch)
9.	KA → Ladesäule	(+), wenn Dritter (Folge des § 3 Nr. 25 EnWG) (-), wenn Kreis Lippe selbst	(-), kein Letztverbrauch i.S. des EEG	(+), da Leistung von Strom
10.	EVU bzw. externe EEG-Anlage → Ladesäule	(+), da Lieferbeziehung (Folge des § 3 Nr. 25 EnWG)	(-), kein Letztverbrauch	(+), da Leistung von Strom

Tabelle 12: Pflichten nach dem EnWG, EEG und StromStG - Status quo

Wenn unter Abstimmung mit dem zuständigen Hauptzollamt – vorliegend das Hauptzollamt Bielefeld – die Ausnahmen vom Versorgerbegriff nach § 1a Abs.

Nr. 2 und Abs. 5 StromStV, die jeweils nach dem Wortlaut – wie im Gutachten unter **Teil 2 H. II.** – nicht erfüllt sind, in rechtsfortbildender Anwendung so miteinander kombiniert werden könnten, dass sie jeweils hinsichtlich der Strommenge zur Anwendung kämen, die vom Anwendungsbereich erfasst wird, würde sich die tabellarische Darstellung wie folgt ändern: Der Kreis Lippe wäre entgegen der Darstellung nach Zeile 3), 6) und 8) nicht Versorger im Sinne des StromStG.

Zur Veranschaulichung der betrachteten Energieflüsse soll nachfolgendes Schaubild dienen:

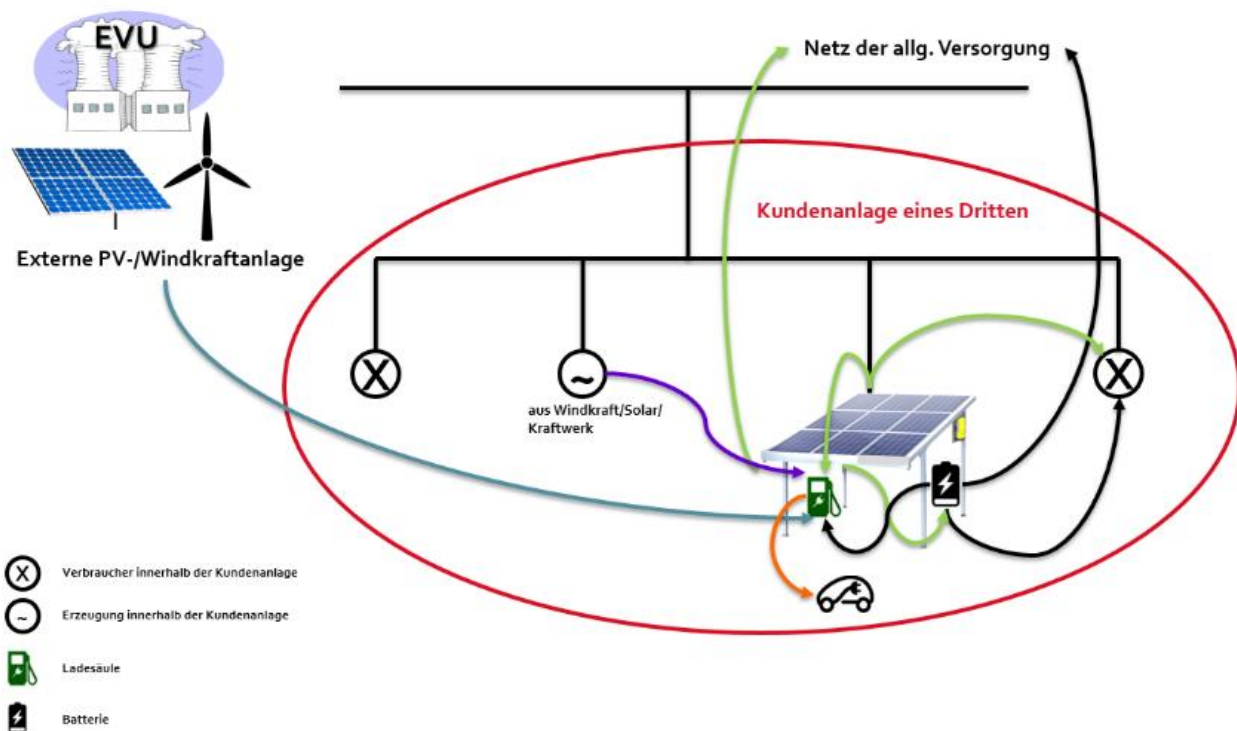


Abbildung 158: Darstellung der Energieflüsse

6.1.5.2 Pflichten des Mobilitätsanbieters

6.1.5.2.1 Mobilitätsverträge und technische Umsetzung

Als Mobilitätsanbieter müsste der Kreis mit den Nutzern der Energiestellplätze entsprechende Mobilitätsverträge schließen. Diese können mit den eigenen Mitarbeitern grundsätzlich im Rahmen von Dienstvereinbarungen geschlossen werden. Mit sonstigen Dritten ist der Vertragsschluss auf andere Weise

herbeizuführen. Dabei kann es sinnvoll sein, die Vertragsbedingungen (AGB) am Energiestellplatz durch Aushang oder Aufdruck kenntlich zu machen. Hierfür erforderlich ist insbesondere die Entwicklung eines Modells, nach dem es dem Kreis Lippe möglich ist, die einzelnen Ladevorgänge messtechnisch so zu erfassen, dass eine Abrechnung möglich wird. In diesem Zusammenhang ist zudem zu entscheiden, wie die Freischaltung der Ladepunkte für die einzelnen Ladevorgänge erfolgen soll, um eine unbefugte Benutzung zu unterbinden. Grundsätzlich ist der Kreis in diesem Zusammenhang weitgehend frei. Die im Entwurf vorliegenden Voraussetzungen für ein punktuell Laden nach der LSV-E sind – jedenfalls für die Bestandsanlagen – unbeachtlich.

Es kann sinnvoll sein, den Vertrag so zu konzipieren, dass die Argumentation ermöglicht wird, dass es sich nicht um eine Lieferung von (Lade-) Strom handelt, sondern dass der Energiestellplatz als Infrastruktur zur Verfügung gestellt wird (der Ladestrom also als Nebenpflicht in den Hintergrund tritt). Hierzu wäre es grundsätzlich notwendig, dass die Abrechnung nach Zeit oder auf Grundlage einer Pauschalen erfolgt und unabhängig von dem Bezug von Ladestrom stattfindet. Inwieweit eine solche Argumentation trägt, muss aber als offen bezeichnet werden und wäre zwingend mit dem zuständigen Hauptzollamt abzustimmen.

6.1.5.2.2 Pflichten nach EnWG, EEG und StromStG

Soweit eine belastbare Argumentation hinsichtlich der Verneinung einer (Lade-) Stromlieferung gelingt, entstehen keine Pflichten nach dem EnWG, dem EEG und dem StromStG. Diese wäre mit dem Hauptzollamt wegen der Versorgereigenschaft abzustimmen.

Gelingt eine entsprechende Argumentation dagegen nicht, ist folgendes zu beachten:

Der Kreis Lippe würde als Mobilitätsanbieter – selbst bei unterstellter Ladestromlieferung – wegen § 3 Nr. 25 EnWG kein Lieferant im Sinne des EnWG, sodass auch keine entsprechenden Pflichten entstehen würden.

Allerdings wäre bei einer Beladung von Fahrzeugen Dritter (also keine kreiseigenen Fahrzeuge) zur Abführung der EEG-Umlage in voller Höhe verpflichtet. Da die stromsteuerrechtliche Ausnahme für Elektromobilität nicht greift (Eigen- und Fremdversorgung), würde der Kreis zudem zum Energieversorger i.S.d. StromStG.

Dies würde dazu führen, dass der Kreis für alle gelieferten oder selbst verbrauchten Mengen– nach dem „Alles oder nichts-Prinzip“ – anfallende Stromsteuer abführen müsste. Etwas anderes gilt nur dann, wenn in Abstimmung mit dem zuständigen Hauptzollamt eine rechtsfortbildende Anwendung der Ausnahmeregelungen nach § 1a Abs. 2 Nr. 2 und Abs. 5 StromStV als zulässig erachtet würde.

Zu den Versorgerpflichten nach dem StromStG gehören vor allem:

<ul style="list-style-type: none"> • die Beantragung einer Versorgererlaubnis,
<ul style="list-style-type: none"> • das Führen eines Belegheftes,
<ul style="list-style-type: none"> • die Aufzeichnung zur Berechnung der Steuer („Mengenbilanz“) über • (versteuert) gelieferte Mengen an Letztverbraucher, • unversteuert gelieferte Mengen an Versorger, • Eigenverbrauch etc.,
<ul style="list-style-type: none"> • weitere Unterlagen (bspw. Versorgererlaubnisschein von Kunden etc.) müssen vorgehalten werden,
<ul style="list-style-type: none"> • es muss eine (jährlich oder monatliche) Steueranmeldung abgegeben werden und
<ul style="list-style-type: none"> • es bestehen ergänzende Meldepflichten (vgl. § 4 Abs. 6 StromStV: für steuerfreie Mengen nach § 9 Abs. 1 Nr. 3 b StromStG).

Tabelle 13: Versorgerpflichten nach dem StromStG

Die Versorgererschaft nach dem StromStG würde allerdings dazu führen, dass der Kreis auf eigenverbrauchte, der Stromsteuer unterfallende Mengen die ansonsten (bei einer Drittbelieferung) anfallende Stromsteuer einsparen könnte. Für die Entscheidung, ob die Versorgererschaft des Kreises vor diesem Hintergrund wirtschaftlich sinnvoll ist, wären die Kosten für den Stromeinkauf des Kreises Lippe zu ermitteln. Von diesen Kosten könnten 19 % Umsatzsteuer des auf die Stromsteuer entfallenden Preises eingespart werden.

6.1.5.3 Energieversorgung der Energiestellplätze

Es spricht nichts dagegen, die Energiestellplätze weiterhin vorrangig durch den auf dem Dach erzeugten PV-Strom bzw. den Batteriespeicher zu versorgen. Soweit darüber hinaus Strom benötigt wird, ist der Kreis Lippe grundsätzlich frei in seiner Wahl, ob die Stromversorgung über einen Energieversorger über das Netz der allgemeinen Versorgung oder über den Betreiber der Kundenanlage sichergestellt werden soll. Wie die oben aufgeführte Tabelle zeigt, entstehen dem Dritten durch die Belieferung des Energiestellplatzes jedenfalls keine Pflichten nach dem EEG. Er würde allerdings zum Versorger nach dem StromStG mit den oben genannten Pflichten nach dem StromStG werden. Außerdem würde er Energieversorger nach den EnWG werden. Dies löst die oben unter Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. genannten Pflichten nach dem EnWG aus. Soweit der Dritte nicht ohnehin bereits ein EVU ist, hängt die Frage der Strombelieferung also insbesondere davon ab, ob der Dritte bereit ist, die Versorgereigenschaft nach EnWG und StromStG anzunehmen.

Bei einer Belieferung über die Kundenanlage würden Kosten für die Netznutzung und die mit ihr verbundenen Umlagen eingespart werden können, die bei einer Belieferung über das Netz der allgemeinen Versorgung anfielen. Wird dagegen ein Stromversorgungsvertrag unter Nutzung des Netzes der allgemeinen Versorgung geschlossen, wäre zu erwägen, ob die Möglichkeit besteht, eine Vereinbarung nach § 14a EnWG zu schließen, um die Netznutzungsentgelte zu reduzieren. Dies würde allerdings den Einbau eines intelligenten Messsystems erfordern und die Netznutzung könnte nach den Vorgaben des Netzbetreibers unterbrochen werden.

6.1.5.4 Umgang mit Überschussstrommengen

Im Hinblick auf die Überschussstrommengen, die nicht durch ein Laden verwendet werden, stellt sich die Frage, ob diese in die jeweilige Kundenanlage des Dritten oder (kaufmännisch-bilanziell) in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist werden sollten. Zu beachten ist, dass der Kreis Lippe nur durch eine solche Lieferbeziehung zum Lieferanten i.S.d. EnWG wird. Die Pflichten beschränken sich allerdings darauf, dass die Stromlieferverträge und Rechnungen (sowie Angebote) bestimmten gesetzlichen Anforderungen (§§ 40 ff. EnWG) genügen müssen. Zudem stellt das EnWG bestimmte Vorgaben an die Stromkennzeichnung auf, vgl. § 42

EnWG. Die Anzeigepflicht greift nicht, da keine Haushaltskunden beliefert werden und zudem die Belieferung ausschließlich innerhalb einer Kundenanlage stattfindet (§ 5 Satz 1 2. HS EnWG). In wieweit auch Pflichten nach dem StromStG entstehen, hängt insbesondere davon ab, ob das zuständige Hauptzollamt einer Kombination der Ausnahmeregelungen nach § 1a Abs. 2 Nr. 2 und Abs. 5 StromStV zustimmt.

Wirtschaftlich ist abzuwägen, ob die potentiellen Einnahmen, die der Kreis Lippe bei einem Verkauf der PV-/Batterie-Strommengen an den Betreiber der Kundenanlage (abzüglich der vollen EEG-Umlage) erzielen könnte, höher sind als die EEG-Vergütung, die gegenwärtig zwischen 12,70 ct/kWh (Leistungsanteil bis 10 kW), 12,36 ct/kWh (Leistungsanteil bis 40 KW) und 11,10 ct/kWh (Leistungsanteil bis 1 MW, Stand jeweils Juli bis September 2016) beträgt.

Soweit der Kreis Lippe vermeiden möchte, Energieversorger im Sinne des EnWG mit den hieran anknüpfenden Pflichten zu werden, halten wir es – vorbehaltlich der wirtschaftlichen Abwägung – für sinnvoll, einen etwaigen Überschussstrom aus der PV-Anlage des Energiestellplatzes/der Batteriespeicheranlage in das Netz der allgemeinen Versorgung einzuspeisen und hierfür eine EEG-Vergütung zu erhalten, statt diesen Überschussstrom an die Kundenanlage eines Dritten abzugeben.

Dies würde erfordern, dass der (kaufmännisch-bilanziell) in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeiste Strom durch einen geeichten Arbeitszähler erfasst werden kann (vgl. nachfolgend V.).

6.1.6 EEG-Eigenversorgung

Soweit der Kreis Lippe die Energiestellplätze betreibt und Mobilitätsanbieter ist, ist es möglich, eine EEG-Eigenversorgung umzusetzen. Dies gilt auch, soweit der Kreis Lippe Betreiber der Kundenanlage ist, auf der der Energiestellplatz errichtet ist, wenn Überschussstrom an die Kundenanlage geliefert wird.

Bei einer EEG-Eigenversorgung würde nach der oben aufgeführten Tabelle keine EEG-Umlage anfallen. Allerdings sind bei der wirtschaftlichen Abwägung, ob eine EEG-Eigenversorgung angestrebt werden soll, insbesondere auch die Kosten für die hierfür erforderliche Messung (dazu sogleich nachfolgend) zu der Kosteneinsparung ins Verhältnis zu setzen.

6.1.7 Messkonzept

6.1.7.1 Erfassung Ladestrommenge

Soweit es argumentativ belastbar gelingt, das es sich im Rahmen des Mobilitätsvertrages nicht um eine (Lade-) Strombelieferung handelt, sondern um die Zurverfügungstellung von Ladeinfrastruktur (Abrechnung von Zeiteinheiten unabhängig von der Ladung), bedarf es zwar für die Abrechnung einer Messung der Zeit, diese müsste nach hier vertretener Auffassung aber nicht geeicht sein (Abstimmung mit zuständiger Eichbehörde allerdings sinnvoll). EEG-Umlage und Stromsteuer würden dann nicht anfallen (Abstimmung mit zuständigem Hauptzollamt unbedingt erforderlich), da es sich insgesamt um Eigenversorgung (EEG) bzw. stromsteuerlich privilegierten Eigenverbrauch Anlagen < 10 kWp handelt, sodass Strommengen deshalb nicht in geeichter Form zur Abgrenzung der vom Kreis geladenen Mengen erfasst werden müssten. Auch steuerrechtlich ist eine geeichte Messung (z.B. zur Ermittlung steuerrechtlicher Vorteile) grundsätzlich entbehrlich.

Soweit eine solche Argumentation dagegen nicht gelingt, und von der Belieferung von Strom auszugehen ist, wäre für die Ermittlung der gelieferten Ladestrommengen eine geeichte Zählung notwendig. Diese würde insbesondere der Ermittlung der EEG-Umlage und der Stromsteuer dienen. Grundsätzlich sind hier je Ladepunkt Messungen notwendig.

6.1.7.2 Erfassung Strommengen bei Energiebelieferung durch Dritten an Energiestellplatz

Um eine Belieferung des Energiestellplatzes zu ermöglichen, wäre es notwendig eine geeichte Messung am Energiestellplatz zu errichten, um die gelieferten Mengen von den im Übrigen in der Kundenanlage verbrauchten Strommengen abgrenzen zu können und eine separate Belieferung zu ermöglichen. Auch für die Ermittlung der Stromsteuer und – soweit Abrechnungsgrundlage – für die gelieferten kWh wäre grundsätzlich eine geeichte Zählung erfolgen.

6.1.7.3 Erfassung kaufmännisch-bilanzieller Ausspeisung

Um eine kaufmännisch-bilanzielle Einspeisung der Überschussstrommengen in das Netz der allgemeinen Versorgung zu ermöglichen, wäre es notwendig, eine geeichte

Messung (ausreichend wohl Arbeitszähler) vorzuhalten, die erfasst, welche Strommengen physikalisch den Energiestellplatz aus der PV-Anlage bzw. die Batteriespeicheranlage in die Kundenanlage verlassen.

Für die Belieferung des Energiestellplatzes und die kaufmännisch-bilanzielle Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung könnte insofern am Energiestellplatz ein Zwei-Richtungs-Arbeitszähler eingebaut werden.

Aus den Erläuterungen der Abschnitte 6.1.7.1 - 6.7.1.3 ergibt sich grundsätzlich folgendes denkbare Messkonzept:

Messkonzept

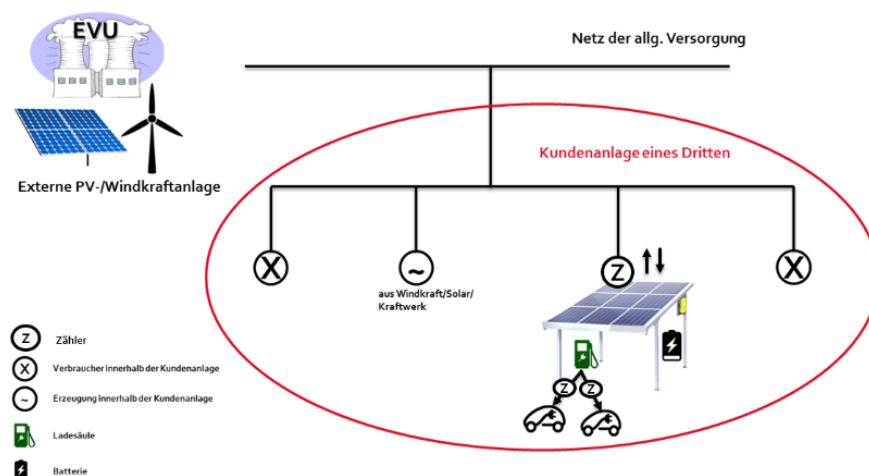


Abbildung 159: Messkonzept

6.1.7.4 EEG-Eigenversorgung

Soweit ein EEG-Eigenversorgermodell wirtschaftlich sinnvoll ist und umgesetzt werden soll, wäre es notwendig, dass der Eigenverbrauch viertelstundenscharf erfasst werden kann. Das heißt, es muss in geeichter Form je Viertelstunde die eigenerzeugte und an die Ladesäule gelieferte Strommenge (aus PV-Dach und Speicher) und die zeitgleiche Entnahme je Ladepunkt durch kreiseigene Fahrzeuge aus der Ladesäule gemessen werden können. Hierfür sind mindestens drei geeichte Messungen (Zählerstandgangmessung) erforderlich; vier, sollte die Einspeisung durch PV-Dach und Batterie nicht durch einen einzigen Zähler möglich sein.

Nur für den Fall, dass die Argumentation rechtlich belastbar aufgebaut werden kann, dass der Mobilitätsanbieter keine Lade-Stromlieferung vornimmt, sondern eine „Zurverfügungstellung einer Ladeinfrastruktur“ („Hotel-Modell“), könnten alle aus der Ladesäule entnommenen Mengen als EEG-Eigenversorgung angesehen werden. Für diesen Fall wäre es grundsätzlich ausreichend, wenn lediglich der in den Energiestellplatz einfließende Fremdstrom geeicht erfasst wird.

Soll ein EEG-Eigenversorgungsmodell umgesetzt werden, wäre sinngemäß nachfolgendes Messkonzept notwendig, wobei die Zähler an den Ladepunkten und an PV-Dach und Batterie viertelstundenscharf messen müssten:

Messkonzept

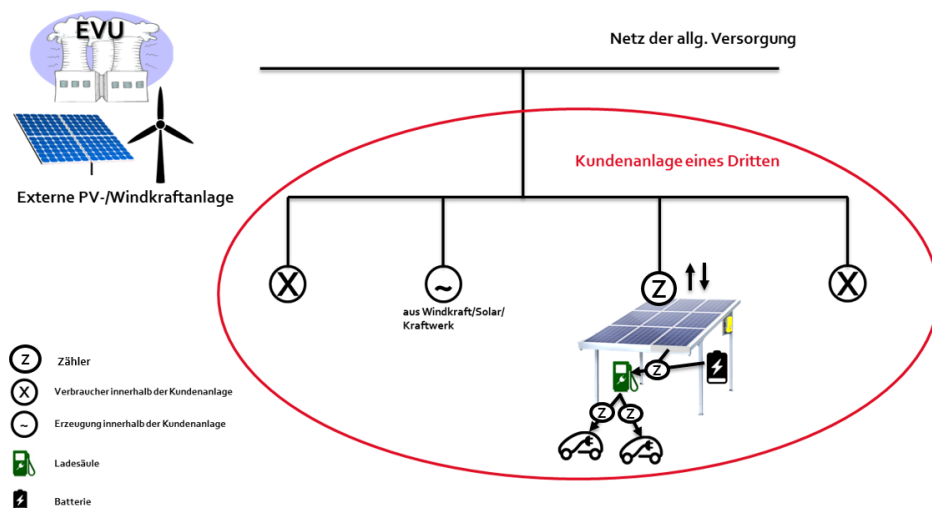


Abbildung 160: Messkonzept im EEG-Eigenversorgungsmodell

6.1.7.5 Zusammenfassung

Bei Weiterführung des Status quo halten wir es für sinnvoll, dass die Stromflüsse, die von außen zum Energiestellplatz und vom Energiestellplatz nach außen abgehen messtechnisch erfasst werden. Ebenfalls halten wir die Möglichkeit einer messtechnischen Erfassung der abgegebenen Ladestrommengen für erforderlich. Eine Messung der Eigenerzeugung in PV-Dach und Batterie wird dann erforderlich, wenn ein EEG-Eigenversorgungsmodell umgesetzt werden soll. **Das konkrete Messkonzept auf Grundlage dieser Überlegungen hängt maßgeblich von der jeweiligen Gestaltung des physischen Anschlusses des Energiestellplatzes an die Kundenanlage ab. Die jeweils konkrete physische Anschlusssituation kann**

insofern Abweichungen von dem hier vorgeschlagenen Messkonzept erforderlich machen. Vereinfacht zusammengefasst kann aber folgendes Messkonzept als sinnvoll vorgestellt werden:

Für die hier vorgeschlagene Messung wäre es erforderlich, am Energiestellplatz einen geeichten und bilanzierungsrelevanten zwei-Richtungs-Arbeitszähler zu errichten, um die ankommenden und abgehenden Strommengen zu erfassen.

Je nach konkreter Vertragsgestaltung des Mobilitätsvertrages kann auch an der Ladesäule eine geeichte Messung (grundsätzlich als Arbeitszähler) notwendig werden.

Soweit eine EEG-Eigenversorgung angestrebt wird, sind drei bis vier Zähler (Zählerstandgang) am Energiestellplatz erforderlich. Auch dies hängt maßgeblich von der konkreten vertraglichen Ausgestaltung des Mobilitätsvertrages ab.

6.1.8 Zusammenfassung zum Steuerrecht

Durch den Betrieb der Energiestellplätze wird auf Ebene des Kreises Lippe **ein einheitlicher BgA** begründet, wenn einer nachhaltigen wirtschaftlichen Tätigkeit nachgegangen wird. Die Finanzverwaltung nimmt dies insbesondere dann an, wenn durch den Betrieb der Energiestellplätze ein Jahresumsatz i.H.v. 35.000,00 € nachhaltig überschritten wird. Grundsätzlich werden hierbei **entgeltliche Leistungen in den Hoheitsbereich des Kreises Lippe sowie an Dritte** berücksichtigt. Eine Ausnahme gilt für den Selbstversorgungsbetrieb. In diesen Fällen sind zur Berechnung der Umsatzgrenze **nur die entgeltlichen Leistungen an Dritte** zu berücksichtigen. Durch diesen BgA „Energiestellplätze“ entstehen für den Kreis Lippe ertrag- und umsatzsteuerliche Pflichten. Erzielt der BgA Gewinne, unterliegen diese der Körperschaft- und Gewerbesteuer. Umsatzsteuerlich sind die Leistungen des BgA in der Regel steuerbar und steuerpflichtig. Sie müssen zzgl. der Umsatzsteuer abgerechnet werden.

Nutzt der Kreis Lippe diese Energiestellplätze zum *unentgeltlichen* Laden eigener Fahrzeuge, muss für Zwecke der steuerlichen Bewertung zwischen den **verschiedenen Sphären der Kommune** differenziert werden. Aufwendungen, die durch das Laden von Fahrzeugen entstehen, die dem BgA „Energiestellplätze“ zugeordnet werden, mindern ertragsteuerlich als Betriebsausgaben das

steuerpflichtige Einkommen des BgA „Energienstellplätze“. Werden demgegenüber Fahrzeuge anderer BgAs oder des Hoheitsbereichs des Kreises Lippe geladen, liegen steuerpflichtige verdeckte Gewinnausschüttungen des BgA „Energienstellplätze“ in den Hoheitsbereich des Kreises Lippe vor. Umsatzsteuerlich umfasst das Unternehmen des Kreises Lippe alle BgAs. Daher begründet das Laden von Fahrzeugen, die irgendeinem BgA des Kreises Lippe zugeordnet werden, eine umsatzsteuerlich unbeachtliche Innenleistung. Leistungen in den Hoheitsbereich sind jedoch umsatzsteuerbar und –pflichtig.

Dritte sollen künftig die Ladeeinrichtungen des Kreises Lippe nur gegen fremdübliches Entgelt nutzen können. Steuerliche Besonderheiten liegen daher grundsätzlich nicht vor. Ertragsteuerlich begründet das Entgelt eine steuerpflichtige Betriebseinnahme. Aufwendungen, die durch den Betrieb der Energienstellplätze entstehen, mindern als Betriebsausgaben das Einkommen des BgA „Energienstellplätze“. Umsatzsteuerlich erbringt der Kreis Lippe gegenüber seinen Kunden umsatzsteuerbare und –pflichtige Leistungen.

Beim entgeltlichen Laden von Dienstfahrzeugen durch **Mitarbeiter des Kreises Lippe** (zur Nutzung für private Zwecke) sollte folgende Besonderheit beachtet werden: Die Nutzungsüberlassung eines Dienstfahrzeugs für private Zwecke begründet einen steuerpflichtigen geldwerten Vorteil des Mitarbeiters. Die Bewertung dieses Vorteils erfolgt entweder durch die Fahrtenbuchmethode oder die 1 %-Regelung. Die Kosten des Arbeitnehmers, die diesem durch das Laden des Dienstfahrzeugs für private Zwecke entstehen, können nur im Rahmen der Fahrtenbuchmethode berücksichtigt werden und mindern den steuerpflichtigen geldwerten Vorteil. Wird demgegenüber die 1 %-Regelung herangezogen, wird die Höhe des geldwerten Vorteils durch die zusätzlichen Aufwendungen des Arbeitnehmers nicht beeinflusst. Muss der Arbeitnehmer die Stromladekosten, die für private Fahrten entstehen selbst bezahlen, sollte der geldwerte Vorteil daher durch Anwendung der Fahrtenbuchmethode ermittelt werden.

6.2 Übertragung auf einen Dienstleister

Sollte der Kreis Lippe vermeiden wollen, den Pflichten nach dem EEG und dem StromStG sowie den sonstigen steuerrechtlichen Pflichten nachkommen zu müssen, wäre es möglich, die Energienstellplätze an einen Dritten (Dienstleister, z.B. ein EVU)

zu verpachten und diesen mit der Wahrnehmung der Aufgaben zu beauftragen. Für diesen Fall würden sämtliche genannten Pflichten für den Landkreis entfallen.

Nachteil einer solchen Übertragung wäre, dass ein EEG-Eigenversorgungsmodell nicht mehr möglich wäre, denn die PV-Dachanlage würde nicht länger vom Kreis betrieben werden. Wir gehen allerdings davon aus, dass die wirtschaftlichen Vorteile einer EEG-Eigenversorgung überschaubar sind. Dies auch vor dem Hintergrund, dass die in der Kundenanlage erzeugten Mengen vom Lieferanten ohne Netznutzung und die mit der Netznutzung anfallenden Umlagen in Rechnung gestellt werden können, ein Teil der Vorteile also nicht wegfallen muss. Bei der Beauftragung eines Dritten wäre der Entfall der Umsatzsteuer auf jedweden Verbrauch des Kreises (Versorgerstatus) allerdings nicht mehr möglich.

Erforderlich wäre bei einer Übertragung auf einen Dienstleister, dass vertraglich die Aufgaben des Dienstleisters klar definiert würden. Insbesondere wäre auch zu entscheiden, ob der Dienstleister selbst mit dem Betreiber der Kundenanlage/dem Eigentümer des Grundstücks entsprechende Gestattungsverträge schließen soll, oder ob der Kreis Lippe als Eigentümer der Energiestellplätze entsprechende Verträge abschließt.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu: Becker Büttner Held · Rechtsanwälte Wirtschaftsprüfer
Steuerberater · PartGmb (Auftragnehmer)

6.3 Bewertung der Umwelteffizienz

6.3.1 Einleitung

Die Evaluation der ökologischen Relevanz des im Projekt untersuchten Sachverhalts bedingt immer auch die Berücksichtigung komplexer Wechselwirkungen und Einflussgrößen. Diese lassen sich in Fluss- oder Ablaufzyklen graphisch darstellen. Im Teilbereich der ökologischen Evaluation wird eben diese graphische Darstellung eingangs genutzt, um den komplexen Sachverhalt eines gewerblichen Carpoolings mit Elektrofahrzeugen unter der Nutzung von Smart Grids in verschiedene Module zu zerlegen und diese anschließend gezielt zu bearbeiten. Im Projektverlauf zeigte sich, dass durch unterschiedliche Nutzungsmodelle und potentiell unterschiedliche „Mobilitätsgeschichten“ der Teilnehmer beziehungsweise spezifischer Energiebedarfe der beteiligten Unternehmen mehrere Einzelfallbetrachtungen von Nöten sind. Diese können mit den entwickelten Arbeits- und Energieflussmodellen jedoch standardisiert bewertet werden.

Für eine Bewertung der ökologischen Relevanz der unterschiedlichen im Projekt betrachteten Anwendungsfälle ist ein sauber abgegrenzter Bilanzrahmen nach DIN EN ISO 14040 bzw. DIN EN ISO 14044 nötig. Dieser lässt sich durch eine Aufstellung und Abgrenzung der Energie- und Stoffflüsse für die betrachteten Anwendungsfälle erarbeiten. Dazu ist es in einem ersten Schritt nötig, ein Arbeitsmodell zu erstellen, um die unterschiedlichen Schritte im Produktlebenszyklus abzubilden. Als eine erste Vorstufe dazu wurden die im Projekt wirkenden Produkte in einem Organigramm zusammengefasst.⁵⁵

6.3.2 Arbeitsmodell

Das Arbeitsmodell beinhaltet die Phasen der Produktherstellung und des Betriebes auf Basis eines Technologievergleichs zwischen der im Projekt erzeugten und genutzten Energie und unterschiedlicher Vergleichswerte lokaler und Bundesdeutscher Stromerzeuger. Hinzu kommt die Komponente einer möglichen Verhaltensänderung auf der Ebene des Nutzers, zum Beispiel durch ein verändertes Fahr- oder Verkehrsverhalten, sowie eine mögliche Änderung auf Basis der systemischen Effekte des Carpoolings in den Unternehmen. Dies kann sich beispielsweise durch eine höhere Auslastung der Fahrzeuge im Vergleich zum normalen Firmenwagen oder einem

⁵⁵ Vgl. die folgende Abbildung der TU Dresden

privat genutzten Fahrzeug äußern. Innerhalb der Erstellung des Arbeitsmodells werden zudem etwaig zu nutzende Datenquellen erörtert und anschließend dargestellt.

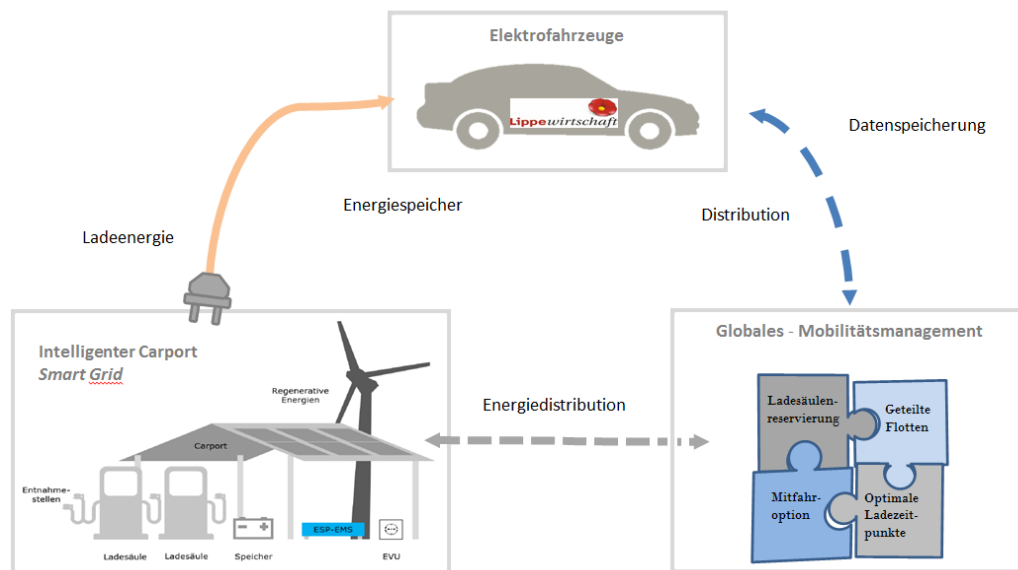


Abbildung 161: Schematisches Zusammenwirken der im Projekt entwickelten Produkte

Das Arbeitsmodell beinhaltet neben den im Projekt entwickelten technischen Komponenten des intelligenten Carports als Teil einer Smart-Grid-Strategie also auch mögliche Änderungen des Verkehrsverhaltens der Nutzer. Speziell betrifft dies das im Zuge des Projektes entwickelte Globale-Mobilitätsmanagementsystem (MMS). Hierbei sind komplexe Wechselwirkungen durch die Möglichkeit zur Personenmitnahme über die Firmengrenzen hinaus denkbar. Verschiedene Vergleichsebenen abseits eines reinen Technikvergleichs sind:

- Flottenmodelle: Substitutionseffekte bzw. sinkende Fahrleistungen durch Flottensharing oder Mitfahrten
- Fahrzeuge: Wahl der besten Route durch Mobilitätsmanagementsysteme
- Ladeinfrastruktur: Auslastungserhöhung durch MMS

Daraus ergibt sich das im Projekt verwendete Arbeitsmodell.

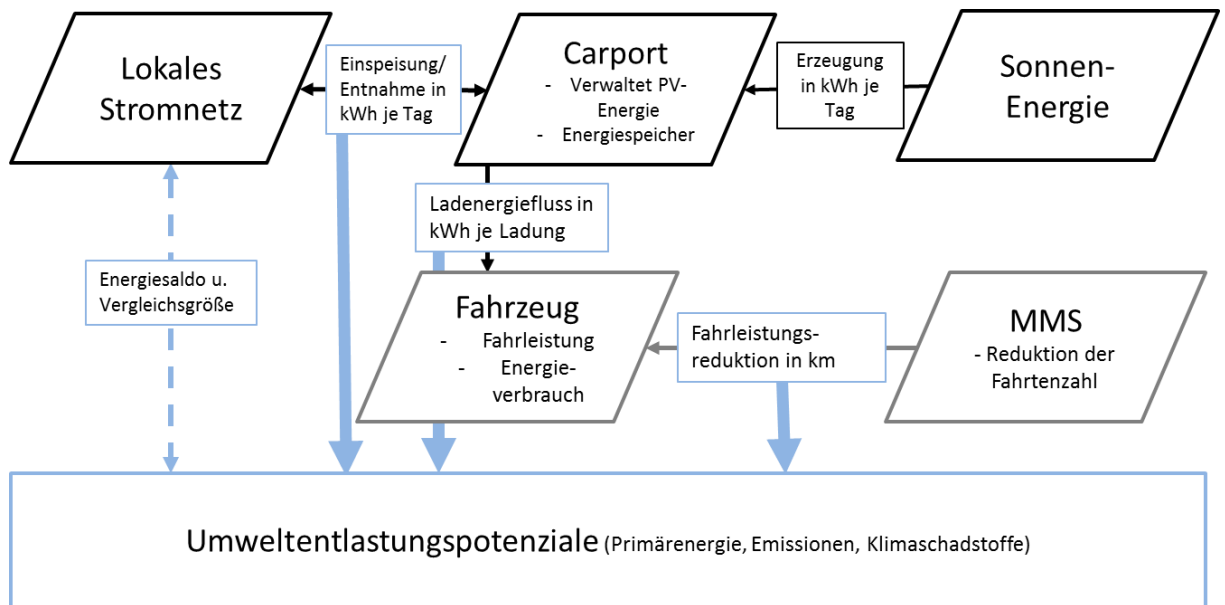


Abbildung 162: Arbeitsmodell "intelligenter Energiestellplatz"

Da im reinen Erprobungsbetrieb die Fallzahl für tatsächlich realisiertes, koordiniertes Laden sehr gering war und somit eine Buchungssteuerung der Energiestellplätze selten nötig war wird dieser Punkt explizit nicht betrachtet.

6.3.3 Energieflussmodell

Als ein wichtiger Einflussfaktor auf die Ökobilanzierung der betrachteten Fahrzeuge und Betriebsmodelle wurden die Umweltwirkungen der Infrastrukturellen Seite und der fahrzeugseitigen Effekte identifiziert. Es wurde ein Energieflussmodell für das intelligente Carport und damit geladene Elektrofahrzeuge entwickelt, um diese Effekte innerhalb des angestrebten Technikvergleiches in einem Bilanzrahmen und entstehenden Umweltwirkungen während der Produktlebenszeit abzubilden zu können.

Neben den Eingangsgrößen, die sich aus dem Betrieb der Ladeinfrastruktur und der Fahrzeuge ergeben, wie beispielsweise spezifische Verbrauchswerte, werden auch Aufwände und Emissionen aus der Herstellung des Carports und des spezifischen gelieferten beziehungsweise verwendeten Stromes abgebildet. Dies geschieht, um einer Lebenslaufanalyse der genutzten Ladeinfrastruktur und der damit geladenen Elektrofahrzeuge gerecht zu werden. Ziel der Arbeit ist die Bilanzierung von elektrisch erbrachter Verkehrsleistung und der Vergleich mit konventionellen Antrieben sowie eine Bilanzierung der Systeme intelligentes Carport und Mobilitätsmanagementsystem. Auf diese Weise lassen sich abschließend positive oder negative

Umweltwirkungen durch die verwendeten Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastrukturlösungen abschätzen.

Nicht betrachtet wurde das Recycling der Fahrzeuge, Energiespeicher und Infrastrukturelemente. Bei unterstellt ähnlichem Fahrzeugaufbau wäre für beide betrachtete Vergleichsfälle mit einem ähnlichen (sehr geringen) Einfluss gemessen an der Gesamtlebensdauer zu rechnen. Eine Sonderstellung nimmt hierbei jedoch die Batterie der Elektrofahrzeuge ein. Prinzipiell scheint hier ein spürbarer Einfluss möglich. Verschiedene Forschungsarbeiten zum Batterierecycling liefern hierbei jedoch, abhängig vom angewandten Verfahren, unterschiedliche Ergebnisse. Dabei ist die Spannweite möglicher Umweltwirkungen und Emissionen innerhalb der noch nicht im Realbetrieb durchgeführten Recyclingprozesse jedoch sehr groß. Die Ergebnisse reichen dabei, abhängig vom betrachteten Schadstoff bzw. Treibhausgas, von Gutschriften auf die Produktlebensdauer bis hin zu Lastschriften.⁵⁶⁵⁷

Da das Fahrzeugrecycling nicht explizit Teil des Projektes war, wird aufgrund der differentiellen Datenlage, speziell zum Batterierecycling, darauf verzichtet dieses darzustellen. Durch mögliche Nachnutzungen der Traktionsbatterien der Fahrzeuge (beispielsweise als Speicher für den intelligenten Carport) verringert sich aufgrund der dann veränderten Lebenszeit der Batterien und einer sich ändernden Prozesszuordnung auch hier die nötiger Weise zu beachtenden Gut- oder Lastschriften aus dem Recycling des gesamten Elektrofahrzeuges und auch des Systems intelligenter Carport. In Summe wird im Zuge der Bilanzierung innerhalb des vorliegenden Projektes der Einfluss des Recyclings als unsicher und über den Produktlebensweg vernachlässigbar angesehen.

Neben den fahrzeugseitigen Effekten und der Stromerzeugung im Projekt durch innovative technische Ansätze im Zuge der Elektromobilität birgt das System „Emobiler Wirtschaftsverkehr“ auch weitere, „weichere“ Kriterien wie zum Beispiel ein verändertes Nutzerverhalten in sich. Dies kann sich zum Beispiel in sinkenden Fahrleistungen oder einer Änderung des Fahrverhaltens auswirken. Eine bloße Betrachtung der technischen Komponenten im Zuge eines Verkehrsmittelvergleichs greift daher zu kurz, um die ökologischen Effekte vollständig zu beschreiben.

⁵⁶ Vgl. Umicore AG, Daimler AG, Öko-Institut, TU-Clausthal, 2011

⁵⁷ Vgl. Kwade & Bärwaldt, 2012

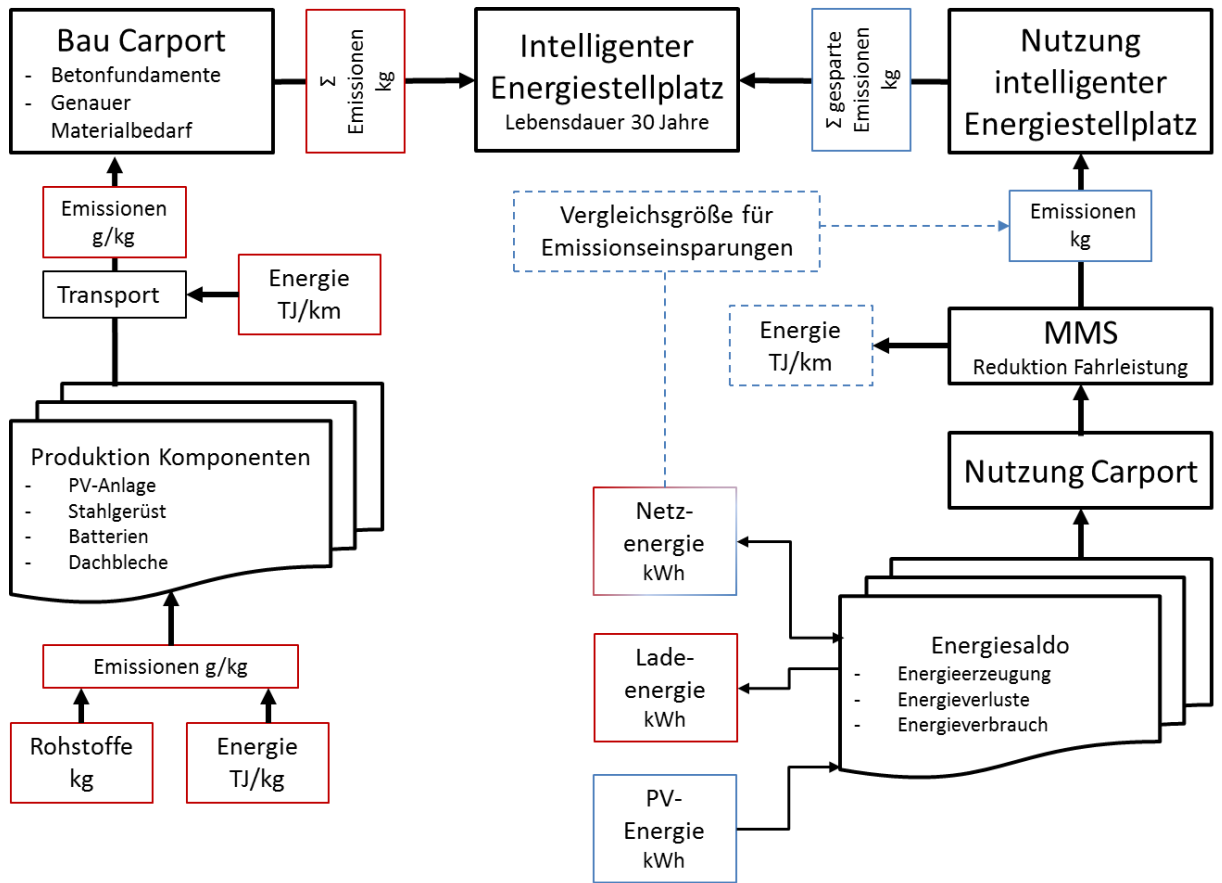


Abbildung 163: vereinfachtes Energieflussmodell IES

6.3.4 Quantifizierung der Energieflüsse während der Nutzung

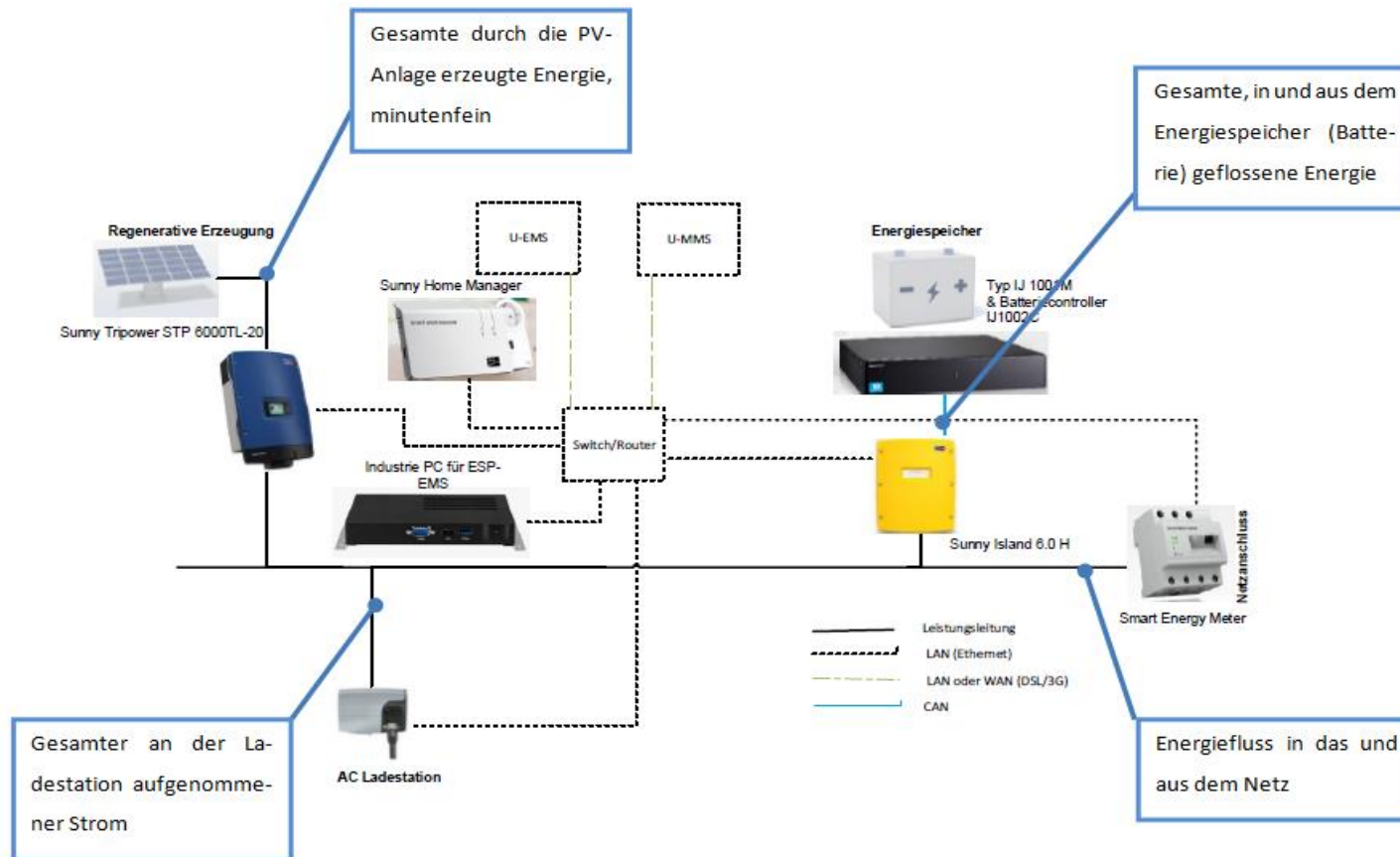


Abbildung 164: Energieflüsse im Gesamtsystem während der Nutzung

Die Datengewinnung soll möglichst umfassend erfolgen. Gerade für die Bilanzierung des Systems intelligenter Carport werden möglichst alle Energieflüsse innerhalb des Regelkreislaufs *Energieerzeugung- Energiespeicherung- Ladeenergienentnahme- Netzeinspeisung/Netzentnahme* benötigt.

Hinzu kommen die Daten der Fahrzeuge. Hier insbesondere die Fahrtweiten, die fahrzeugfein zwischen den einzelnen Ladevorgängen erbracht werden. Anhand dieser Daten wird die Verknüpfung der Systeme *Fahrzeug/Mobilitätsmanagement* und *intelligenter Carport* möglich.

6.3.5 Umweltwirkungen

Die Umweltwirkungen für den System-Carport werden anhand der Vergleichsgrößen bei unterschiedlicher lokaler Stromerzeugung bilanziert. Für das System Fahrzeug/Mobilitätsmanagementsystem werden entsprechende Vergleiche mit vorher durch Verbrennungsfahrzeuge erbrachten Fahrleistungen angestellt.

6.3.5.1 Betrachtete Umweltwirkungskategorien

Im Sinne einer umfassenden Bilanzierung der durch das System entstehenden Umweltwirkungen, wird eine weite Bandbreite an Wirkungskategorien betrachtet. Diese umfasst die im Folgenden genannten Elemente.

6.3.5.1.1 Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Der KEA gibt die Gesamtheit des primärenergetisch bewerteten Aufwands an, der im Zusammenhang mit der Herstellung, Nutzung und Beseitigung eines ökonomischen Gutes entsteht bzw. diesem ursächlich zugewiesen werden kann. Dieser Energieaufwand stellt die Summe der kumulierten Energieaufwendungen für die Herstellung (KEA_H), die Nutzung (KEA_N) und die Entsorgung (KEA_E) des ökonomischen Guts dar.

$$KEA = KEA_H + KEA_N + KEA_E$$

Der kumulierte Energieaufwand für die Herstellung umfasst dabei die primärenergetisch bewerteten Energieaufwendungen für die Herstellung des Guts selbst sowie die Gewinnung, Verarbeitung, Herstellung und Entsorgung von Fertigungs-, Hilfs- und Betriebsmittel einschließlich der Transportaufwendungen soweit sich diese quantifizieren lassen. Die Grenzen für das betrachtete System „intelligentes“-Carport liegen dabei beim Herstellungsprozess der benötigten Rohstoffe. Es liegen keine dezidierten

Kenntnisse über Energieaufwände während der Endproduktion und des Aufbaus des Carports und seiner Bestandteile vor.

Der kumulierte Energieaufwand für die Nutzung bezeichnet die beim Betrieb oder der Nutzung des intelligenten Carports auftretenden primärenergetisch bewerteten Energieaufwendungen. Diese Summe beinhaltet in der Theorie neben dem Betriebsenergieverbrauch auch den KEA für die Herstellung und Entsorgung von Ersatzteilen, von Hilfs- und Betriebsstoffen sowie von Betriebsmitteln die für Betrieb und Wartung erforderlich sind. De facto ergab sich aber in der Erprobungsphase der Anlage kein Wartungsfall. Betriebsmittel werden nur benötigt, falls der Fall eintritt, dass die Fahrzeugbatterie weder aus dem Speicher des Carports, eines angeschlossenen Staplers oder der „live“ erzeugten Solarenergie geladen werden kann. Da es sich um eine ortsfeste Einrichtung handelt entfällt der Energieaufwand für Transporte.

Der kumulierte Energieaufwand für die Entsorgung wird in der vorliegenden Studie nicht betrachtet, da die Anlagen nach der Erprobungsphase weiterhin genutzt werden sollen, und somit der Entsorgungsfall innerhalb der Projektdauer nicht eintritt.⁵⁸

6.3.5.2 Treibhausgaspotenzial (CO₂-Äquivalent)

Das Treibhauspotential wird in dieser Studie als *Global Warming Potential* bezogen auf 100 Jahre dargestellt (GPW100). Hierfür werden die Treibhauspotenziale der verschiedenen Gase während der Herstellung und Nutzungsphase des Systems intelligenter Carport summiert.

Die Formel ergibt sich dabei wie folgt:

$$GWP_{100} = \sum_i GWP_i * \text{Emissionsmenge [Kg]}$$

Die einzelnen Treibhauspotenziale gehen dabei nach den Konventionen des Kyoto Protokolls in die Berechnung ein.⁵⁹ Die Faktoren ergeben sich dabei wie folgt:

Stoff	Faktor (GWP)
CO ₂	1
CH ₄ (Methan)	21
N ₂ O	310

Tabelle 14: Global Warming Potentials ausgewählter Stoffe (UNFCCC, 2014)

⁵⁸ vgl. Verein Deutscher Ingenieure, 2012

⁵⁹ Vgl. UNFCCC, 2014

Weitere Faktoren wie zum Beispiel Fluorkohlenwasserstoffe können während der Produktion einzelner Vorläufergüter im Zuge der Herstellung entstehen und werden im Zuge der durch Emissionsdatenbanken wie PROBAS oder GEMIS vorgenommenen Bilanzierung von Vorläufer und Grundsubstanzen inkludiert. Für den Bereich Verkehr und Energie sind allerdings die ausgewählten und in Tabelle 14 dargestellten Schadstoffe maßgebend.

6.3.5.3 Versauerungspotenzial (SO₂-Äquivalent)

Das Versauerungspotenzial der Luftschadstoffemissionen wird als Äquivalente Schwefeldioxidemission angegeben. Die Versauerung betrifft hinsichtlich ihrer Wirkweise vor allem Ablagerungen in Boden und Gewässern über Niederschläge, im Allgemeinen als „saurer Regen“ bekannt. Die terrestrische beziehungsweise aquatische Versauerung hat dabei direkten Einfluss auf die Wachschancen von Organismen und Pflanzen. Das SO₂-äquivalente Versauerungspotenzial wird dabei wie folgt berechnet:

$$AP = \sum_i AP_i * \text{Emissionsmenge [Kg]}$$

Stoff	Faktor (SO ₂ -Äqv.)
SO ₂	1
HCl	0,88
NO ₂	0,70
NH ₃	0,93
H ₂ S	1,88

Tabelle 15: Versauerungspotenzial ausgewählter Stoffe (GHK, 2006)

6.3.5.4 Stickstoffoxide (NO_x)

Stickoxide, Stickstoffoxide und nitrose Gase sind Sammelbezeichnungen für die gasförmigen Oxide des Stickstoffs. Sie werden auch mit NO_x abgekürzt, da es aufgrund der vielen Oxidationsstufen des Stickstoffs mehrere Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen gibt. Teilweise wird die Abkürzung NO_x (NOX) auch synonym für die giftigen nitrosen Gase verwendet, die bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehen. Im Fokus stehen diese Luftschadstoffe aktuell vor allem aufgrund ihrer Entstehung bei Verbrennungsprozessen von Diesel in Pkw.

Die Vermeidung von NO_x als letaler Luftschadstoff ist ein Sekundärprozess des Systems „intelligenter Carport“, da durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen motorbedingte Verbrennungsprozesse allgemein vermieden werden können, und auch die Energieerzeugung frei von NO_x-Emissionen stattfindet. Etwaige NO_x-Emissionen durch das System „intelligenter Carport“ entstehen ausschließlich bei der Herstellung einzelner, für den Aufbau benötigter, Güter. Es wird also vielmehr eine Vermeidung von NO_x dargestellt. Diese ist allerdings nur im Vergleich zur Nutzung von Verbrennungsfahrzeugen relevant und eigentlich eher dem Elektrofahrzeug als der Ladinfrastruktur zuzurechnen, da auch bei der Nutzung jeder anderen Energie die Emissionen in Bereichen mit sehr geringer resultierender Immissionsbelastung entstehen.

6.3.6 Weitere Umweltwirkungskategorien

Die folgenden Umweltwirkungskategorien standen aus unterschiedlichen Gründen nicht im Fokus der Betrachtung. Dies liegt mehrheitlich daran, dass sich diese Umweltwirkungskategorien nicht direkt dem Produkt zuordnen lassen können. Dies gilt vor unter anderem für Luftschadstoffe wie zum Beispiel Feinstaub die durch den Betrieb von Elektrofahrzeugen erzeugt beziehungsweise vermieden werden.

Eine weitere Umweltwirkungskategorie stellt an dieser Stelle der Flächenverbrauch dar. Da die genutzten Fahrzeuge jedoch lediglich Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ersetzen und die Carports auf bestehenden Parkflächen errichtet werden, ist die Wirkung hier weder positiv noch negativ, sondern der Status-Quo wird erhalten.

Auf die Betrachtung von Eutrophierungs- und Ozonbildungspotenzialen wird ob des Rahmens der vorliegenden Studie verzichtet.

6.3.7 Messdaten

Für die ökologische Bewertung des Systems intelligenter Energiestellplatz (IES) und des im Projekt entwickelten Mobilitätsmanagementsystems (MMS) sind zwei unterschiedliche Datenbasen zu betrachten. Einerseits betrifft dies die Energieflüsse innerhalb des Energiestellplatzes andererseits, für das Mobilitätsmanagementsystem die Anzahl der realisierten Mitfahrten.

Die Messdatenaufnahme erfolgte minutenfein über interne Messgeräte und wurde durch die Firma itelligence zur Verfügung gestellt. Innerhalb der Datensätze werden

die unterschiedlichen Energieflüsse im System intelligentes Carport abgebildet. Die Abbildung der Energieflüsse geschieht dabei durch die folgenden Parameter:

- *Durch Photovoltaik erzeugte Energie (PVPwr):*

Dieser Parameter beschreibt den Energiegewinn durch die Photovoltaikanlage und ist grundsätzlich mit positivem Vorzeichen versehen. Hier ist, wie in Abbildung 166 exemplarisch dargestellt, eine starke jahreszeitliche Schwankung zu beobachten.

- *Durch Fahrzeuge entnommene Ladeenergie (ChargePwr):*

Dieser Parameter beschreibt die entnommene Ladeenergie am Energiestellplatz. Hierbei ist zu beachten, dass ein Energiestellplatz über zwei Ladesäulen verfügt und daher, auch bei konventioneller Ladung leicht mehr als 60 kWh pro Tag benötigt werden können.

- *Energieflüsse über die Speicherbatterie (BattPwr):*

Dieser Parameter fungiert bidirektional. Es werden zum einen Energieflüsse aus der Batterie abgebildet, zum anderen Energieflüsse in den Energiespeicher. Erstes ist immer dann nötig, wenn die Photovoltaikanlage nicht ausreichend Energie für die Ladung eines Fahrzeuges zur Verfügung stellen kann. In diesem Fall wird die benötigte zusätzliche Ladenergie zuerst über den internen Energiespeicher kompensiert und anschließend, sollte dies nicht ausreichen über Netzenergie. Wenn kein Fahrzeug geladen werden muss, wird zunächst die Batterie über die Photovoltaikanlage geladen und anschließend der überschüssige Anteil in das Netz eingespeist. Hierbei stellen, anders als bei den Messwerten, die positiven Energieflüsse diejenigen von der PV Anlage in die Batterie dar und jene mit negativem Vorzeichen die Energieflüsse aus dem Energiespeicher in ein zu ladendes Fahrzeug dar.

- *Energieflüsse in/aus dem lokalen Energienetz (GridPwr)*

Auch dieser Parameter ist bidirektional. Es besteht sowohl die Möglichkeit überschüssige Energie in das Netz des lokalen Versorgers einzuspeisen, als auch die Option, bei Bedarf, zusätzliche Energie aus dem Netz zu beziehen. Hierbei trägt die Einspeisung in das Netz zum besseren Verständnis ein positives Vorzeichen, denn es wird Energie erzeugt. Die Entnahme von Energie aus dem Netz wird durch ein negatives Signum bezeichnet.

Die betrachteten Energiestellplätze lassen sich hinsichtlich ihrer Auslastung in drei Gruppen einteilen. Dabei kann zwischen geringer, mittlerer und vergleichsweise großer Auslastung der Ladeinfrastruktur unterschieden werden. Die gewählten Beispiele unterscheiden sich zudem in der Anlagenlaufzeit, so dass absolute Wirkungsvergleiche nur über den Minimalzeitraum ab 06/2016 für alle Anlagen möglich sind.

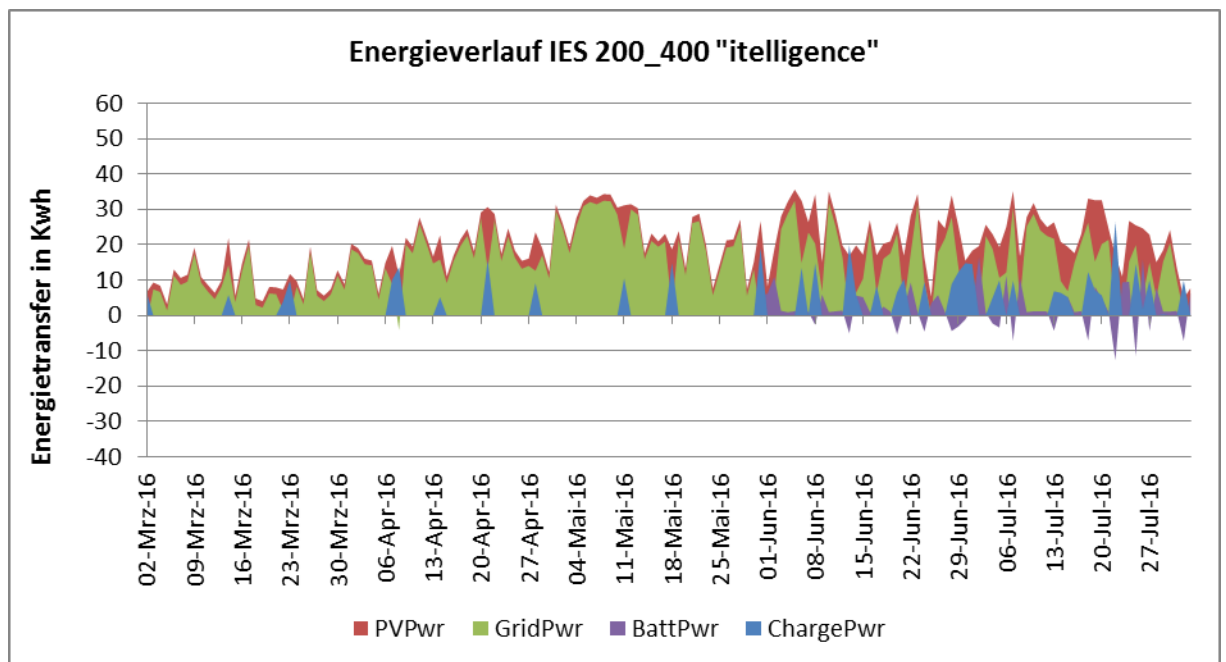


Abbildung 165: Energieflüsse des intelligenten Energiestellplatzes der Firma itelligence

Der in Abbildung 165 dargestellte Energiestellplatz weist vergleichsweise wenige Ladevorgänge bei hoher durchschnittlicher PV-Leistung auf. Dies hat zur Folge, dass 100% erneuerbare Energien in vergleichsweise großem Umfang in das Netz eingespeist werden können. Lastspitzen durch Fahrzeugladungen konnten in vollem Umfang durch PV-Anlage bei geringer Unterstützung durch den internen Energiespeicher ausgeglichen werden. Das System kommt vollständig ohne Fremdenergie aus. Die Nutzung eines Zwischenspeichers ist jedoch für die vergleichsweise geringe Anzahl an nur unter bestimmten Randbedingungen sinnvoll. Der durch die Batterie an zu ladende Fahrzeuge abgegebenen Energiemenge von 87,3 KW stehen 206 KW gegenüber, die aus der PV-Anlage in die Batterie flossen. Hier wurde also eine vergleichsweise große Menge an Energie für die Ladung/Ladungserhaltung aufgewendet. Der Wirkungsgrad beträgt in diesem Fall nur 42%. Für wenig frequentierte Energiestellplätze könnte also, bei gegeben ökologischem Strommix des lokalen Netzanbieters, ein Verzicht auf den internen Energiespeicher zugunsten effektiverer

Speichermethoden Sinn ergeben. In diesem Fall wäre ein höherer Output in das Netz möglich und Energieverluste ließen sich minimieren.

Summe Energie in KWh	ChargePwr	PVPwr	BattPwr	GridPwr (out)
	394,18	3076,7	-111,91	2281,51
Energie Gesamt	<i>Erzeugt</i>	<i>Verbraucht</i>	<i>Wirkungsgrad</i>	<i>Laufzeit</i>
	3,077 MWh	2,788 MWh	91%	153 Tage

Tabelle 16: Energiesaldo IES 200_400

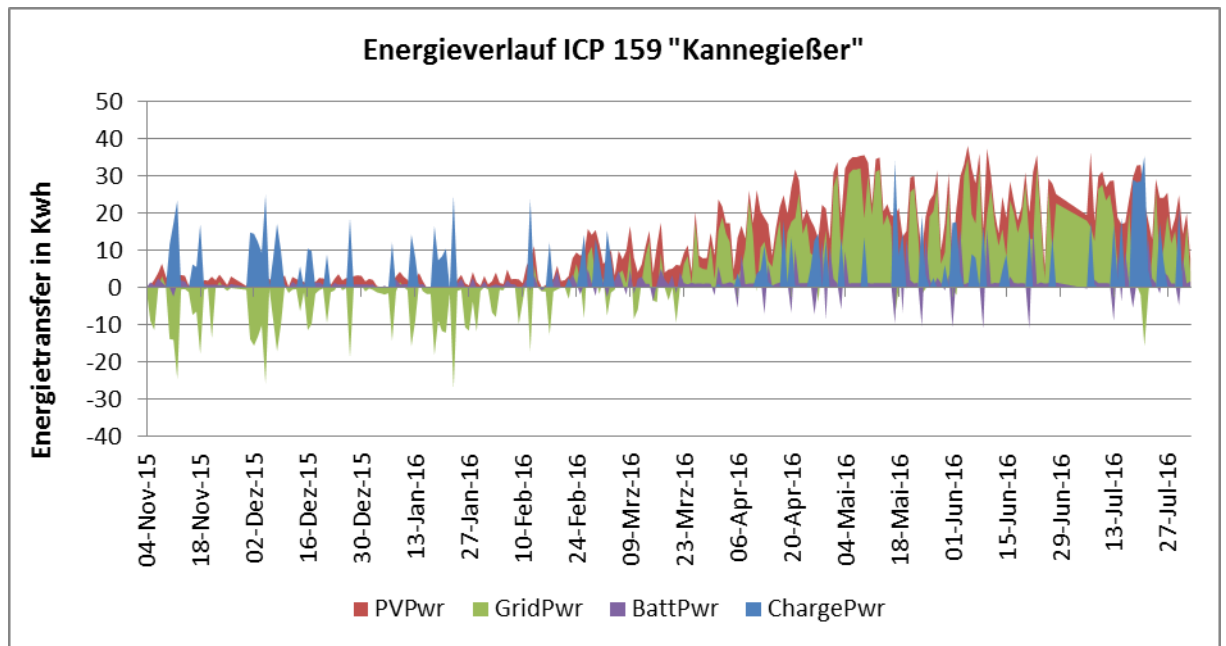


Abbildung 166: Energieflüsse des intelligenten Energiestellplatzes der Firma Kannegießer

Der in Abbildung 166 dargestellte IES weist eine geringfügig höhere Auslastung hinsichtlich der Ladevorgänge auf. Zudem wurde er schon im November 2015 in Betrieb genommen und gibt daher Aufschluss über die Funktionalität in Wintermonaten. Wenig überraschend ist diese aufgrund der geringeren Sonnenstunden deutlich eingeschränkt. Hier kommen gleich zwei momentane Nachteile der Elektromobilität respektive Energiewende zum Tragen. Zum einen ist dies der u.a. saisonal schwankende Wirkungsgrad bei der Erzeugung regenerativer Energien, zum anderen der steigende Energiebedarf der Elektrofahrzeuge, da diese nicht mit Motorabwärme geheizt werden können. Folglich musste in den Wintermonaten vermehrt Energie aus dem lokalen Netz bezogen werden. Dies war auch in den Frühjahrsmonaten und sogar im Sommer vereinzelt der Fall. Teilweise war dies der witterungsbedingt geringen PV-Leistung geschuldet, teilweise aber auch einem erhöhten Ladeenergiebedarf.

Der Energiesaldo ist jedoch nichts desto trotz deutlich positiv. Es wurde deutlich mehr Energie erzeugt als verbraucht. Jedoch liegt der Wirkungsgrad auch ob der zugeführten Fremdenergie deutlich niedriger als im betrachteten Fall 1.

Summe Energie in KW	ChargePwr	PVPwr	BattPwr	GridPwr (out)
	1014,42	3322,99	-316,75	1272,02
Energie Gesamt	<i>Erzeugt</i>	<i>Verbraucht</i>	<i>Wirkungsgrad</i>	<i>Laufzeit</i>
	3,323 MWh	2,603 MWh	78%	263 Tage

Tabelle 17: Energiesaldo IES 159 Firma Kannegießer

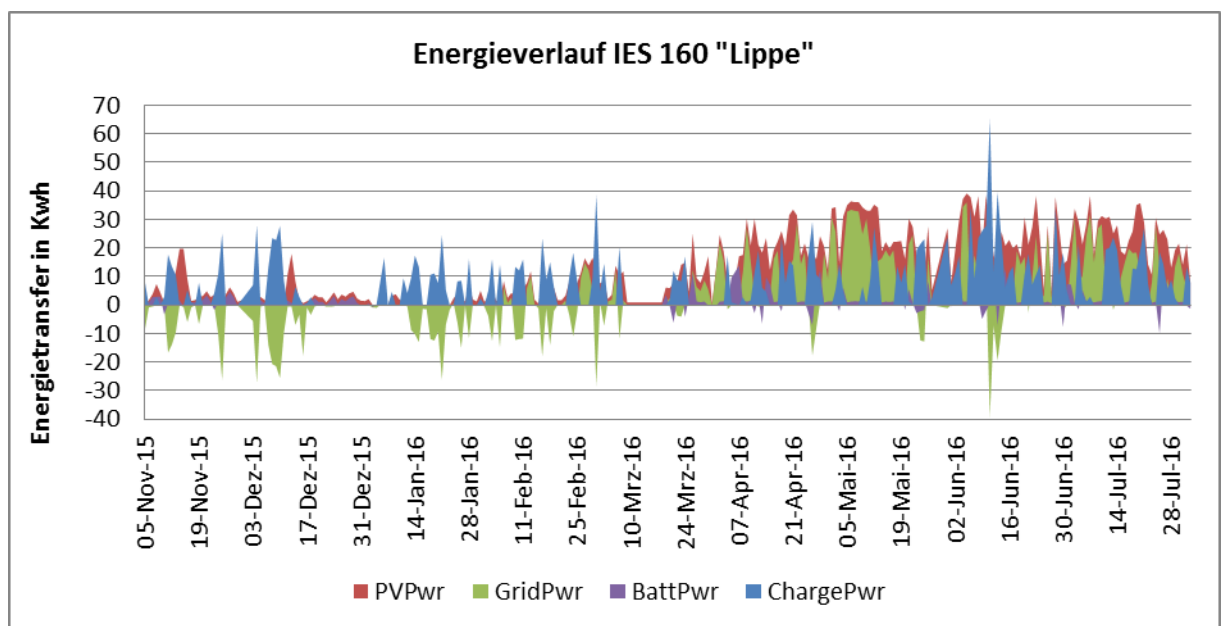


Abbildung 167: Energieflüsse des intelligenten Energiestellplatzes des Landkreis Lippe

Der in Abbildung 167 dargestellte IES des Landkreis Lippe weiß innerhalb des Projektes sowohl die längste Laufzeit, als auch die höchste Freqüentierung hinsichtlich realisierter Ladevorgänge auf. Ebenfalls ersichtlich ist hier der Einfluss von Witterung und Jahreszeit auf die Leistung der PV-Anlage. Zusätzlich sind deutlich mehr Lastspitzen durch Ladevorgänge zu kompensieren, da wohl in der Regel täglich zwei oder mehr Elektrofahrzeuge geladen wurden. In der Summe bedeutet dies eine deutlich geringere Netzeinspeisung bei vergleichsweise relativ häufiger Entnahme von Netzstrom. Der interne Energiespeicher des IES wird deutlich häufiger benötigt als bei den weniger frequentierten IES, jedoch erweist er sich häufig als unterdimensioniert. Der im Vergleich höhere Wirkungsgrad erklärt sich hier durch einen Zeitraum in dem der interne Energiespeicher ohne Funktion war, und somit auch keine Erhaltungsladung nötig war.

Summe Energie in KW	ChargePwr	PVPwr	BattPwr	GridPwr (out)
	1861,49	3511,67	-311,33	794,01
Energie Gesamt	<i>Erzeugt</i>	<i>Verbraucht</i>	<i>Wirkungsgrad</i>	<i>Laufzeit</i>
	3,511 MWh	2,97 MWh	84%	248

Tabelle 18: Energiesaldo IES 16

6.3.8 Berechnung

6.3.8.1 Herstellung

Die Berechnung der Herstellung des Carports wird überschlägig anhand der verwendeten Rohstoffe und deren Herstellung durchgeführt. Die Masse der benötigten Elemente wird für die Bilanzierung den dabei entstehenden Emissionen und der benötigten Energie zugeordnet.

Hierbei wird anhand von geeigneten Stoffstromdatenbanken wie GEMIS, ProBas oder Ecoinvent auf bestehende Datensätze für die Herstellung der Einzelelemente zurückgegriffen. Diese Form der Bilanzierung erreicht jedoch nur eine hinreichende Genauigkeit und hat keinen Anspruch auf absolute Vollständigkeit. Zumeist entziehen sich Teile des Prozesses, oder einige Bauteile der Kenntnis des Bilanzierenden. Wichtig ist hierbei, dass diese Teilprozesse hinsichtlich ihrer Aufwände keinen gravierenden Einfluss auf die Gesamtbilanz haben.

Im betrachteten Projektfall betrifft dies:

- Montageaufwände der Komponenten
- Formen der Rahmenrohre aus Stahl
- Formen des Dachblechs aus Blech
- Industrie-PC
- Befestigungsmaterial (Schrauben, Schweißdraht etc.)

Hinsichtlich des massenmäßigen Gesamtumfangs des IES sind die nicht bekannten Teile weitestgehend zu vernachlässigen. Auch die Aufwendungen für die Herstellung der fehlenden Elemente sind verglichen mit dem bilanzierten Gesamtaufwand als gering einzuschätzen. Gleiches gilt für die reinen Montage und Formleistungen. Ein einfaches Beispiel verdeutlicht dies.

Betrachtet man den Masseanteil der Komponenten überwiegen Stahl und Beton als Baustoffe mit zusammen 88% deutlich. Jedoch wird für die Herstellung der Photo-

voltaikanlage 98% der insgesamt benötigten Energie verwendet und es werden 86% der Treibhausgase emittiert.

Vor diesem Hintergrund erscheint eine Vernachlässigung der oben genannten Prozesse und Elemente als hinnehmbar.

Die einzelnen Elemente, Bauteile und deren Massen sowie die benötigte Energie und die emittierten Schadstoffe für deren Herstellung sind in Tabelle 19 ersichtlich.

Tabelle 19: Aufwände und Emissionen für die Herstellung eines IES

Material	Bauteil	Datensatz	Masse	KEA- andere	KEA- erneuerbar	KEA- nicht er- neuerbar	KEV- andere	KEV- erneuerbar	KEV- nicht er- neuerbar	NO _x	CO ₂ - Äquivalent	SO ₂ - Äquivalent
Stahl	Träger	PROBAS [1]	1627,55	0,000003	0,000001	0,000028	0,000003	0,000001	0,000028	0,004	2,400	0,006
			Σ	0,005306	0,001004	0,045734	0,005306	0,001004	0,045571	7,080	3906,120	9,993
Beton	Fundament	PROBAS [2]	2240	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000001	0,000	0,171	0,000
			Σ	0,000024	0,000075	0,002056	0,000024	0,000075	0,002054	0,907	383,040	0,735
PV-Anlage	Platten	PROBAS [3]	1,72 ⁶⁰	0,006640	0,020000	0,243000	0,006640	0,020000	0,230000	22,600	17363,000	37,400
			Σ	0,011421	0,034400	0,417960	0,011421	0,034400	0,395600	38,872	29864,360	64,328
Batterien	Schaltschrank	Ecoinvent [1]	87,27	0,000001	0,000753	0,007339	0,000001	0,000753	0,007339	2,350	508,050	7,350
Summe				4,653	10,065	131,413	4,653	10,065	125,157	49,21	34661,57	82,41
Einheit				MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	kg	kg	kg

Tabelle 20: Summierte Herstellungsaufwände IES

KEA	NO _x – Emissionen	CO ₂ – Äquivalent-Emissionen	SO ₂ – Äquivalent-Emissionen
146 MWh	49,21 kg	34.661,57 kg	82,41 kg

⁶⁰ Die Skalierung bezüglich des ProBas-Datensatzes erfolgte über die Fläche.

Für die Herstellung des Carports ergeben sich damit in Summe die in Tabelle 20 ersichtlichen Aufwände.

Die Photovoltaik-Anlage als stärkster Treiber der Herstellungsaufwände erscheint als das geeignete Element für die Lebenszeitbetrachtung des Gesamtsystems. Im verwendeten Datensatz angegeben sind dabei 30 Jahre.

Die den Herstellungsaufwänden entgegen stehenden Beträge ergeben sich aus den durch die IES erzeugten Energiesummen. Hierfür können die vorgenannten Beispiele der Energiestellplätze für die Berechnung verwendet werden. Aufgrund der langen Laufzeit und der hohen Frequentierung bietet sich dafür IES 160 an (siehe Tabelle 18).

Um in Jahresscheiben rechnen zu können werden die fehlenden Monate August, September und Oktober jeweils durch eine Duplizierung Monate Juli, Juni und April generiert. Dieses sehr einfache Hilfsmittel erlaubt es, die überrepräsentierten Wintermonate zu kompensieren und ein sinnvolles Jahresmittel hinsichtlich des Energiesaldos zu berechnen.

Tabelle 21: Beispielhaft auf ein Jahr erweitertes Energiesaldo von IES 160

Summe Energie in KW	ChargePwr	PVPwr	BattPwr (in)	GridPwr (out)
	2.757,49	5.634,31	-503,82	16.00,86
Energie Gesamt	<i>Erzeugt</i>	<i>Verbraucht</i>	<i>Wirkungsgrad</i>	<i>Laufzeit</i>
	5,634 MWh	4,861 MWh	86%	365

6.3.8.1.1 Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Bei einer insgesamt im Jahr genutzten Energiemenge von 4,861 MWh ergibt sich über die Lebensdauer von 30 Jahren eine Gesamtenergiemenge von **145,83 MWh**. Eine Energetische Abschreibung des IES ist somit nach 27 Jahren möglich. Als Ergebnis ist dies zunächst ernüchternd, jedoch stellen die verwendeten Daten aus ProBas eine extrem konservative Schätzung und die Obergrenze des Energieaufwandes für die Herstellung einer PV-Anlage dar.

6.3.8.2 Grid-Wechselwirkungen

Um im weiteren Verlauf die CO2 Einsparungen durch die in das Netz eingespeiste Solarenergie berechnen zu können, muss an dieser Stelle Klarheit über die Ver-

gleichsbasis erlangt werden. Dafür werden die unterschiedlichen lokalen sowie der bundesdeutsche Strommix betrachtet. Als Vergleichsszenarien wurden schließlich die Energiezusammensetzungen der Bundesrepublik und die der Stadtwerke Lemgo gewählt. Erstere, da sie für eine universelle Einschätzung besser erscheint, letztere um den Standortspezifischen Besonderheiten Rechnung zu tragen. Die Energieversorger Stadtwerke Vlotho entfielen, da Sie mit 100% erneuerbaren Energien die Vergleichsebene verzerrt hätten und die Blomberger Versorgungsbetriebe GmbH entfiel aufgrund der großen Ähnlichkeit zum Strommix auf Bundesebene.

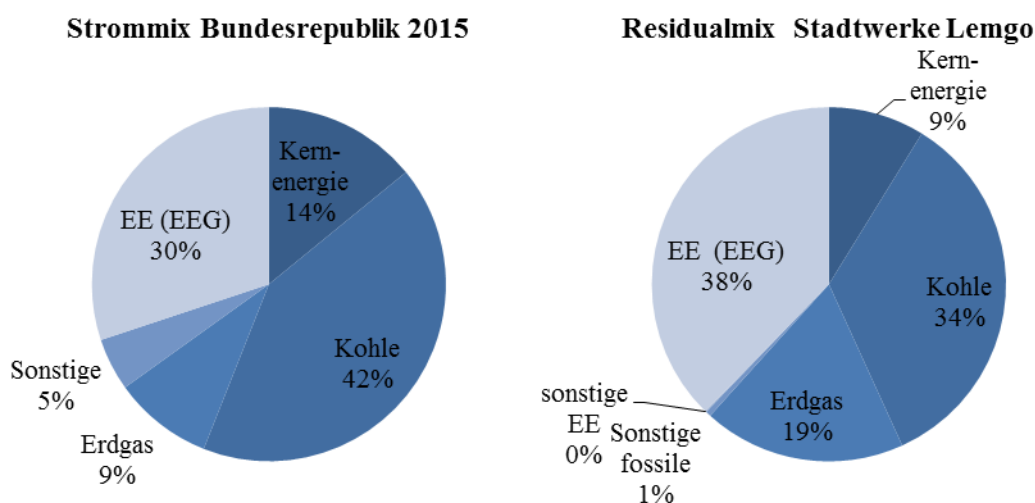


Abbildung 168: Residualmix BRD 2015 (AGEE, 2015) **Abbildung 169: Residualmix Lemgo 2016** (Stadtwerke Lemgo, 2016)

Aus den unterschiedlichen Zusammensetzungen der Energiemixe wurden mit Hilfe der spezifischen Emissionsfaktoren für einzelne Stromerzeugungsarten aus den aktuellen CLIMATE CHANGE Berichten der Bundesregierung (UBA, 2014) die in Tabelle 22 ersichtlichen Gesamtemissionsfaktoren berechnet.

Tabelle 22: Summierte Emissionsfaktoren für verwendete Strommixe

Schadstoff	CO ₂ -Äq(g/kwh)	NOX (g/kwh)	SO ₂ -Äq(g/kwh)
Lemgo 2016	459,70	0,5102	0,6022
BRD 2015	492,57	0,4655	0,6089

Diese können nun als Gegenpart für die eingespeiste, beziehungsweise verwendete Energie genutzt werden. In diesem Fall ergibt sich für das Berechnungsbeispiel nach Tabelle 21 das folgende Bild über die Lebensdauer der Anlage.

Tabelle 23: Gegenwerte Energiesaldo

Emissionswert Einge- speiste Energie	CO ₂ -Äq kg	NO _x kg	SO ₂ -Äq kg
Lemgo 2016	65737,1	72,9586	86,1146
BRD 2015	70437,51	66,5665	87,0727

Dem gegenüber stehen die Aufwände nach Tabelle 20. Für einen angenommenen statischen Strommix bedeutet dies über die Lebensdauer der Anlage je nach Vergleichsebene die in Tabelle 24 ersichtliche Vermeidung von negativen Umweltwirkungen.

Tabelle 24: Eingesparte Emissionen gegenüber der Verwendung konventioneller Strommixe bei statischer Betrachtung

Eingesparte Emissionen gegenüber:	CO ₂ -Äq kg	NO _x kg	SO ₂ -Äq kg
Lemgo 2016	31075,53	23,7486	3,7046
BRD 2015	35775,94	17,3565	4,6627

Den in der obigen Tabelle errechneten Einsparpotenzialen liegt die Annahme zugrunde, dass nur ein ohnehin vorhandener Energiebedarf gedeckt wird, und keine neuen Bedarfe induziert werden.

Rechnet man mit einem sich verändernden Strommix während der Lebensdauer des IES verändern sich die Ergebnisse jedoch deutlich. Dem zu Grunde liegen die Prognose bzw. die Ziele des bundesweiten Strommix bis zum Jahr 2050 (Umweltbundesamt, 2013). Die Gegengewichte zum vom IES erstellten Strom verändern sich dabei wie in Abbildung 170 ersichtlich.

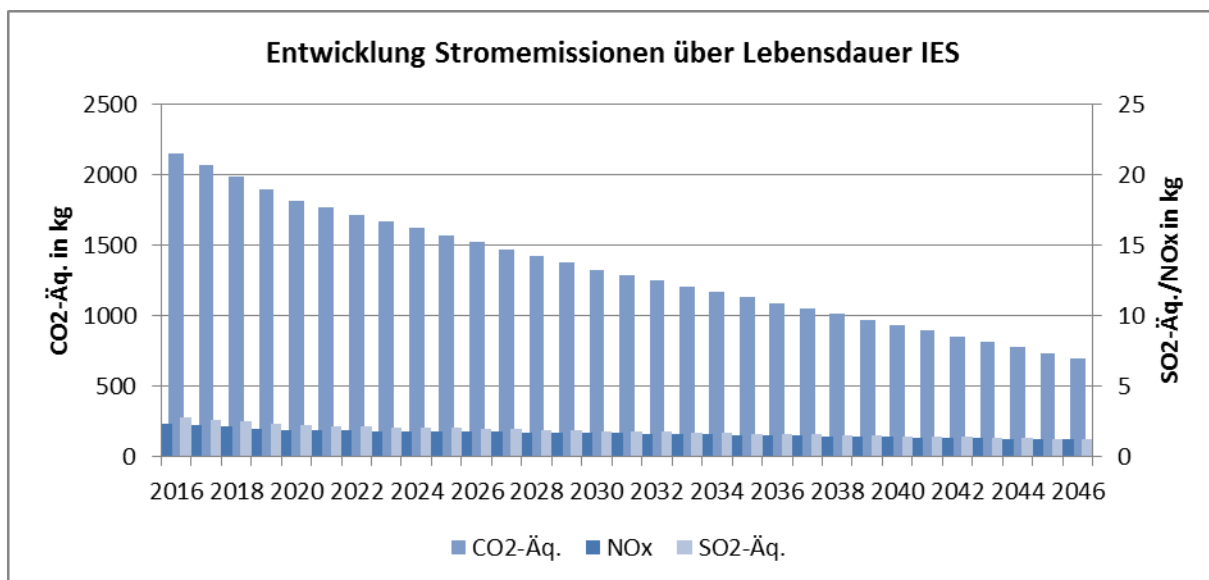


Abbildung 170: Entwicklung der elektrizitätsbedingten Emissionen des IES über die Lebensdauer

Die kontinuierliche Verringerung der betrachteten Emissionsfaktoren während der Lebensdauer des IES hat zu folge, dass sich auch die Bilanz über die Lebensdauer des IES verschiebt. Diese ist in Tabelle 25 dargestellt.

Tabelle 25: Einsparpotenzial von Emissionen gegenüber der Verwendung des bundesdeutschen Strommixes bei dynamischer Entwicklung bis 2046

Eingesparte Emissionen gegenüber:	CO2-Äq kg	NO _x kg	SO2-Äq kg
BRD 2016-2046	6651,07	2,12	-25,68

6.3.8.3 Mobilitäts-Management-System

Während der Projektdauer wurden 36 Mitfahrten realisiert. Diese beliefen sich über eine Distanz von 1.029,21 km. Schwer fällt die Interpretation des Einsparpotenzials anhand der Anzahl der Mitfahrer. Während bei lediglich einem Mitfahrer wohlwollen davon ausgegangen werden kann, dass dieser ansonsten, so es zur Verfügung steht, einen eigenes Kfz genutzt hätte, wird diese Einschätzung bei mehr Nutzern schwieriger. Zudem besteht des Weiteren die Möglichkeit, dass der betreffende Weg ohne das neue Angebot nicht zurückgelegt worden wäre, oder aber mit einem Verkehrsmittel des Umweltverbundes. In diesem Fall wäre der Nutzen des MMS nicht mehr, oder nur in sehr geringen Maße vorhanden.

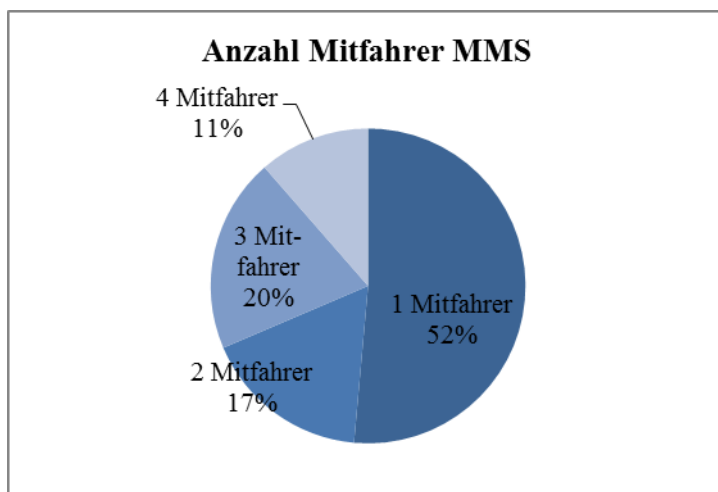


Abbildung 171: Anzahl der Mitfahrer bei realisierten Fahrten mit MMS

Nach Abbildung 171 ergeben sich damit eingesparte Fahrleistungen zwischen 1.029,2 km und 1.986,9 km, mit den Emissionsfaktoren für einen durchschnittlichen Fahrtzustand innerorts der bundesdeutschen Flotte im Bezugsjahr 2015 nach HBEFA 3.2 ergeben sich daraus folgende Einsparpotenziale.

Eingesparte Emissionen durch vermiedene Fahrten	CO ₂ -Äq kg	NO _x kg	SO ₂ kg
Minimal	164,13	0,35713	0,001
Maximal	316,83	0,6895	0,002

Tabelle 26: Während der Projektlaufzeit eingesparte Emissionen durch MMS

Die Ergebnisse nach Tabelle 25 beziehen sich dabei in ihrer Bandbreite auf die Annahmen, dass für eine minimal mögliche Reduktion lediglich eine zusätzliche Fahrt eingespart wurde. Für die maximale Emissionsreduktion wurde die Anlage zu Grunde gelegt, dass alle Mitfahrer alternativ einen eigenen Pkw genutzt hätten. Letztere Annahme stellt somit wirklich das maximal mögliche Potenzial dar, wird aber in der Praxis derart nicht häufig anzutreffen sein.

6.3.9 Bewertung der Ergebnisse

Das System IES kann als solches einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten. Die Höhe dieses Beitrages ist dabei zentral abhängig von der Frage, ob durch ein attraktives Angebot eine Mehrnutzung von Pkw oder ein Mehrverbrauch an Energie induziert wird. Setzt man ein unverändertes Mobilitäts- und Konsumverhalten der Nutzer voraus, besitzen sowohl das IES, als auch das Mobilitätsmanagementsystem das Potenzial einen Beitrag zu Klimaschutz und Luftreinhaltung im urbanen Bereich zu leisten.

Dieser Beitrag erscheint für den IES zunächst als relativ gering, da die Aufwände für die Herstellung erst zum Produktlebensende hin kompensiert werden. Jedoch sei an dieser Stelle auf die große Varianz bei der Bilanzierung der Herstellung von Photovoltaik-Anlagen verwiesen. Der genutzte Datensatz stellt den Worst-Case eines Produktionsvorganges dar. Andere Quellen gehen zum Teil von deutlich niedrigeren Energieaufwänden für die Herstellung aus. Hierbei kann es zu einer Differenz bis hin zu Faktor Drei kommen.⁶¹ Es ist also davon auszugehen, dass die energetische Abschreibung auch deutlich eher erfolgen kann.

Ein wichtiger Beitrag besteht darüber hinaus in der Rolle des IES als Teil der Energiewende im Zuge eines zukünftigen Micro-Grid-Systems.

Das im Projekt entwickelte Mobilitäts-Management-System bietet gleichwohl noch deutlich höhere Potenziale für die Einsparung von Verkehrsbedingten Emissionen. Trotzdem die Nutzung im Projekt noch etwas zaghafte anließ, würden bei einer unveränderten Frequentierung während der Lebensdauer des IES ungefähr 10 t CO₂ eingespart. Gelingt es eine derartige Mobilitätskultur des Teilens zu etablieren, werden die Einsparungen durch das IES schon in wenigen Jahren deutlich überstiegen.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu: Technische Universität Dresden - Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr (Auftragnehmer)

⁶¹ Vgl. Alsema, Frankl & Kato, 1998

6.4 Bewertung der regional-ökonomischen Wirkungen

Im Rahmen des Verbundprojekts „EMiLippe“ wird seit dem Jahr 2013 die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum unter optimaler Nutzung erneuerbarer Energien vorangetrieben. Die Projektlaufzeit endet am 31.08.2016. Zum Ende des Förderzeitraumes sollten die gesamt- und regionalökonomischen Wirkungen des Projektes „EMiLippe“ in einer abschließenden Bewertung analysiert werden. In diesem Kontext wurden folgende Fragestellungen vertiefend untersucht:

Welche Effekte haben die elektrischen Mobilitätsangebote auf...

- ... die Wertschöpfung und das Einkommen der Bürgerinnen und Bürger im Kreis Lippe?
- ... die Beschäftigungs- und Ausbildungsangebote im Kreis Lippe?
- ... das Humankapital, Wissenschaft und Forschung im Kreis Lippe?
- ... die Standortqualität und das Image des Kreises Lippe?
- ... den Bereich erneuerbare Energien im Kreis Lippe?
- ... Steuereinnahmen (Finanzverwaltung) und Steuerbelastungen (Kommunen, Privatunternehmen und Arbeitnehmer) im Kreis Lippe?

Als Wirkungsräume wurden die Bundesrepublik Deutschland, die Region Ostwestfalen-Lippe sowie der Kreis Lippe definiert. Die Wirkungen des Projektes „EMiLippe“ werden mit besonderem Fokus auf der Kreisebene analysiert.

6.4.1 Analyseebenen

Zur Abgrenzung der Wirkungsbereiche wurden die Analyseebenen Wertschöpfung- und Beschäftigung, Steuereinnahmen und -belastungen, Humankapital & Forschung- und Entwicklung, Standortqualität und Image sowie Erneuerbare Energien definiert.

Im Rahmen der Ermittlung regionalwirtschaftlicher Effekte ist grundsätzlich eine Unterscheidung zwischen tangiblen und intangiblen Wirkungen vorzunehmen. Während die tangiblen Effekte eine unmittelbare Bewertung anhand quantifizierbarer Werte zulassen, umfassen die intangiblen Effekte alle Wirkungen, die sich einer direkten monetären Bewertung entziehen.

- Im Bereich der tangiblen Effekte können direkte wirtschaftliche Effekte, indirekte wirtschaftliche Effekte und induzierte wirtschaftliche Effekte differenziert werden. Die Berechnung der tangiblen Effekte erfolgt im Bereich der Analyseebenen Wertschöpfungs- und Beschäftigung sowie Steuereinnahmen und -belastungen.
- Intangible Effekte sind nicht messbar, können aber z.B. verbesserte Standortfaktoren umfassen. Hierzu zählen beispielsweise Struktureffekte, Kompetenzeffekte, Netzwerk- und Kooperationseffekte, Imageeffekte oder auch kulturelle Effekte. Die Ermittlung der intangiblen Effekte wird für die Analyseebenen Humankapital sowie Forschung- und Entwicklung, Standortqualität und Image sowie Erneuerbare Energien vorgenommen.

6.4.2 Tangible regionalökonomische Wirkungen: Direkte, indirekte und induzierte Effekte

Die tangiblen (regional)ökonomischen Wirkungen des Projektes „EMiLippe“ setzen sich aus drei Komponenten zusammen:

- Direkte Effekte stellen die primären Produktions-, Beschäftigungs- und Einkommenseffekte dar, die direkt bei einer Einrichtung oder durch eine Baumaßnahme entstehen. Hierzu zählen produzierte Güter (Vorleistungen) und vor allem geschaffene Arbeitsplätze sowie die Einkommen der Beschäftigten.
- Indirekte Effekte entstehen aus laufenden Betriebsausgaben und Investitionen, die zu entsprechender Produktion, Beschäftigung und Einkommen bei Zulieferern führen.
- Induzierte Effekte spiegeln die Wirkungen der direkt und indirekt entstandenen Einkommen der privaten Haushalte wider. Damit hängen induzierte Effekte ausschließlich von der regionalen und sektoralen Konsumstruktur und dem Konsumverhalten der privaten Haushalte ab.

Gesamtwirtschaftlicher Effekt = Summe der *direkten*, *indirekten* und *induzierten* Effekte

Berechnung der tangiblen Effekte

Input-Output-Analyse

- Die Ermittlung der (regional)ökonomischen Wirkungen des Projektes „EMiLippe“ erfolgt schwerpunktmäßig mittels einer Input-Output-Analyse. Mit Hilfe dieses Verfahrens können die Auswirkungen von Nachfrageveränderungen einer Branche oder einer Einrichtung dieser Branche auf die Produktion, das Einkommen und die Beschäftigung in einer Region bestimmt werden
- Grundlage für die Input-Output-Analyse bildet die aktuelle Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für Deutschland. Die Tabelle stellt die wirtschaftliche Verflechtung von Branchen sowie das gesamte Güteraufkommen und seine Verwendung für das Jahr 2010 dar. Die Verflechtungsmatrix (Quadrant I) gibt an, welche Waren und Dienstleistungen in welchem Umfang zur Herstellung in einer anderen Branche benötigt wurden. In der Endnachfragematrix (Quadrant II) sind die Nachfrage (Konsum) der privaten Haushalte und des Staates, die Investitionen und die Exporte enthalten. Die Primärmatrix (Quadrant III) zeigt wieviel Arbeit, Kapital und Gewinn (Bruttowertschöpfung) in die Herstellung eingeflossen sind und wieviel eine Branche importiert hat.
- Für die Bestimmung regionalwirtschaftlicher Effekte wird eine regionale Input-Output-Tabelle benötigt. In Deutschland sind regionale Tabellen jedoch mit wenigen Ausnahmen (z.B. für Baden-Württemberg in den 1980er Jahren) nicht verfügbar, so dass zunächst eine eigene Tabelle für den regionalen Verflechtungsraum „EMiLippe“ erstellt werden muss.
- Ausgangsbasis bildet die amtliche Tabelle für Deutschland, die mit Hilfe von Standortquotienten regionalisiert wird. Eine zentrale Rolle spielt die Bestimmung der regionalen Im- und Exporte, die als Ein- bzw. Ausfuhren über die Regionsgrenze zu interpretieren sind. Hierfür kommt eine geringe Modifizierung der CHARM-Methode (Cross-Hauling adjusted Regionalisation Method) zum Einsatz. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Erstellung einer regionalen Tabelle mit mehreren Annahmen verbunden ist (z.B. identische Vorleistungsstrukturen) und die Ergebnisse daher nur als Schätzungen zu interpretieren sind.
- Um die Wirkungen aus der Umsetzung des Projektes „EMiLippe“ abschätzen zu können, müssen die nationale und die regionale Input-Output-Tabelle um die wirtschaftliche Verflechtung des Projektes zu anderen Branchen ergänzt werden.

Grundlage hierfür sind detaillierte Angaben zu Zahlungsströmen im Rahmen des Projektes, die nach 66 Wirtschaftsabteilungen zusammengefasst werden.

- Das von der CIMA erarbeitete Berechnungsverfahren basiert auf einem offenen statischen Leontief-Modell mit Endogenisierung der privaten Haushalte. Offene und statische Modelle werden schwerpunktmäßig für Wirkungsanalysen eingesetzt und gehen dabei von konstanten Input- bzw. Output-Koeffizienten (statisch) und einer exogen vorgegebenen Endnachfrage (offen) aus.
- Durch die Endogenisierung der Haushalte wird die Berechnung von induzierten Effekten ermöglicht. Innerhalb des Modells werden mehrere sogenannte Multiplikatorrunden (Leontief-Inverse) entsprechend der wirtschaftlichen Verflechtung der Branchen berücksichtigt. Mit Hilfe der Multiplikatorrunden können Wertschöpfungsketten in die Berechnung integriert und die jeweiligen Effekte kumuliert werden. Wird beispielsweise ein neues Auto angeschafft (Nachfrageimpuls), so müssen – stark vereinfacht – in der zweiten Runde die Beschaffung und der Transport von Blechen für den Fahrzeugbau und in der dritten Runde die Gewinnung von Kohle und Eisenerz zur Stahlerzeugung berücksichtigt werden. Allerdings nehmen die Effekte mit jeder weiteren Multiplikatorrunde stark ab, so dass spätere Runden in der Regel nur noch marginale Steigerungen der indirekten und induzierten Effekten zur Folge haben.

Ergebnisse tangible Effekte

Investitionen und laufende Betriebskosten	Primärimpuls	indirekte und induzierte Effekte	Gesamteffekt (Inland)	Multiplikator (Typ-II)	Primärimpuls am Gesamteffekt in %	Anteil der Region am Gesamteffekt
in Euro	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Deutschland	1.984.845	520.551	2.505.395	1,3	79,2%	
Ostwestfalen-Lippe*	1.493.494	464.309	1.957.803	1,3	76,3%	78,1%

* Die Wertschöpfungseffekte entfallen mit rund 67 Prozent auf den Kreis Lippe.

Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes; Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit; Angaben aus dem Projekt „EMiLippe“; Ergebnisse regional kumuliert
Berechnungen und Schätzungen der CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, 06/2016

Tabelle 27: Übersicht über die Wertschöpfungseffekte

Investitionen und laufende Betriebskosten	Primärimpuls	indirekte und induzierte Effekte	Gesamteffekt (Inland)	Multiplikator (Typ-II)	Primärimpuls am Gesamteffekt in %	Anteil der Region am Gesamteffekt
in Arbeitsplätzen	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Deutschland	24	17	41	1,7	58,0%	
Ostwestfalen-Lippe*	24	14	38	1,6	62,4%	93,0%

* Die Beschäftigungseffekte entfallen mit Ausnahme weniger Beschäftigter auf den Kreis Lippe.

Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes; Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit; Angaben aus dem Projekt „EMiLippe“; Ergebnisse regional kumuliert
Berechnungen und Schätzungen der CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, 06/2016

Tabelle 28: Übersicht über die Beschäftigungseffekte

Investitionen und laufende Betriebskosten	Primärimpuls	indirekte und induzierte Effekte	Gesamteffekt (Inland)	Multiplikator (Typ-II)	Primärimpuls am Gesamteffekt in %	Anteil der Region am Gesamteffekt
in Euro	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Deutschland	1.647.380	207.830	1.855.210	1,1	88,8%	
Ostwestfalen-Lippe	1.647.380	189.680	1.837.059	1,1	89,7%	99,0%

Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes; Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit; Angaben aus dem Projekt „EMiLippe“; Ergebnisse regional kumuliert
Berechnungen und Schätzungen der CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, 06/2016

Tabelle 29: Übersicht über die Einkommenseffekte

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Die im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ getätigten Investitionen und Ausgaben generieren volkswirtschaftlich insgesamt nur geringe Effekte in den Bereichen Wertschöpfung, Beschäftigung und Einkommen. Dies wird vor allem an den geringen Multiplikatoren sichtbar, die die Projektausgaben (Primärimpuls) zum erzielten Gesamteffekt in Beziehung setzen. Liegen die jeweiligen Multiplikatoren nur geringfügig über dem Basiswert von 1, werden nur sehr geringen zusätzliche Effekte generiert. Die meisten Multiplikatoren liegen üblicherweise zwischen 1,5 und 2. Im Verarbeitenden Gewerbe sind in ausgewählten Branchen auch Werte deutlich über 2 anzutreffen.
- Allerdings muss im Rahmen des untersuchten Projektes berücksichtigt werden, dass die regionalen Effekte in Ostwestfalen-Lippe (OWL) und im Kreis Lippe stärker ausfallen. In der Regel nimmt die Stärke des relativen Effektes (Multiplikator) bei der Betrachtung größerer Untersuchungsräume zu, weil sich Vorleis-

tungen bzw. die wirtschaftlichen Verflechtungen auf ein größeres Gebiet, z.B. ein Bundesland oder Deutschland insgesamt, beziehen. Im vorliegenden Fall besteht eine extrem intensive Verflechtung des Projektes innerhalb von OWL, sodass auf regionaler Ebene geringfügig höhere Multiplikatorwerte erreicht werden.

Ermittlung der intangiblen Effekte

Durchführung von leitfadengestützten Experteninterviews

Die Ermittlung der intangiblen Effekte erfolgt auf Basis leitfadengestützter Experteninterviews mit den Vertretern der Projektpartner. Insgesamt wurden sechs Gespräche geführt, darunter mit folgenden Akteuren:

- Kreis Lippe, Detmold
- Phoenix Contact E-Mobility GmbH
- Herbert Kannegiesser GmbH
- itelligence AG
- Hochschule Ostwestfalen-Lippe
- inIT – Institut für industrielle Informationstechnik, Lemgo
- Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), Lemgo

Regionale Ausgangssituation

Intangible Effekte des Projektes „EMiLippe“

Regionale Ausgangssituation zur Einordnung der Wirkungszusammenhänge (I)

- Der Kreis Lippe sowie die Region Ostwestfalen-Lippe sind laut Aussage der Gesprächspartner grundsätzlich durch sehr gute Kooperationsstrukturen, eine hohe regionale Identität sowie eine starke regionale Verbundenheit der lokalen Wirtschaft charakterisiert.
- Mit zahlreichen Unternehmen der Elektroindustrie und dem Maschinen- und Anlagenbau sowie renommierten wissenschaftlichen Einrichtungen in den Bereichen Automatisierung und industrielle Informationstechnik zählt Ostwestfalen-Lippe zu einem der stärksten Hightech-Standorte in Deutschland. Die Region gilt vor diesem Hintergrund als Vorreiter in der Entwicklung und Anwendung intelligenter technischer Systeme (Industrie 4.0). Mit dem im Jahr 2012 im Zuge der Hightech-Strategie durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung

(BMBF) als Spitzencluster ausgezeichneten Technologie-Netzwerk it's OWL verfügt die Region über eine überregionale Ausstrahlungskraft. Das Technologiennetzwerk hat nach Einschätzung der Gesprächspartner viele regionale Akteure aktiviert und zur Sichtbarkeit der Region nach innen und außen beigetragen.

Regionale Ausgangssituation zur Einordnung der Wirkungszusammenhänge (II)

- Die Region weist aus Sicht der Gesprächspartner einen Schwerpunkt im Bereich Erneuerbare Energien auf. Bereits im Jahr 2009 bilanzierte der Kreis Lippe seine eigene Strombilanz. Insbesondere die Energiequellen Photovoltaik und Biogas zeichneten sich in den vergangenen Jahren durch steigende Werte aus. Mit Anteilen von jeweils zehn Prozent an der Stromproduktion (2012) in der Region verfügen die beiden Energiequellen über einen hohen Stellenwert in der Region.
- Das Projekt „EMiLippe“ wurde im Jahr 2011 im Rahmen der jährlichen Energiemesse in Lemgo initiiert. Die Konzeption und Entwicklung erfolgte getrieben durch den Kreis Lippe in enger Kooperation mit den beteiligten Projektpartnern. Die Projekthalte des BMU geförderten Projektes „EMiLippe“ setzen sich bewusst von denen der Förderinitiative „Schaufenster Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ab.
- Die Kreisverwaltung Lippe sowie einige der interviewten Akteure verfolgen das Ziel den Kreis Lippe bzw. die Region Ostwestfalen-Lippe als „Referenzregion für Elektromobilität und erneuerbare Energien im ländlichen Raum“ zu positionieren. Das Projekt „EMiLippe“ stellt im Kontext dieser strategischen Zielsetzung eine von verschiedenen Aktivitäten im Handlungsfeld Elektromobilität dar.

Struktureffekte

Einfluss auf die strategische Regionalentwicklung

„EMiLippe“ als Teil einer Diversifizierungsstrategie in Ostwestfalen-Lippe

Mit dem Projekt „EMiLippe“ wurden Weichen für zukünftige strategische Regionalentwicklung des Kreises Lippe und der Region Ostwestfalen-Lippe gestellt.

- Das Projekt „EMiLippe“ wird als Teil einer Diversifizierungsstrategie der Region Ostwestfalen-Lippe verstanden. Die bereits bestehenden Kompetenzen im Bereich Automatisierung und Informations- und Kommunikationstechniken (IKT)

sollen dabei laut Aussage der Gesprächspartner in neue Anwendungs- bzw. Technologiefelder transferiert werden.

- Auf der Kreisebene in Ostwestfalen-Lippe existieren bereits viele Initiativen zum Thema erneuerbare Energien und Elektromobilität. Diese sind aus Sicht der Gesprächspartner jedoch vielfach nicht in eine Gesamtstrategie eingebettet und vernachlässigen zumeist die vorhandenen technologischen Kompetenzen.
- Vor dem Hintergrund der vorhandenen Potenziale, d.h. der ländlichen Gebietsstruktur mit polyzentrisch verteilten Klein- und Mittelstädten, einer starken mittelständisch geprägten Wirtschaft, dem technologischen Know-how sowie der Vielzahl bestehender Initiativen im Bereich erneuerbarer Energien und Elektromobilität soll eine strategische Neuausrichtung des regionalen Entwicklungskonzeptes 2020 erfolgen.

Projekte und Initiativen im Bereich Elektromobilität & erneuerbare Energien

Das Projekt „EMiLippe“ weist Synergieeffekte mit anderen Projekten und Initiativen im Bereich Elektromobilität und erneuerbare Energien in der Region Ostwestfalen-Lippe bzw. dem Kreis Lippe auf. Folgende Projektauswahl wird exemplarisch angeführt:

- Elektrisch bewegt. Mobilitätsnetz Gesundheit, Bedarfsgerechte gesundheitsorientierte Nutzung der Elektromobilität
- elektrisch.mobil.owl [Dorfauto], Entwicklung und Umsetzung durch erneuerbare Energien gespeister elektromobiler Mobilitätsangebote
- AnyPLACE, Entwicklung einer modularen Smart-Meter-Plattform
- Innovationszentrum im „Energie+Dorf“ Dörentrup, Entwicklung eines "Living Lab,, im Sinne eines "Smart Energy Village“ mit einer funktionalen Bedeutung als Repräsentationsprojekt für die Energiegewinnung und -nutzung im ländlichen Raum.
- Elektromobilrallye WAVE in Dörentrup, Awareness im Bereich Elektromobilität
- E-MOTION, Förderung der Elektromobilität durch die kommunalen Energieversorger der Region Ostwestfalen-Lippe
- Projekt Pfleg!E-mobil (Uni Bielefeld & DRK Soziale Dienste OWL), Erprobung von Elektromobilität im Anwendungskontext/ Flotteneinsatz

- Energie Impuls OWL e.V., Netzwerk mit 130 Mitgliedern zur Intensivierung der Anwendung von Zukunftsenergien in OWL

Struktureffekte

Synergieeffekte zum Innovation Campus Lemgo

Konzeption und Zielsetzung des Innovation Campus Lemgo

- Das Konzept des in der Entwicklung befindlichen Innovation Campus Lemgo sieht die zentralen Wachstumskerne „Industrial Automation“, „Life Sciences Technologies“ und „Future Energy“ vor. Das Campus-Konzept zielt in allen drei Ebenen auf die Implementierung von Science-to-Business Strukturen ab. Entlang der Innovationskette „Bildung-Forschung-Wirtschaft“ sollen neue und vorhandene Akteure vernetzt werden. Der Wachstumskern „Future Energy“ des Innovation Campus Lemgo wurde aus Sicht der Gesprächspartner durch die Entwicklungen und die Zusammenarbeit im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ gestärkt.

„EMiLippe“ generiert neue Produkte und technologische Grundlagen (I)

Mit dem Projekt „EMiLippe“ wurden neue Produkte sowie in Entstehung befindliche Geschäftsmodelle generiert. Darüber hinaus wurde die technologische Basis geschaffen, die eine Ausweitung der Technologien und Verfahren auf andere Anwendungsfelder der erneuerbaren Energien und Elektromobilität ermöglicht. Die Outcomes sind auch für einen überregionalen Einsatz bzw. die Fachwelt von großer Relevanz.

- Im Zuge des Projektes „EMiLippe“ wurde durch die beteiligte itelligence AG eine IT-Plattform entwickelt und damit intelligente Vernetzung der Objekte Energiestellplatz, regenerative Ladesäule und Fahrzeug realisiert. Das Roaming-System fungiert als Schnittstelle zwischen Erneuerbaren Energien und Elektromobilität und ermöglicht die garantierte Einspeisung von 100% erneuerbarer Energie an den jeweiligen Standorten. Seitens der beteiligten Projektpartner ist eine Weiterentwicklung und Vermarktung des Systems sowie die Übertragung der Technologie auf andere Anwendungsfälle angedacht.

„EMiLippe“ generiert neue Produkte und technologische Grundlagen (II)

- Mit dem Projekt „EMiLippe“ werden neue Formen der Energiespeicherung mit dem Ziel eines Lastenausgleiches der Energienetze erprobt. Das Verfahren befindet sich aktuell in der Testphase. Gelingt die vorgesehene Speicherung der Energie im Fahrzeug (Flurförderzeug), ist nach Einschätzung der Gesprächspartner eine Ausweitung des Verfahrens, z.B. im Bereich der Intralogistik möglich. Die Firma Kannegießer erwägt damit einhergehend weitere Investitionen, z.B. in neue Lithium-Ionen betriebene Flurförderzeuge, in Abhängigkeit der Ergebnisse der Testphase.
- Der im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ entwickelte Energiestellplatz mit der dazugehörigen regenerativen Ladesäule dient als technologisches Grundmodell für die Einspeisung erneuerbarer Energien in Elektrofahrzeuge. Eine Ausweitung der Technologie auf andere Energiequellen und Anwendungsfelder bzw. Mobilitätskonzepte ist möglich.

Standortfaktoren durch „EMiLippe“ aufgewertet und Ansiedlungen befördert

Das Projekt „EMiLippe“ hat zu einer Aufwertung der Standortfaktoren und Stärkung der regionalen Wirtschaft im Kreis Lippe beigetragen.

- Im Rahmen des Projektes wurde der Aufbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge realisiert.
- Der Bau des Innovationszentrums im „Energie+Dorf“ Dörentrup wurde u.a. durch die Aktivitäten im Projekt „EMiLippe“ angestoßen sowie durch die gebündelte Vermietung des Gebäudes an die Teams der elektromobilitätsrelevanten Förderprojekte realisierbar. Perspektivisch sollen das Konzept des Innovationszentrums und die am Standort bestehenden Kompetenzen zielführend für die Akquise weiterer EU-, Bundes- und Landesmittel eingebracht werden.
- Darüber hinaus wird die Ansiedlung des neuen Kannegießer Standortes mit bislang rund 60 Mitarbeitern in Kalletal im Kreis Lippe unter anderem durch die Erfahrungen und gute Zusammenarbeit zwischen der Kreisverwaltung dem Unternehmen im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ begründet.

„EMiLippe“ befördert die Arbeit der regionalen Forschungseinrichtungen

Das Projekt „EMiLippe“ bewirkte Folgeaufträge für die regionale Forschungslandschaft sowie die Entwicklung und erfolgreiche Finanzierung von Folgeprojekten.

- Im Zuge des Projektes fungierten die assoziierten Projektpartner, darunter u.a. die Forschungseinrichtungen der Hochschule Ostwestfalen-Lippe und das Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA) als Unterauftragnehmer. Ausgehend von dem Projekt „EMiLippe“ wurden durch die beteiligten Unternehmen im Weiteren auch Folgeaufträge an die wissenschaftlichen Einrichtungen vergeben.
- Aufbauend auf das Projekt „EMiLippe“ wurde durch gemeinschaftlich durch die Kreise Lippe und Höxter das Folgeprojekt das „Smart Country Side“ im Rahmen des Projektauftrags „Regio.NRW“ beantragt. Das Projekt zielt auf die Entwicklung innovativer, über digitale bzw. mobile Endgeräte nutzbarer Lösungen ab, durch die Mobilität und Partizipation im ländlichen Raum verbessert bzw. erhöht werden sollen. Das Projekt wurde mit einer Laufzeit von drei Jahren (04/2016 – 04/2019) und einem Fördervolumen von rund 850.000,- Euro im Rahmen des OP EFRE NRW durch das Land Nordrhein-Westfalen bewilligt.

Lernerfahrungen und Aufbau von Kompetenzen

- Durch das Projekt „EMiLippe“ konnten wichtige Kompetenzen bei den beteiligten Projektpartnern aufgebaut werden. Dabei werden seitens der Unternehmen insbesondere die Kooperationen mit den wissenschaftlichen Einrichtungen als besonders wertvoll beurteilt. Die Firma Kannegießer führt wichtige Lernerfahrungen im Bereich Remote Access und elektrische Antriebstechnik an, die neue Impulse für bestehende Fachabteilungen des Unternehmens ermöglicht haben. Die PHOENIX CONTACT E-Mobility GmbH benennt Kompetenzerweiterungen in der High-level Communication mit dem Fahrzeug. Grundsätzlich wird von den Projektakteuren angemerkt, dass die wesentlichen Erfahrungswerte in der kürzlich angelaufenen Erprobungsphase erwartet werden.
- Als weiterer Effekt des Projektes wird der Kompetenzgewinn der involvierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Praxisanwendung der Elektromobilität benannt. Die in dem Flottenprojekt bereitgestellten Elektrofahrzeuge erfreuten sich großer Beliebtheit. Die Kenntnisse über die Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik haben sich deutlich verbessert und Vorbehalte gegenüber der Technologie wurden abgebaut. Vereinzelt entschieden sich Mitarbeiter im Rah-

men des Projektes für den Kauf eines Elektrofahrzeugs. Es kann angenommen werden, dass die Kaufentscheidung positiv durch die im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ generierten Erfahrungen beeinflusst wurde.

„EMiLippe“ im Kontext der Ausbildung und Fachkräftesicherung

- Das Projekt „EMiLippe“ wurde vereinzelt durch die Unternehmen im Programm der betrieblichen Ausbildung aufgegriffen. Besonders ist der Fall des Unternehmens Kannegießer hervorzuheben, bei dem der Projektleiter zugleich die Funktion des Ausbildungsleiters wahrnahm.
- Die PHOENIX CONTACT E-Mobility GmbH hat darüber hinaus kürzlich am Standort Schieder-Schwalenberg ein neues Bildungszentrum eröffnet. Die wissenschaftlichen Einrichtungen der Region, insbesondere die Hochschule OWL werden seitens des Unternehmens als wichtige Kooperationspartner benannt. Die bereits erprobte Zusammenarbeit im Projekt „EMiLippe“ könnte sich vor diesem Hintergrund positiv auf die Ausbildungs- und Qualifizierungsmöglichkeiten in der Region auswirken.
- Als weiterer Aspekt der Aus- und Weiterbildung ist der duale Austausch zwischen Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich Studierender zu nennen. Während der Projektlaufzeit wurden bei dem Unternehmen Kannegießer mehrere Abschlussarbeiten mit Bezug zu dem Projekt „EMiLippe“ erstellt. Auf der Seite der Unternehmen können entsprechende Maßnahmen neben einem inhaltlichen Erkenntnisgewinn auch zur Fachkräftesicherung beitragen. Auf Seite der Wissenschaft wird eine anwendungsorientierte Forschung ermöglicht.

„EMiLippe“ stärkt Kooperationsstrukturen und befördert den regionalen Wissenstransfer

Das Projekt „EMiLippe“ hat aus Sicht aller Projektbeteiligten zur einer Stärkung und Intensivierung der zum Teil bereits bestehenden Kooperationsbeziehungen beigetragen. Der Kreis Lippe übernahm dabei als Projektkoordinator eine Transfer- und Moderationsfunktion.

- Als besonders wertvoll wird die neue Kooperationsachse zu dem bislang weniger involvierten Softwareunternehmen itelligence bewertet. Für die Bearbeitung anderer Forschungsprojekte ist bereits eine Zusammenarbeit der itelligence AG mit der der Hochschule Ostwestfalen-Lippe geplant.

- Auch die PHOENIX CONTACT E-Mobility GmbH gibt an, ihre Austauschbeziehungen mit den regionalen Forschungseinrichtungen ausgebaut zu haben
- Zwischen den Unternehmen Kannegießer und itelligence wurde während der Projektlaufzeit ein neuer Rahmenvertrag geschlossen, der insbesondere für das Software Unternehmen positive Effekte im Bereich der Akquise bewirkte.
- Darüber hinaus erfolgte auch ein überregionaler Wissensaustausch, u.a. mit dem Austausch mit dem Spitzencluster Elektromobilität Süd-West in Baden-Württemberg, der perspektivisch noch weiter intensiviert werden soll.

Imagewirkungen des Projektes „EMiLippe“ vergleichsweise gering

Die Imagewirkungen des Projektes „EMiLippe“ fallen sowohl regional als auch überregional gering aus. Insgesamt werden die bereits vorhandenen Potenziale und Kompetenzen (z.B. eine hohe Anzahl eingesetzter Elektrofahrzeuge) der Region in den Bereichen Elektromobilität und erneuerbare Energien laut Einschätzung der Gesprächspartner vielfach nicht wahrgenommen.

- Ein geringer Effekt wird dem Projekt hinsichtlich der Sichtbarkeit des Themas Elektromobilität zugesprochen. Die neu entstandenen Infrastrukturen, wie das Innovationszentrum und die öffentlich sichtbaren Energiestellplätze in Lemgo und Detmold haben zu einer größeren Präsenz des Projektes beigetragen.
- Aufgrund der isolierten Projektarchitektur erfolgte sowohl im Kontext des Spitzenclusters it's OWL, als auch mit der lokalen Bevölkerung nur ein sehr geringer Austausch. Die Öffentlichkeit wurde vor allem durch Presseberichte über das Projekt informiert.

Auch überregional ist das Projekt „EMiLippe“, trotz einer Präsentation auf der Hannover Messe 2016 und vereinzelt Austauschbeziehungen zu anderen E-Mobilitätsprojekten und -akteuren nach Einschätzung der Gesprächspartner relativ unbekannt.

Keine nennenswerten kulturellen Effekte durch „EMiLippe“

- Bislang hatte das Projekt „EMiLippe“ sehr geringe Auswirkungen auf die Wahrnehmung von Mobilität und erneuerbaren Energien im Kreis Lippe bzw. der Region Ostwestfalen-Lippe. Insbesondere aufgrund der geringen Interaktion blieben die kulturellen Effekte aus.

- Mit einer Etablierung als „Referenzregion für Elektromobilität und erneuerbare Energien im ländlichen Raum“ besteht jedoch die Chance für eine Entwicklung kultureller Effekte. Hier zählt die Veränderung soziale Verhaltensmuster, z.B. im Sinne einer größeren Verbreitung der Shared Economy (Car Sharing, Bike-Sharing), der Nutzung neuer Antriebstechniken oder einer zunehmenden Verbreitung der dezentralen Energieversorgung. Damit einhergehend besteht die Möglichkeit Klima- und Umweltschutz in der Region nachhaltig stärken, einen verbesserten Zugang zu Mobilitätsangeboten ermöglichen und die regionale Identifikation steigern.

Positive Bewertung der Anschlussmöglichkeiten und Entwicklungsperspektiven

Das Projekt „EMiLippe“ bietet aus Sicht der Gesprächspartner vielfältige Anschlussmöglichkeiten für neue Forschungs- und Entwicklungskonzepte und für die damit verbundene Entwicklung der Region. Konkrete Entscheidungen zur Zielsetzung oder weitergehende Projekt Konzeptionen liegen diesbezüglich jedoch noch nicht vor. Die weitere Ausrichtung wird u.a. von den Ergebnissen der Erprobungsphase abhängig gemacht.

- Grundsätzlich sehen die Beteiligten große Potenziale für die Skalierung des Systems in einem größeren und breiteren Kontext. Die Projektarchitektur könnte bei erfolgreicher Funktionalität auf zusätzliche Verkehrsträger, wie Pedelecs, E-Bikes, oder E-Roller, andere regenerative Energieträger, beispielsweise Windenergie oder Biogas sowie weitere Standorte und Akteure, darunter einerseits weitere Unternehmen, insbesondere Energieversorger, Car Sharing Unternehmen, Verkehrsunternehmen einschließlich des ÖPNV und andererseits auch auf lokale Vereine oder Verbände ausgeweitet bzw. für entsprechende Modelle modifiziert werden.
- Damit einhergehend besteht das Potenzial neue Produkte und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die auch außerhalb des Kreises Lippe bzw. der Region Ostwestfalen-Lippe zum Tragen kommen können.
- Für die erfolgreiche Entwicklung neuer Forschungs- und Entwicklungskonzepte wird ein zielgerichteter und ergebnisorientierter thematischer Fokus als besonders wichtig erachtet.

- Ein intensiverer Austausch mit den anderen überregionalen Energie und Mobilitätsprojekten wird in diesem Zusammenhang als sinnvoll erachtet.
- Bislang existiert in der Region Ostwestfalen-Lippe noch keine einheitliche Elektromobilitätsstrategie. Besondere Potenziale werden jedoch darin gesehen, die bestehenden Industrie 4.0 Kompetenzen in die neuen Anwendungsfelder Elektromobilität und erneuerbare Energien einzubringen. Mögliche Strategien werden bislang jedoch nicht auf der regionalen Ebene diskutiert.
- Die Effekte des Projektes „EMiLippe“ sind gesamtwirtschaftlich nur gering. Allerdings entfalten sie eine ungewöhnlich hohe regionale Wirkung. Hierbei spiegelt sich die starke Einbindung von regionalen und lokalen Partner wider, die zu entsprechend großen relativen Wirkungen (Multiplikatoren) führt.
- Die nicht monetär messbaren Wirkungen des Verbundprojektes „EMiLippe sind grundsätzlich vorteilhaft für den Kreis Lippe und die Region Ostwestfalen-Lippe zu bewerten. Die im Zuge des Projektes entwickelten Produkte und technologischen Grundlagen entfalten positive Wirkungen für die beteiligten Akteure sowie für die zukünftige strategische regionale Entwicklung der Region. Dabei ergeben sich die Effekte besonders im Zusammenspiel mit parallelen regionalen Entwicklungen im Bereich Elektromobilität und erneuerbare Energien.
- Während die Struktur-, Kompetenz- und Netzwerkeffekte klar benannt werden konnten, sind Image- und kulturelle Effekte des Projektes „EMiLippe“ bislang nicht deutlich erkennbar. Eine Nachhaltigkeit des Projektes ist insofern gegeben, dass die aufgebauten Kooperationsstrukturen größtenteils im Rahmen neuer bzw. Folgeprojekte weiter geführt werden.

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

Liefert zu:

CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH (Auftragnehmer)

7. Marketing und Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit und das damit verbundene Marketing waren eine weitere grundlegende Querschnittsaufgabe im Projekt. Diese dienten dazu, über das Projekt und dessen Inhalte in regelmäßigen Abständen zu informieren, Außenstehende dafür zu sensibilisieren und zu aktivieren sowie aktuelle und potentielle Nutzer der zu entwickelnden Konzepte für E-Mobilität im Ländlichen Raum in geeigneter Weise anzusprechen. Alle wesentlichen Bausteine wie Veranstaltungen, Publikationen, Veröffentlichungen sind in diesem Kapitel dargestellt. In passender Kombination und engem Zusammenhang mit Beratung und Information wurde das Projekt auf diversen Veranstaltungen und vielen Symposien vorgestellt.

7.1 Marketing

Hierfür wurde unter anderem die bereits im Forschungsprojekt „ELEKTRISCH BEWEGT. Mobilitätsnetz Gesundheit“ entwickelte Dachmarke „Elektrisch Bewegt“ genutzt. Unter der Dachmarke „Elektrisch Bewegt“ werden die im thematischen Dreieck geführten Aktivitäten, wie Elektromobilität (EM) und Erneuerbare Energie (EE) im Ländlichen Raum (LR), des Kreises Lippe mit unterschiedlichen Projektpartnern platziert bzw. vorgestellt und auf der Website www.elektrisch-bewegt.de veröffentlicht. Dazu gehören die Projekte „ELEKTRISCH BEWEGT. Mobilitätsnetz Gesundheit“, „elektrisch.mobil.owl“, „EMiLippe“ und das „Innovationszentrum für Elektromobilität und Erneuerbare Energie im Ländlichen Raum“. Zielgruppe der Projekte und dieses Informationsportals sind Touristen, Mobilitätseingeschränkte, Kurgäste, die sog. „Best Ager“ in den ostwestfälisch-lippischen Kurorten und Heilbädern, aber auch der ÖPNV-Nutzer, Zweitwagen-Besitzer, Pendler und Wirtschaftsverkehr im ländlichen Raum sowie Unternehmen aus der Region.

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences

Lippewirtschaft

Home | Kontakt | Ansprechpartner | Suche | Impressum
Schriftgröße:

Mobilitätsnetz Gesundheit | mobil.owl | EMiLippe | AnyPLACE | Innovationszentrum | Aktuelles

216 hatten war die weltweit größte E-Mobil Rallye - die Wave Trophy zu Gast in Lippe - Dörentrup am Innovationszentrum für Elektromobilität und Erneuerb

Elektromobilität in Lippe

Auf diesen Seiten werden die unter der Dachmarke „Elektrisch Bewegt“ im thematischen Dreieck Elektromobilität (EM) und Erneuerbare Energie (EE) im Ländlichen Raum (LR) geführten Aktivitäten der Kooperationspartner Wirtschaftsförderung Kreis Lippe und Hochschule Ostwestfalen-Lippe vorgestellt. Die Arbeiten werden in den beiden EFRE-Projekten „Elektrisch Bewegt. Mobilitätsnetz Gesundheit“ und „elektrisch.mobil.owl“ sowie dem Leuchtturmprojekt der Bundesregierung „EMiLippe“ organisiert und mit Unterstützung weiterer Projektpartner durchgeführt. Zielgruppe der Projekte und dieses Informationsportals sind Touristen, Mobilitätseingeschränkte, Kurgäste und die sog. „Best Ager“ in den ostwestfälisch-lippischen Kurorten und Heilbädern, aber auch der ÖPNV, Zweitwagen-Besitzer und Pendler sowie Wirtschaftsverkehr im ländlichen Raum.

**Tourismus
Mobilitätsnetz
Gesundheit**

gefördert von

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Raum, Verkehr und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

**ÖPNV / IV-Verkehr
mobil.owl**

gefördert von

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Raum, Verkehr und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

**Wirtschaftsverkehr
EMiLippe**

gefördert von

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

**Innovationszentrum
für Elektromobilität und
Erneuerbare Energie im
Ländlichen Raum**

Abbildung 172: Screenshot von der Startseite www.elektrisch-bewegt.de

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences

Lippewirtschaft

Home | Kontakt | Ansprechpartner | Suche | Impressum

Schriftgröße: - + Drucken

Mobilitätsnetz
Gesundheit

mobil.owl

EMiLippe

AnyPLACE

Innovationszentrum

Aktuelles

EMiLippe » Projektvorstellung

Projektvorstellung "EMiLippe"

Einführung und Motivation

Der Ländliche Raum weist für die Mobilitätsanforderungen der Bewohner Besonderheiten auf, die sich von denen der Ballungsräume grundsätzlich unterscheiden. So ist beispielsweise die Zweitwagendichte hier signifikant höher als in Metropolregionen, und auch die gefahrene Kilometerzahl pro Pkw ist in ländlichen Gebieten höher als in urbanen Gebieten. Schlechtere Mobilitätsalternativen steigern die Bedeutung von Pkws in ländlichen Regionen im Gegensatz zu Städten zunehmend. Damit offenbaren sich unterschiedliche Mobilitätsmuster und -verhaltensweisen, die sowohl quantitativ als auch qualitativ eine intensive Berücksichtigung finden müssen in dem Bestreben der Bundesregierung, ihre Klimaschutzziele und ihre Ziele in Bezug auf den „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“ zu verwirklichen, u.a. bei der Implementierung von Infrastruktur in der Fläche der Region.

Diese Rahmenbedingungen gelten insbesondere auch für die **arbeitsbedingte Mobilität – die Wirtschaftsverkehre**. Unter Wirtschaftsverkehr sollen hier Mobilitätsanforderungen verstanden werden, die sich aufgrund einer regional verteilten Anordnung von Standorten eines Unternehmens und deren betrieblichen Erfordernissen ergeben. Auch dies ist gerade in der Gebietskulisse „Ländlicher Raum“ ein wichtiger Aspekt, da in verschiedenen Arbeitsbereichen (Industrie, Verwaltung, Bildung/Forschung) sehr oft verteilte Standorte zu bedienen sind und diese Verkehre durch Individualverkehre realisiert werden müssen.

Thema und Zielstellung

Ziel des hier vorgestellten Projekts ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im Ländlichen Raum, unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Akteure sind räumlich verteilte

Abbildung 173: Screenshot von der Projektseite EMiLippe

Zudem wird das Projekt „EMiLippe“ auf den Websites der Partnerunternehmen präsentiert. Wichtigen Anteil in der Öffentlichkeitsarbeit hatte der interne und externe Austausch und Dialog mit allen zu beteiligenden Akteuren.

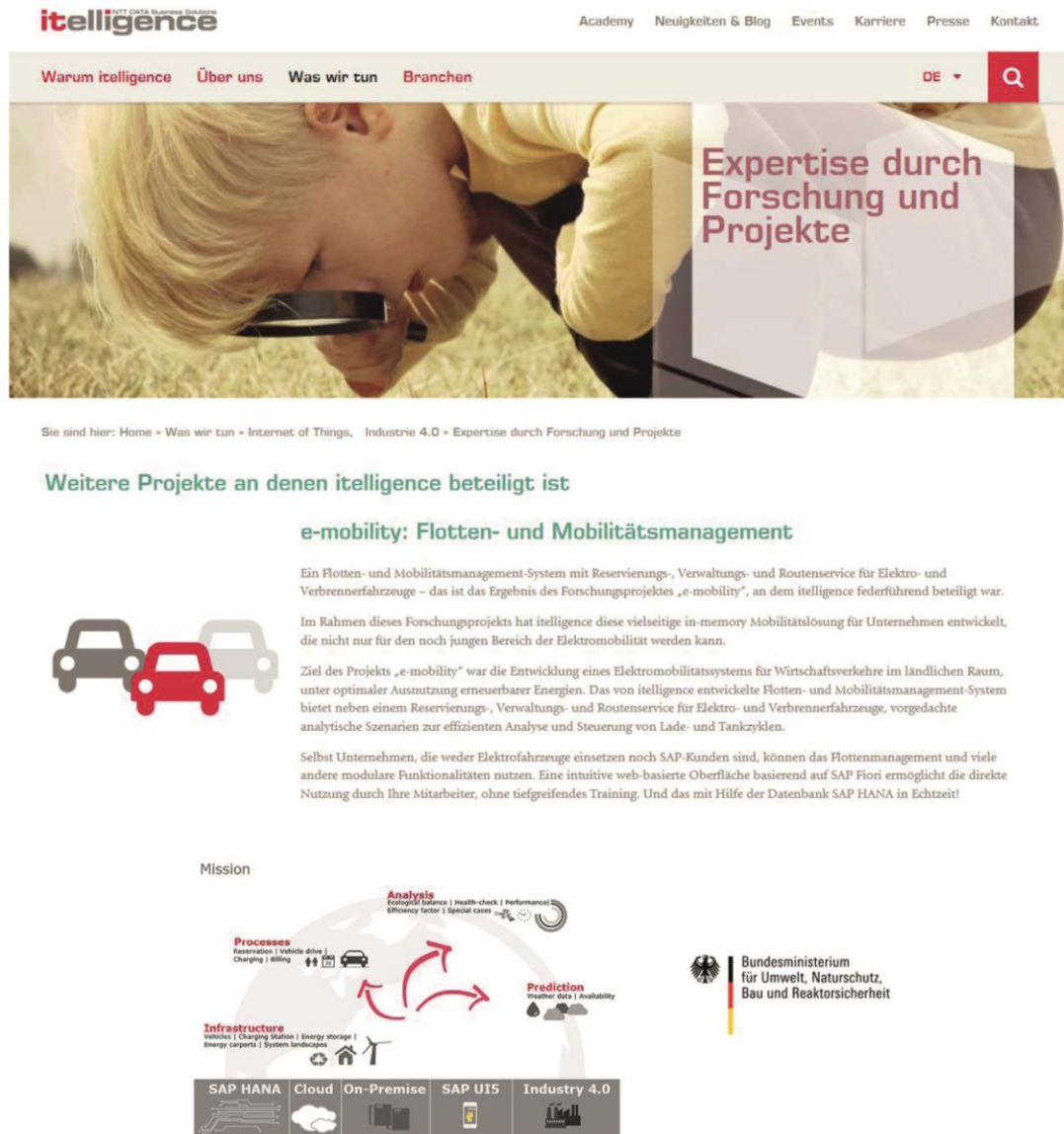


Abbildung 174: Screenshot von der Website itelligencegroup.com/de/what-we-do/industrie-4-0/expertise-durch-forschung/

Das Grafik-Design im Print, das Screen-Design der Website und das Design der Fahrzeug und Schaltschrank Beklebung/Beschriftung sind aufeinander abgestimmt, so dass die Wiedererkennbarkeit gewährleistet ist.



Abbildung 175: Seitenansicht der Beklebung am Beispiel. des E-UP! vom Kreis Lippe



Abbildung 176: Frontansicht der Beklebung am Beispiel. des E-UP! vom Kreis Lippe



Abbildung 177: Fahrzeug Beklebung E-Fahrzeug itelligence



Abbildung 178: Schaltschrank Beklebung am Innovationszentrum in Dörentrup

Projektflyer „EMiLippe“

Der Projektflyer wurde erstellt um anderen Unternehmen und Interessierten zu verdeutlichen, worum es in dem Projekt geht, welche Ziele verfolgt werden und welche einzelne Komponente in dem Projekt entwickelt wurden.

Assoziierte Projektpartner

Die folgenden Bildungs- und Forschungseinrichtungen sind als assoziierte Partner in einzelne Technologieentwicklungen und den Aufbau von Test- und Demonstrationssystemen über Unteraufträge der vier Projektpartner eingebunden:

- Hochschule Ostwestfalen-Lippe
- inIT – Institut für industrielle Informationstechnik der Hochschule OWL
- Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA)
- OWITA – Ostwestfälisches Institut für Innovative Technologien in der Automatisierungstechnik GmbH

Kontakt

Projektkoordination:
 Kreis Lippe – Der Landrat
 Dr. oec. Klaus Schafmeister
 Stephan A. Vogelskamp
 Felix Fechenbach-Strasse 5
 32756 Detmold
 k.schafmeister@kreis-lippe.de
 s.vogelskamp@kreis-lippe.de
 Tel. 05231/62-591
 Fax. 05231/63011-1055

Projektpartner:
 Phoenix Contact E-Mobility GmbH
 Helmut Friedrich
 hfriedrich@phoenixcontact.com
 Tel. 05235/343890

Kannegiesser
 Herbert Kannegiesser GmbH
 Falk F. Mehrmann
 fmehrmann@kannegiesser.de
 Tel. 05273/128260

itelligence
 itelligence AG
 Mark Albrecht
 mark.albrecht@itelligence.de
 Tel. 0521/91448510

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
 University of Applied Sciences
 Hochschule Ostwestfalen-Lippe
 Prof. Dr.-Ing. Stefan Witte
 stefan.witte@hs-owl.de
 Tel. 05261/702-116

inIT
 Institut für industrielle Informationstechnik
 inIT – Institut für industrielle Informationstechnik der Hochschule OWL
 Prof. Dr.-Ing. Stefan Witte
 stefan.witte@hs-owl.de
 Tel. 05261/702-116

Fraunhofer
 IOSB-INA
 Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA)
 Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jaspemeite
 juergen.jaspemeite@iosb-ina.fraunhofer.de
 Tel. 05261/702-572

OWITA
 OWITA – Institut für Innovative Technologien in der Automatisierungstechnik GmbH
 Prof. Dr.-Ing. Volker Lohweg
 volker.lohweg@owita.de
 Tel. 05261/28896-0

EMiLippe

Zusammenführung von Elektromobilität und Erneuerbarer Energie für intelligente Wirtschaftsverkehre im Ländlichen Raum durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)



gefördert durch:




Ziele des Projekts

Ziel des hier vorgestellten Projekts „EMiLippe“ (Elektromobilität in Lippe) ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im Ländlichen Raum, unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Akteure sind räumlich verteilte Unternehmen und Institutionen, die jeweils über eigene Elektrofahrzeugflotten verfügen. Diese Elektrofahrzeugflotten der einzelnen Akteure werden durch erneuerbare und möglichst auch eigen-erzeugte Energie gespeist. Die besonderen Anforderungen in diesem Projekt ergeben sich auch dadurch, dass die Flottenfahrzeuge von Mitarbeitern an verschiedenen Standorten gemeinsam genutzt werden, und auf diese Weise eine hohe Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen räumlich und zeitlich zu gewährleisten ist. Um den Anspruch eines hochwertigsten Mobilitätssystems erfüllen zu können, werden folgende Aspekte bedacht und bearbeitet:

- Installation eines Roaming-Konzeptes für die E-Fahrzeugflotten der Akteure (spätere Basis für ein übergreifendes Car-Sharing-Konzept)
- Bezug der Energie für die Fahrzeuge aus eigenen, lokalen Micro-Grids oder von einem regionalen Energieerzeuger
- Integration der regionalen Energieversorger
- Organisation der Roaming-Konzepte für den Austausch von Energie zwischen den Micro-Grids der Eigenenergieerzeuger untereinander sowie mit den regionalen Energieerzeugern als Ausgleich für fremdbezogenen Strom auf Basis von IKT
- Erzeugung des eingesetzten Stroms aus erneuerbaren Energien
- Schaffung einer Leitwarte zur Steuerung der Flotten und der Energieflüsse
- Entwicklung eines skalierbaren und auch für Unternehmenszusammenschlüsse nutzbarer Gesamtkonzeptes
- damit verbundene spezifische Themen sind Abrechnung, Buchung und Mobilitätsplanung

Laufzeit des Projekts

Die Laufzeit des Projekts erstreckt sich über den Zeitraum vom 03.09.2013 bis zum 31.08.2016.



Inhalte und Umsetzung des Projekts

Die Struktur des Projekts ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Es werden im Rahmen dieses Projektes drei neue Produkte bis zur Prototypphase entwickelt, die Kernelemente für Wirtschaftsverkehre auf Basis erneuerbarer Energien im Ländlichen Raum darstellen und die gemeinsam als Gesamtsystem im Kreis Lippe erprobt werden sollen.

Die Firma **Phoenix Contact E-Mobility** entwickelt eine sogenannte „regenerative Ladesäule“. Diese Komponente stellt die Ladeschnittstelle zum Fahrzeug dar, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Energie komplett aus erneuerbarer Energie bereitgestellt wird, und die dazu notwendigen Protokolle, Sicherheitsmechanismen, auszutauschende Informationen und Randbedingungen für ein Roaming berücksichtigt werden und implementiert sind.

Die Firma **Kannegiesser** ist in diesem Projekt mit der Entwicklung eines intelligenten E-Mobil-Energie-Stellplatzes beteiligt. Dieser zeichnet sich aus durch die Möglichkeit, eigenerzeugte erneuerbare Energie (z.B. auch Photovoltaik) über ein Energiemanagementsystem des Unternehmens zu speichern, eigen zu nutzen oder über eine Einspeiseschnittstelle ins Energienetz abzugeben. Es entsteht damit ein eigenes skalierbares Micro-Grid, das die Mobilitätsenergie über die E-Mobil-Stellplatzfläche erzeugen kann und damit insbesondere im Ländlichen Raum die Flächenpotenziale optimiert nutzt.

Die Firma **itelligence** entwickelt ein E-CAR-Flotten- und Mobilitätsmanagement-System, das sowohl die Aspekte Energiemanagement und Verfügbarkeit beinhaltet als auch die Themen Roaming und Ladeanforderungen adressiert.

Projektstruktur



Diese drei Produktentwicklungen bilden die Säulen des Projekts und werden als Gesamtsystem beim vierten Projektpartner Konzern Kreis Lippe und ggf. zusätzlich bei den Industriepartnern zusammengeführt und erprobt. Die dazu notwendigen übergreifenden Koordinationsarbeiten erfolgen durch den Kreis Lippe.

Abbildung 179: Informationsflyer „EMiLippe“

Projektfilm „EMiLippe“

Durch den Image Film von EMiLippe soll aufgezeigt werden, dass der ländliche Raum, besonders Ostwestfalen-Lippe, mit seiner Vielzahl von erneuerbarer Energiequellen sehr gut für die CO2-neutrale Fortbewegung geeignet ist. Ziel es ist dadurch, die Öff-

fentlichkeit auf unsere Entwicklung aufmerksam zu machen und Unternehmen und Bürger auf die Initiativen in Ostwestfalen-Lippe hinzuweisen. Neben der hohen Zweitwagen Dichte bieten gerade die Wirtschaftsverkehre großes Potential für die E-Mobilität. Genau aus diesem Grund haben die vier Akteure aus der Privatwirtschaft (Phoenix Contact E-Mobility, itelligence und Kannegiesser) und der Kommunalpolitik (Kreis Lippe) gemeinsam mit der Wissenschaft eine Art Car-Sharing System entwickelt, welches die elektrischen Wirtschaftsverkehr im Ländlichen Raum unter optimaler Ausnutzung von erneuerbarer Energie mit Hilfe von Mobilitäts- und Energiemanagements organisiert. Folgenden der O-Ton wird im Film wiedergegeben:

Elektromobilität ist für viele Menschen immer noch ein Zukunftsthema. In dem im Nordosten von Nordrhein-Westfalen gelegenen Kreis Lippe ist die elektrische Mobilität völlig normal. Medien behaupten gerne, dass die lautlose Fortbewegung höchstens in den großen Metropolen, aber nicht auf dem Land funktionieren kann.

Abseits der Großstädte liegt das Potenzial zum Beispiel bei den Werksverkehren, bei Pendlern - die in ländlichen Regionen oft einen Zweitwagen besitzen - und als Ergänzung der öffentlichen Verkehrsmittel. Dass das alles mit erneuerbarer Energie ohne Schwierigkeiten erreicht werden kann, beweist das Projekt EMiLippe, was "ElektroMobilität in Lippe" bedeutet.

Hier haben sich die motivierten Beteiligten das Ziel gesetzt, ein Elektromobilitätssystem für Wirtschaftsverkehre zu entwickeln. Dieses soll zudem unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien passieren. Weil eine derart komplexe Aufgabe keine Behörde oder kein Unternehmen für sich alleine umsetzen kann, haben sich die Akteure zum Projekt "EMiLippe" zusammengeschlossen.

Dieses ist durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert worden. Dort haben sich die motivierten Beteiligten Kreis Lippe, itelligence, Phoenix Contact E-Mobility und Kannegiesser das Ziel gesetzt, ein Elektromobilitätssystem für Wirtschaftsverkehre zu entwickeln und optimaler Ausnutzung von Erneuerbarer Energie können Mitarbeiter dieses für die Buchung von Dienst- und Privatfahrten nutzen. Dabei bilden ausschließlich E-Fahrzeuge die Flotte. Diese fahren mit erneuerbarer Energie, die durch Photovoltaikanlagen erzeugt wurde.

Zusammen mit Bildungs- und Forschungseinrichtungen Hochschule Ostwestfalen-Lippe, inIT, OWITA und Fraunhofer ist ein komplexes Netzwerk entstanden, das eine Art Car-Sharing System erarbeitet hat. Dabei war Phoenix Contact für die AC/DC Ladung Kanngießerei für den Energiestellplatz und itelligence für das Mobilitätsmanagement zuständig.

Die Reichweite ist bereits heute für die Mehrzahl der Autofahrer mehr als ausreichend. Eine Studie hat ermittelt, dass die deutschen Berufspendler durchschnittlich 75 Kilometer weit pro Tag fahren. Aber auch gewerbliche Fahrten sind mit den bestehenden Reichweiten durchaus zurückzulegen. Genau an diesem Punkt setzt EMI-Lippe an.

O-Ton "Wie EMI-Lippe funktioniert:" (20 - 30 Sekunden) von Herrn Dr. Klaus Schafmeister

Das Ziel der Bundesregierung, bis 2020 rund eine Million Elektroautos auf Deutschlands Straßen zu haben, ist ohne eine intensive Beteiligung der ländlichen Gebiete nicht möglich. Denn dort gibt es ein großes Potenzial in Form von Zweitwagen. Rund 11 Millionen gibt es davon bundesweit – die Mehrheit eben im ländlichen Raum. Selbst wenn nur ein Teil davon zusätzlich durch erneuerbare Energie betrieben würde, wäre das ein großer Schritt in Sachen Klimaschutz. Dass das bereits heute möglich wäre, zeigten die Verantwortlichen hinter dem Projekt "EMI-Lippe".

7.2 Veranstaltungen, Symposien

Das Projekt wurde auf zahlreichen Veranstaltungen und Messen in der Region und überregional präsentiert. Dabei wurden Außenstehende für das Thema sensibilisiert und somit potentielle Nutzer/ Unternehmen für E-Mobilität bzw. e-mobile Wirtschaftsverkehr im Ländlichen Raum in geeigneter Weise angesprochen. Folgende interne und externe Veranstaltungen wurden während der Projektphase und auch bereits vor Projektbeginn besucht:

Format	Name	Zeitraum	Darstellung
Messe	HMI 2013	08.04. – 12.04.2013	Messerundgang
Kongress	Kongress „Tagesspiegel eMobility summit“	27.06. – 28.06.2013	Teilnahme
regionale Veranstaltung	Lipper Tage	06.09. – 09.09.2014	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
Messe	Energiemesse	15.02. – 16.02.2014	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
Video	Innovationsthema ‚SAP HANA‘	28.02.2014	<u>Veröffentlichung Video https://www.youtube.com/watch?v=Iq7hllcFpho</u>
Messe	CeBIT	10.03. – 14.03.2014	Stand itelligence
Kongress	Fachkongress Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr	03.04.2014	Teilnahme
Messe	HMI 2014	07.04. – 11.04.2014	Stand it`s owl und Messerundgang
regionale Veranstaltung	NRW Tag 2014	27.06. – 29.06.2014	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
regionale Veranstaltung	Lipper Tage	30.08. – 31.08.2014	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
	Energy Camp	07.10.2014	Vorstellung der Fahrzeuge und der bereits errichteten Ladeinfrastruktur für junge Studierende der HS OWL
Kongress	DSAG-Jahreskongress	14.-16.10.2014	Teilnahme
regionale Veranstaltung	Tag der Allee	19.10.2014	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
Workshop	6. Ökoprofit Workshop	22.10.2014	Teilnahme
Kongress	3.Kompetenztreffen Elektromobilität in NRW	27.11.2014	Teilnahme und Vorstellung
regionale Veranstaltung	Energiemesse 2015	28.02. – 01.03.2015	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
Messe	HMI 2015	13.04. – 17.04.2015	Stand it`s owl und Messerundgang
Konferenz	International Scientific and Practical Conference „Regional Policy of Renewable Energy Development	28.05. – 30.05.2015	Teilnahme und Vorträge
regionale Veranstaltung	10 Jahre Schiedersee	10.06.2015	Bereitstellung von E-Fahrzeugen
regionale Veranstaltung	LipperTage 2015	05.09. – 06.09.2015	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
Messe	itelligence world	08.-09.09.2015	Projektstand
Kongress	International ETG Congress 2015	18.11.1015	Teilnahme

Austausch Ausland	Reise nach Kaunas zum Austausch unterschiedlicher Themen (Erneuerbare Energie, Elektromobilität etc.)	26.11. – 29.11.2015	Teilnahme und Vorstellung
Kongress	4.Kompetenztreffen Elektromobilität in NRW	04.12.2015	Teilnahme und Vorstellung
Veranstaltung	Mitarbeiteritag itelligence	19.02.2016	Teilnahme und Vorstellung
regionale Veranstaltung	Energiemesse 2016	23.01. – 24.01.2016	Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt
Messe	HMI 2016	25.04. – 29.04.2016	Stand SAP und Messerundgang
regionale Veranstaltung	20 Jahre KVG	21.05.2016	Stand elektrisch bewegt
regionale Veranstaltung	WAVE Trophy 2016	11.06.2016	Teilnahme und Vorstellung
Video	WAVE Trophy 2016 - Weltrekord in Dörentrup	14.07.2016	Veröffentlichung bei Facebook und youtube https://www.youtube.com/watch?v=W2cdFssFgRI
Veranstaltung	NRW Tag 2016	27.08. – 28.08.2016	Stand elektrisch bewegt
Messe	itelligence world	13.-14.09.2016	Projektstand
Video	Elektromobilität in Lippe	20.10.2016	Veröffentlichung bei Facebook und youtube https://www.youtube.com/watch?v=i3Xh7xX7Q2U

Tabelle 30: Projektauftritte auf Veranstaltungen und Messen

Eine detaillierte Auflistung und Beschreibung der Veranstaltungen, Messen und Symposien finden Sie im Anhang.

7.3 Publikationen

- itelligence 2014: itelligence nutzt SAP HANA bei der Forschung für „optimale Elektromobilität für den ländlichen Raum“. Auf itelligencegroup.com

<http://itelligencegroup.com/de/localprsrslss/itelligence-nutzt-sap-hana-bei-der-forschung-fur-optimale-elektromobilitat-fur-den-landlichen-raum/>

- Janina Eilhoff 2014: CeBIT e-mobility mehr als nur ein E-Fahrzeug. Auf itelligencegroup.com

<http://itelligencegroup.com/de/cebit-e-mobility-mehr-als-nur-ein-e-fahrzeug/>

- Janine Tappe 2014: itelligence mit E-Smart auf der CeBIT. Auf itelligencegroup.com

<http://itelligencegroup.com/de/itelligence-mit-e-smart-auf-der-cebit/>

- F. Pethig, S. Schriegel; O.; Dr. J. Jasperneite; Dr. S. Witte 2015: EMiLippe – Business E-Mobility in the Rural Region of Ostwestfalen-Lippe based on Renewable Energy. In: ETG-Fb. 147: International ETG Congress 2015 - Die Energiewende 147/2015; S. 527-533

- Thomas Bruske 2016: Elektromobilität – Weltrekord mit itelligence.. Auf itelligencegroup.com

<http://itelligencegroup.com/de/elektromobilitaet-weltrekord-mit-itelligence/>

- Dr. K. Schafmeister; A. Habighorst 2016: Interview mit Herrn Dr. Schafmeister zum Projekt „EMiLippe“. In: Wirtschaft regional 11/2016; S

Verantwortlichkeit

Kreis Lippe

8. Sonstiges

In diesem Kapitel werden mit dem Projekt verwandte Themen festgehalten, die zwar im Projektverlauf durchaus betrachtet werden, aber im Rahmen der Gesamtarchitektur und insbesondere im Projektverlauf nicht umgesetzt werden. Zu den einzelnen Themen soll an dieser Stelle lediglich eine kurze Definition des Begriffes bzw. die Auffassung des Projektteams hierzu festgehalten werden.

8.1 Ad-hoc-Verwendung

Eine Ad-hoc-Verwendung ist eine sehr kurzfristige Fahrzeugnutzung ohne vorherige Reservierung.

8.2 Konzept automatische Anmeldung (Auto-Discovery)

8.2.1 Fahrzeug Plug-And-Charge via IEC 15118

Der Standard IEC 15118 soll ein Plug-And-Charge Konzept ermöglichen. Der Standard beschreibt u.a. die Authentifizierung von EVSE und EV mittels Zertifikaten. Somit wird ein sicherer Verbindungsaufbau realisiert, bei welchem die Identität von EVSE und EV sichergestellt werden kann. So kann sich z. B. ein Abrechnungssystem der Identität des EV sicher sein und einen Bezahlvorgang ohne weitere Nutzereingaben realisieren. Bei Anschließen des EV an das EVSE wird dies automatisch erkannt und die aufgenommene Energie kann über eine sichere Verbindung direkt abgerechnet werden.

Durch die in der IEC 15118 bereit gestellten Methoden zur Planung der Ladung, kann nach Anschluss des Fahrzeugs die benötigte Ladeleistung mit entsprechender Stromstärke durch EV und EVSE ausgehandelt werden. Dabei kann entweder der Fahrer über ein *Human Machine Interface (HMI)* dem EVCC mitteilen bis wann das EV geladen werden soll, oder aber eine externe Anwendung (z. B. ein MMS) teilt dem SECC den nächsten Abfahrtstermin mit. Somit bleibt dem Benutzer des Plug-And-Charge Konzeptes lediglich das EV an die Ladestation anzuschließen. Alle weiteren Vorgänge, wie Ladeprofilkonfiguration und Bezahlvorgang, können automatisiert werden.

In einem nächsten Schritt wäre es denkbar auf die Verkabelung zu verzichten und somit ein *Park-and-Charge* Konzept zu realisieren. Denn während die IEC 15118

lediglich das konduktive laden spezifiziert, sind auch erste anschauliche Ergebnisse beim induktiven Laden erzielt worden. Hierbei wird die Ladeenergie über ein Magnetfeld in das EV übertragen. Das Magnetfeld wird dabei von einer Primärspule erzeugt, welche sich unter dem Fahrzeug im Boden verankert oder wie in Abbildung 180 vor dem Fahrzeug befinden kann.⁶² Die Sekundärspule im Fahrzeug nimmt die elektromagnetische Energie auf und speichert sie in dem Fahrzeugakkumulator.



Abbildung 180: Aufladung über Induktion

Hierbei ist kein manuelles Anschließen des EV über Kabel mehr notwendig. Es genügt das Fahrzeug abzustellen. Die Kommunikation zwischen EV und EVSE könnte hierbei ebenfalls kabellos, beispielsweise via *Wireless LAN (WLAN)*, erfolgen.

8.2.2 ESP-EMS Inbetriebnahme

Die informationstechnische Inbetriebnahme eines ESP-EMS benötigt die Bekanntmachung aller im ESP verbauten Komponenten, sowie die Verbindung zum MMS. Auto-Discovery Verfahren werden im Folgenden für die unterschiedlichen Lebenszyklen eines ESPs betrachtet.

Planung und Aufbau

In der Planungs- und Aufbauphase wird der Standort des ESPs festgelegt und die Komponenten montiert. Bereits in der Planungsphase kann das spätere ESP-EMS im

⁶² Vgl. <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2014/August/elektroautos-effizient-induktiv-laden.html>

MMS hinterlegt werden. Betrachtet man den Zeitraum für Standortauswahl, Bauanträge und Durchführung des Baus, wird erkennbar, dass ein kurzfristiges Zuschalten oder eine kurzfristige Standort- oder Leistungsänderung nicht möglich ist.

Inbetriebnahme der Komponenten und des ESP-EMS

Damit das ESP-EMS nach Aufbau des ESPs und dessen Komponenten die benötigten Kommunikationsschnittstellen nutzen kann, müssen die Netzwerkschnittstellen aller Geräte geeignet konfiguriert werden. Eine automatische Adresskonfiguration auf Basis von DHCP ist möglich, allerdings nicht ausreichend umsetzbar. Die für die Kommunikation mit den Komponenten benutzten Protokolle (im Wesentlichen Modbus/TCP) sind sehr einfach aufgebaut und enthalten keine Funktionalitäten für eine Addressauflösung oder einen Discovery-Prozess. Somit ist die manuelle Hinterlegung der Adressen im ESP-EMS notwendig. Da die Komponenten bei der Inbetriebnahme für den Anwendungsfall geeignet konfiguriert werden müssen, ist auch eine manuelle Addressvergabe in diesen Prozess integrierbar. Da alle ESPs gleichen Spezifikationen unterliegen und grundsätzlich autark agieren, kann ein einheitliches Addressschema an allen Standorten benutzt werden. Auf Basis dieses Plans kann jedes ESP-EMS bereits im Vorfeld für alle Standorte vorkonfiguriert werden.

Allerdings existieren auf dem ESP-EMS auch Parameter, die sich an jedem Standort unterscheiden. Dazu gehören:

- Identifikationsnummern des ESP-EMS und der angeschlossenen Ladepunkte
- Zugangsdaten zum MMS
- Festlegung der im MMS erstellten Mandantenummer
- Festlegung der GPS-Koordinaten und der ESP-Ausrichtung zur Wettervorhersage

Die Mandanten- und Identifikationsnummern, sowie die Zugangsdaten müssen bei der initialen Installation festgelegt werden, verändern sich aber im späteren Verlauf nicht weiter. Die Auslieferung einer Konfigurationsübersicht zur Eingabe in eine geeignete Eingabemaske bei der ersten Installation der ESP-EMS Software wäre eine Umsetzungsmöglichkeit. Eine mögliche Alternative wäre auch die Auslieferung einer automatischen Konfigurationsdatei per Download oder USB-Stick. Die GPS-Koordinaten zur Bestimmung des Standortes lassen sich ebenfalls per Eingabe fest-

legen. Alternativ können diese Informationen auch vom MMS abgefragt werden, sofern sie dort im Laufe des Planungsverfahrens hinterlegt wurden.

Update und Wartung

Das Update der ESP-EMS Software kann als *Self-Service-Updater* umgesetzt werden, der an die mit der Wartung betrauten Mitarbeiter ausgeliefert wird. Alternativ kann ein automatisches Updateverfahren integriert werden, bei dem entweder das MMS ein Update initiieren kann oder das ESP-EMS selbstständig zeitgesteuert aktiv wird. Ein selbstständiges Update benötigt eine dafür vorgesehene Verteilungsinfrastruktur.

8.2.3 Fazit zum Konzept der automatischen Anmeldung

Eine rein automatische Konfiguration ist aufgrund der Abhängigkeiten zwischen den eingesetzten Komponenten nicht sinnvoll umsetzbar und aus Sicht der Lebensdauer eines ESPs auch nicht notwendig. Allerdings sollte eine vereinfachte Konfiguration vorgesehen sein, sodass bei Update oder Neuinstallation die Aufwände möglichst gering ausfallen und die Inbetriebnahme nicht zwingend durch Experten vorgenommen werden muss. Im Sinne des Projektes EMiLippe wurden Autokonfigurations-szenarien damit hinreichend betrachtet.

8.3 Automatische An- / Abmeldung Ladesäule

Die regenerative Ladesäule ist eine der Einzelkomponenten des Energiestellplatzes (ESP). Der Energiestellplatz umfasst weitere Einzelkomponenten wie: Regenerative Energiewandlung (PV, Windkraftanlage, usw.), Energiespeicher, das Energiemanagement, sowie einen Anschluss an das Energienetz. Die Einzelkomponenten sind hierbei optional. Des Weiteren kann das ESP-EMS weitere Kommunikationsschnittstellen zu Energiemanagementsystemen, Gebäudemanagementsystemen oder zu einem Mobilitätsmanagementsystem haben. Dadurch, dass einige Einzelkomponenten optional sind und weitere externe Systemkomponenten existieren können, ergeben sich verschiedene Anwendungsfälle eines ESP aus allen oder nur einem Teil der Einzel- und externen Systemkomponenten. Das ESP-EMS muss eine konfigurierbare Kommunikation mit allen Systemkomponenten gewährleisten.

Plug-and-Play Verfahren

Zu den Plug-and-Play (PnP) gehört die einfache Konfiguration der ESP-EMS Software. Die von den einzelnen Komponenten verwendeten Kommunikationsprotokolle lassen keine automatische Konfiguration zu. Das Protokoll Modbus baut auf TCP-Verbindungen auf, für die die IP-Adressen der Endpunkte bekannt sein müssen. Ein Verfahren zur automatischen Erkennung von Kommunikationsteilnehmern ist nicht vorgesehen. Das ESP-EMS lässt sich flexibel konfigurieren und erweitern, sodass unterschiedliche Gerätetypen und auch Datenbanken angebunden werden können. Eine Abstraktionsschicht erlaubt u.a. die Anbindung von einer beliebigen Anzahl von Ladepunkten und die Anbindung von mehreren PV Wechselrichtern. Diese werden in der Applikation und für die Datenbank auf einen Gesamtwert abgebildet. Weitere Konfigurationsdaten (Mandantenummer, Zugangsdaten, Komponenten IDs) werden im U-MMS festgelegt und müssen ebenfalls konfiguriert werden. Ein anderer Aspekt ist die Plug-and-Charge Technik mit automatischer Authentifikation (gemäß DIN SPEC 70121). Diese wurde ebenfalls evaluiert und implementiert. Abschließende Tests werden in der Testphase im Frühjahr 2016 durchgeführt.

```
"Databases": [
  {
    "type": "MMSDatabase",
    "params": {
      "mandant": 800,
      "username": "ems",
      "password": "passwd",
      "id": "10000023"
    },
    "enable": true
  }
],
"Devices": [
  {
    "type": "ChargeConnector",
    "params": {
      "ip": "192.168.200.125",
      "id": "10000024"
    },
    "enable": true
  }
]
```

Abbildung 181: Konfiguration eines ESP-EMS mit einem einzelnen Ladepunkt und einem Zugang zum U-MMS

Verantwortlichkeit

inIT

Liefert zu:

PxC

itelligence

8.4 Ad-hoc Ladung

Eine Ad-hoc Ladung ist eine kurzfristig veranlasste Belegung einer Ladesäule durch ein Fahrzeug, ohne, dass der zugehörige Fahrer zuvor eine Reservierung der Ladesäule vorgenommen hat. Weder das Mobilitätsmanagementsystem noch das Energiemanagementsystem sind im Vorfeld über den Ladevorgang informiert worden. Eine solche Ladung wird für den Fall vom System zugelassen, wenn die Ladesäule für einen Zeitraum von mindestens drei Stunden nicht belegt oder reserviert ist.

Verantwortlichkeit

inIT

Liefert zu:

PxC

itelligence

9. Gesamtfazit

Dieses Projekt hat es klar gezeigt, die Verbindung von Elektromobilität und Erneuerbare Energie bzw. eines Mobilitätsmanagement-(MMS) mit einem Energiemanagementsystem (EMS) funktioniert. Es zeigt sich, dass in ca. 2/3 der Ladungen ein Green-Energy-Ratio von > 90% erreicht werden konnte. Die über IKT-Lösungen miteinander verbundenen „grünen“ Ladesäulen, die direkt an den jeweiligen PV-Carports mit Speichermodulen stationiert wurden, haben ein Roaming-System der Mobilität und des Energieaustausches zwischen den verschiedenen Standorten der Unternehmen und der Partner in diesem Konsortium ermöglicht. Damit wurde das Projektziel eindeutig erreicht und die Energie- und Mobilitätsanforderungen über ein auch für Unternehmenszusammenschlüsse bzw. Kooperationen nutzbares Gesamtkonzept für Wirtschaftsverkehre gemeinschaftlich optimiert. Ein derartiger ganzheitlicher Ansatz in dieser Ausprägung kann als Referenz dienen, von dem aus zudem andere Anwendungsmärkte erschlossen werden können. Sicherlich bedarf es dazu weiterer Anpassungen, doch die Grundlagen wurden durch dieses Projekt gelegt und aufgezeigt.

Die entwickelten Energiestellplätze haben durch ihre technische und konstruktive Entwicklung und Ausstattung die Basis für den Erfolg des Projektes gelegt. So erwies sich durch die Konstruktion die Energieerzeugung als optimal und zudem konnte eine Insellösung, damit eine vom öffentlichen Netz unabhängige Ladung der E-Fahrzeuge, exemplarisch gezeigt und gewährleistet werden. Auch konnte insbesondere das bi-direktionale Laden am Standort Kannegiesser über die Integration von Flurförderfahrzeuge (z.B. E-Stapler) realisiert werden. Diese Art der E-Werksmobilität kann als ein geeignetes Beispiel für ein optimales, ganzheitliches Energiemanagement in Unternehmen gelten.

Im Bereich der Ladesäulenteknologie hat sich im Projektzeitraum eine sehr dynamische Entwicklung vollzogen, sowohl technisch als auch seitens der Normierung. Durch Phoenix Contact E-Mobility konnte im Projekt nachgewiesen werden, dass AC-Ladungen im Gesamtsystem ohne größere Probleme funktionieren. Schwachstellen für die Ladeeffizienz waren lediglich die oftmals nur mit einphasigen On-board Ladekabeln ausgestatteten E-Fahrzeuge, die somit die Ladeleistung begrenzten. Zu-

dem konnten DC-Ladevorgänge umgesetzt, jedoch noch nicht endgültig im Gesamtsystem implementiert werden.

Für itelligence haben sich die entwickelten intelligenten und nunmehr marktreifen Kommunikationsprotokolle des EMS und des MMS zur Administration und Weiterentwicklung als überaus essentieller und erfolgreicher use case herausgestellt. Über offene Plattformen bzw. Cloud-Lösungen lassen sich die bestehenden Systeme für neue Kundengruppen nutzen. Hier zeigen sich Potenziale deutlich für öffentliche Einrichtungen und insbesondere bei interkommunalen Kooperationen, wenn zudem das Fuhrparkmanagement mitberücksichtigt wird. Allerdings zeigte sich insbesondere beim Mobilitätsmanagementsystem, dass aufgrund des fehlenden Zugriffs auf den Fahrzeugbus und die dadurch notwendige externe On-Board-Unit das Gesamtsystem vor erheblichen Herausforderungen stand, sei es durch lückenhafte Datenströme oder aufgrund von unvollständigen „menschlichen“ Verhaltensweisen, so dass vielfältige ergänzende Modellierungsschritte erforderlich wurden. Hier zeigen sich zudem nicht optimale Anpassungsprozesse im Rahmen eines solchen mehrjährigen Projektes durch zwischenzeitliche Innovationsentwicklungen bei Datenbanktechnologien.

Die Leistungen der Wirtschaftsunternehmen basieren auch auf grundlegende Forschungsarbeiten der Hochschule Ostwestfalen-Lippe, OWITA GmbH, des Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation IOSB-INA und des Instituts für industrielle Informationstechnik der Hochschule Ostwestfalen-Lippe.

Die Leitung der Projektkoordination lag beim Kreis Lippe, der somit nicht primär die technischen und infrastrukturellen und insofern die angebotsseitigen Aufgaben, sondern die nutzungs- bzw. anwendungsorientierten Fragestellungen und insofern die Marktfähigkeit zu analysieren und zu bewerten hatte. Dazu wurden mit den im Projekt erstellten Komponenten ein Feldversuch und diverse Analysen durchgeführt. Als Fazit lässt sich festhalten, dass, wie eingangs bereits dargelegt, technisch dieses Projekt sehr erfolgreich ist. Eine grundlegende Markteinführung in der Breite des Roaming-Ansatzes aktuell allerdings noch an vielfältigen rechtlichen, steuerlichen und bedarfsorientierten Herausforderungen als schwierig erachtet wird. Dass das Potenzial für derartige Konzeptionen jedoch unzweifelhaft vorhanden ist, haben sowohl die regionalökonomischen als auch die Analysen zur Energieeffizienz aufgezeigt. Dabei

zeigen sie optimale Voraussetzungen gerade dieser Region auf, sowohl hinsichtlich der regional vorhandenen Wirtschaftsstruktur (Elektroindustrie, Forschungseinrichtungen) als auch der Siedlungs- und Raumstruktur (Mobilität, Energie). Als bedarfsseitig notwendig zeigt sich allerdings die wesentlich zu vereinfachende Handhabung des EMS und des MMS in Verbindung mit dem jeweiligen OBU-System des E-Fahrzeuge auf der einen Seite und des Aufbaus einer entsprechend optimalen, grünen und verkehrsmäßigen Ladeinfrastruktur auf der anderen Seite.

Die Kooperation zwischen wirtschaftlichen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und der öffentlichen Hand wurde in diesem Projekt von Anfang an von allen Partnern als spannend, lehrreich und effizient aufgefasst. Im Verlauf des Projektes zeigten sich zwischen den Partnern dynamische Anpassungsprozesse, die immer stärker verständigungs- und ziel- bzw. ergebnisorientiert umgesetzt wurden. Darin lag ein wesentliches Moment in den allseitigen Verlautbarungen und Ideen, die gewonnenen Erkenntnisse und die erreichten Produkte weiter marktgerecht anpassen und entwickeln zu wollen.

10. Ausblick

Nicht nur aufgrund des Projektes „EMiLippe“, sondern auch hinsichtlich der regionalen Siedlungs-, Verkehrs-, Wirtschafts- und Energiestruktur in Verbindung mit den regionalen (Spitzen-)Clustern und Netzwerken bietet sich eine weitere Nutzung und Entwicklung der Projekt- und Analyseergebnisse mehr als an.

Aus der Sicht des Kreises Lippe und basierend auf den Gesprächen mit Projektbeteiligten und potenziellen Nutzern wird eine Fortführung der Projektentwicklung allseits gewünscht und empfohlen. Insbesondere die Nutzung der Erkenntnisse und Grundlagen des Mobilitätsmanagementsystems in Verbindung mit dem Energiemanagementsystem lassen eine optimale Verwertung in Lippe erwarten.

Insofern beziehen sich die Entwicklungspotenziale auf verschiedene Ebenen.

1. Integration weiterer Arten von selbsterzeugter erneuerbaren Energie, insbesondere von Windkraft (auch Kleinwindkraftanlagen) oder von aus der ursprünglichen EEG Förderung entlassenen PV-Anlagen, wodurch eine effizientere Eigennutzung von postfossilen Ressourcen ermöglicht wird.
2. Ausbau des Roaming-Systems insbesondere auch für weitere Städte und Gemeinden und deren Fuhrpark und (erneuerbaren) Energieressourcen.
3. Damit verbunden die mögliche Ausweitung oder Übertragung der Technologien auf den privaten Bereich, in dem die heimische PV-Anlage inkl. Speicher und die Ladetechnik über Smart-Phone und Cloud-Services vernetzt werden.
4. Aufgrund dessen Erweiterung der Wirtschaftsverkehre auf Mobilitätsangebote wie z.B. Dual-Use und Dorf- oder Bürgerautos (Kompetenzübertragung auf andere Anwendungsfelder) bis hin zu neuartigen Contracting-Modellen.
5. Regionale Ausweitung des Energiestellplatzangebotes inkl. der „grünen“ Ladesäule, um eine möglichst optimale regionale Energiebilanz und Lade-Standort-Verteilung zu generieren (ganzheitliche Standortanalyse).
6. Weiterentwicklung der Technik hinsichtlich einer nutzerfreundlichen Handhabung, die die Akzeptanz und somit die Nutzung insgesamt verbessert.
7. Aufnahme von Energieversorgern in die Projektentwicklung, um die vielfältigen rechtlichen und steuerlichen Aspekte bedienen zu können.

8. Beispielhafter Aufbau einer smart village rund um die Energiestellplätze, um sowohl betriebswirtschaftliche als auch klimabezogene Skaleneffekte zu erzielen (regionales, dezentrales Energiemanagement).
9. Systemaufbau in Echtzeit, um die Mobilitätsanforderungen optimal erfüllen zu können (z.B. aufgrund Verkehrsflüsse, Energiekosten).

Der Kreis Lippe beabsichtigt die im Rahmen des Projektes gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen zu nutzen, um die vorhandenen Systeme MMS und EMS auf die eigenen Bedürfnisse entsprechend weiter zu qualifizieren. Daraus kann eine wesentliche Verbesserung der Effizienz des eigenen Fuhrparks bzw. eine spürbare Reduzierung der Reisekosten des Kreises auf der einen Seite und eine messbare Entlastung des Energiehaushalts und der damit verbundenen CO₂-Emmission auf der anderen Seite hergestellt werden. Eine Ausweitung dieses ganzheitlichen Ansatzes in Form einer interkommunalen Kooperation mit den Städten und Gemeinden in Lippe könnte eine entsprechende überproportionale Verbesserung der Wirkungen bewerkstelligen. Beispielhaft könnten derartige Konzepte an spezifischen Orten im Kreis Lippe umgesetzt werden.

Anhang

Anlagenverzeichnis

- [1] Dienstvereinbarung über den Betrieb und die Nutzung der im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ in den Elektrofahrzeugen des Kreises Lippe eingesetzten On-Board-Unit (OBU) vom 01.10.2015
- [2] Erläuterung zur Datenaufzeichnung durch die On-Board-Units, OWITA GmbH vom 19.05.2015
- [3] Erläuterung des MMS von itelligence
- [4] Öffentlichkeitsarbeit – Detaillierte Auflistung der einzelnen Maßnahmen, Veranstaltungen und Symposien
- [5] EMiLippe - Business E-Mobility in the Rural Region of Ostwestfalen-Lippe based on Renewable Energy
- [6] Datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung des Nutzers im Projekt EMiLippe
- [7] Fragebogen EMiLippe vor dem Feldtest
- [8] Fragebogen EMiLippe nach dem Feldtest

[1] Dienstvereinbarung über den Betrieb und die Nutzung der im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ in den Elektrofahrzeugen des Kreises Lippe eingesetzten On-Board-Unit (OBU) vom 01.10.2015

Dienstvereinbarung

Dienstvereinbarung über den Betrieb und die Nutzung der im Rahmen des Projektes Elektromobilität in Lippe (Emi Lippe) in den Elektrofahrzeugen des Kreises Lippe eingesetzten On-Board-Units (OBU)



Der Landrat des Kreises Lippe und der Personalrat des Kreises Lippe schließen gem. § 70 in Verbindung mit § 72 Abs. 3 Ziffer 2 Personalvertretungsgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen vom 03.12.1974 (GV.NW. S. 1514) in der zurzeit geltenden Fassung die nachfolgende Dienstvereinbarung über den Betrieb und die Nutzung der beim Kreis Lippe eingesetzten On-Board-Units (OBU) für die Elektrofahrzeuge des Projektes „Elektromobilität in Lippe“ ab.

Vorbemerkung

Bei dem Projekt "EMiLippe" handelt es sich um ein durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördertes Verbundprojekt.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Akteure im Rahmen des Projektes sind räumlich verteilte Industrieunternehmen und Institutionen, die jeweils über eigene Elektrofahrzeugflotten verfügen. Die Elektrofahrzeugflotten sollen durch erneuerbare und idealerweise eigenerzeugte Energien gespeist werden. Der Einsatz erneuerbarer Energien ist neben der Elektromobilität somit der zweite Grundpfeiler bzw. Fokus des Projekts.

Die Rolle des Kreises Lippe ist neben der Projektkoordination die Durchführung des Feldversuches mit der angeschafften Fahrzeugflotte und der zu errichtenden Ladeinfrastruktur. In diesem Zusammenhang erfolgt eine detaillierte Datenaufzeichnung zu den mit den Elektrofahrzeugen zurückgelegten Strecken.

Im Rahmen des Projektes „EMiLippe“ werden insgesamt bis zu zwanzig Elektrofahrzeuge zwecks Datenaufzeichnung und intelligenter Steuerung der Flotte mit sog. „On-Board-Units“ (OBU) ausgestattet. Die On-Board-Unit ist ein in Fahrzeugen eingebautes Funkgerät, das Fahrzeugdaten - zum Beispiel Kennzeichen und Standort - an einen Transponder weitergibt. Dabei ist die OBU selbst ein Transponder, das heißt, dass ein Datenaustausch automatisch und nur auf Anforderung eines der beteiligten Geräte stattfindet. Bei den im Projekt „EMiLippe“ entwickelten OBU handelt es sich um eine Smartphone-App-Lösung. Das Smartphone ist mit einer Halterung im Fahrzeug verbaut und über die installierte App werden die Daten ermittelt und verarbeitet.

1. Gegenstand und Geltungsbereich der Dienstvereinbarung

Gegenstand der Dienstvereinbarung ist der Betrieb und die Nutzung der in den Elektrofahrzeugen des Projektes „Elektromobilität in Lippe“ (EMiLippe) eingesetzten On-Board-Units (OBU) sowie der Umgang mit den in den Units erhobenen Daten.

Diese Dienstvereinbarung gilt für alle Organisationseinheiten und Bediensteten der Kreisverwaltung Lippe, einschließlich der Eigenbetriebe.

2. Zielsetzung

Der Einsatz der On-Board-Units in den Fahrzeugen dient der Aufzeichnung fahrrelevanter Daten. Die Datenaufzeichnung ist bei der Verfolgung des Projektziels, Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien zu steuern, von zentraler Bedeutung.

3. Systembeschreibung

Die Systembeschreibung der On-Board-Units ist der Anlage zu entnehmen.

4. Systemtechnik

4.1 Fahrzeugausrüstung:

Die Elektrofahrzeuge des Projekts „EMILippe“ werden mit den „On-Board-Units“ ausgestattet.

4.2 Über ein GPS-Modul werden folgende Daten erfasst:

- aktuelle Position des Fahrzeuges (geogr. Länge und Breite)
- aktuelle Geschwindigkeit
- aktuelle Höhe
- aktuelle Richtung
- GPS-Genauigkeit

4.3 Das Smartphone erfasst über die Sensoren die folgenden Daten:

- Beschleunigungen in x-, y- und z-Richtung
- Rotation
- Umgebungsdruck
- Umgebungstemperatur
- Helligkeit
- Luftfeuchtigkeit
- Magnetisches Feld (Kompass)

4.4 Sonstige Daten, die über andere Quellen/Sensoren erhoben/ermittelt werden können:

- absoluter Akku-Ladezustand
- relativer Akku-Ladezustand
- Temperatur des Akkus

- Außentemperatur
- verbleibende Restreichweite
- aktuelle Leistungsabgabe
- durchschnittliche Leistungsabgabe
- Angabe von Rekuperationseffekten
- Leistungsaufnahme zusätzlicher Verbraucher (Radio, Heizung etc.)

5. Fahrtenbuch und Datenvereinbarung

5.1 Der Fahrzeugführer ist verpflichtet, bei jeder Fahrt die Handy-Applikation zur Datenaufzeichnung zu nutzen. Das im Fahrzeug angebrachte Smartphone wird ausschließlich für den Zweck der Datenaufzeichnung genutzt. Das Smartphone ist beim Verlassen des Fahrzeuges stets an dem im Fahrzeug dafür vorgesehenen Platz zu belassen.

5.2 Der Fahrzeugführer verpflichtet sich darüber hinaus, bei jeder Fahrt das Fahrtenbuch in schriftlicher Form zu führen.

5.3 Mit der Smartphone-Applikation werden die Raumdaten der Fahrzeugnutzung erfasst. Der Fahrzeugführer willigt mit der Buchung eines mit einer OBU ausgestatteten Fahrzeugs in die Verarbeitung dieser Daten ein.

5.4 Die Erhebung der Fahrdaten erfolgt zu wissenschaftlichen Zwecken im Rahmen des Forschungsprojekts „EMiLippe“. Die Bestimmungen des § 28 Datenschutzgesetzes NRW über die Anonymisierung und Pseudonymisierung der erhobenen personenbezogenen Daten werden beachtet. Die erhobenen Daten werden streng vertraulich behandelt. Weiterhin wird hiermit nicht die persönliche Einwilligung nach § 29a Datenschutzgesetz NRW ersetzt.

6. Leistungs- und Verhaltenskontrolle, Datenschutzrechte

Die aufgezeichneten Daten dürfen nicht zu Zwecken der Leistungs- und Verhaltenskontrolle, zum Leistungsvergleich oder zur Leistungsbemessung der Beschäftigten verarbeitet oder genutzt werden. Aus den durch die Datenaufzeichnung gewonnenen Erkenntnissen dürfen keine arbeitsrechtlichen oder disziplinarischen Maßnahmen für die Beschäftigten erfolgen.

Sofern erhobene Fahrzeugdaten im Rahmen des Projektes an Dritte weitergegeben werden, ist die Anonymität der Beschäftigten sicherzustellen. In diesem Zusammenhang wird ergänzend auf die Dienstanweisung Datenschutz und Informationssicherheit verwiesen.

Im Übrigen gelten die Vorschriften der Rahmendienstvereinbarung zur Einführung und Anwendung von e-Government des Kreises Lippe vom 13.02.2012, insbesondere § 6 (Leistungs- und Verhaltenskontrolle).

7. Inkrafttreten, Laufzeit, Kündigung

- 7.1** Die Dienstvereinbarung tritt nach ihrer Unterzeichnung in Kraft, frühestens jedoch zum 01.10.2015.
- 7.2** Die Dienstvereinbarung kann mit einer Frist von einem Monat zum Quartalsende gekündigt werden. Die Kündigung bedarf zu ihrer Wirksamkeit der Begründung. Für alle Erklärungen zur Kündigung wird Schriftform vereinbart.
- 7.3** Die Dienstvereinbarung endet mit dem Ende des Projektes zum 31.08.2016.

8. Überprüfungsrecht des Personalrates

Der Personalrat hat das Recht, jederzeit eine Überprüfung zu verlangen, ob die Regelungen dieser Dienstvereinbarung eingehalten werden.

9. Salvatorische Klausel


Sollten einzelne Bestimmungen dieser Vereinbarung einschließlich der Regelungen ganz oder teilweise unwirksam sein oder werden oder sollte die Vereinbarung eine Regelungslücke enthalten, bleibt die Wirksamkeit der übrigen Bestimmungen oder Teile solcher unberührt. Anstelle der unwirksamen oder fehlenden Bestimmungen treten die jeweiligen gesetzlichen Regelungen.

32756 Detmold, den 20.10.2015


für den Kreis Lippe:


Heuwinkel, Landrat

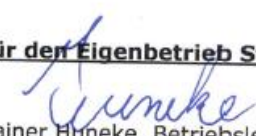
für den Personalrat:


Zessin, Vorsitzende

für den Eigenbetrieb Schulen:


Klaus Kuhlmann, Betriebsleiter

für den Eigenbetrieb Straßen:


Rainer Huneke, Betriebsleiter

[2] Erläuterung zur Datenaufzeichnung durch die On-Board-Units, OWITA GmbH vom 19.05.2015

OWITA Institut für Innovative Technologien in der Automatisierungstechnik, Lemgo

Datenaufzeichnung OBU



Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

Funktion der App

- App reagiert auf NFC-Tag in KFZ-Halterung
- Aufzeichnung beginnt durch Erkennung einer Bewegung mittels Beschleunigungs- und Gyrosensor
- Bei Entfernen aus Halterung oder Stillstand (GPS, Gyro und Beschleunigung) wird die Fahrt beendet

Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

2

Positionsbestimmung

- Die Position wird sekundlich mit einer Genauigkeit von etwa 3m ausgewertet
- Mögliche Informationen: Position, Fahrtverlauf (Start/Ende), Geschwindigkeit, Höhe, ...

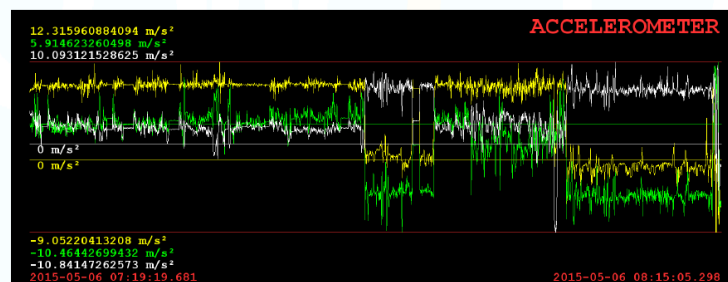


Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

3

Beschleunigungssensor

- Der Beschleunigungssensor zeichnet die Kräfte auf, welche auf das Smartphone wirken
- Mögliche Informationen: Bremskräfte, Kurvenfahrten, Beschleunigung, Drehung des Telefons, evtl. Straßenzustand, ...

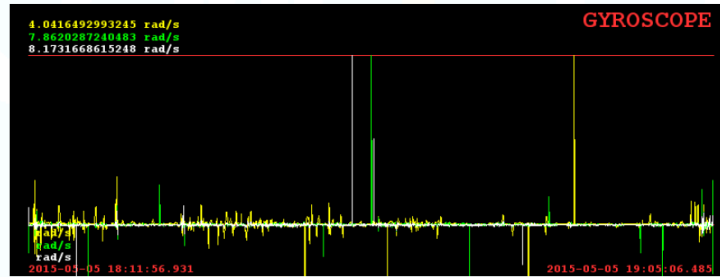


Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

4

Gyro

- Das Gyroskop zeichnet Drehbewegungen in x-, y- und z-Richtung auf
- Mögliche Informationen: Kurvenfahrten, Drehung des Telefons, ..

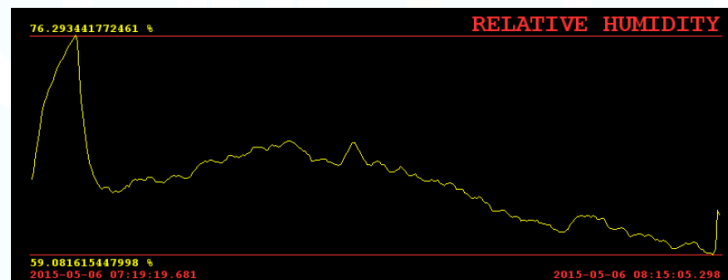


Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

5

Luftfeuchtigkeit

- Hygrometer zeichnet die Umgebungsluftfeuchte auf
- Mögliche Informationen: Wetter (Start und Ende der Fahrt), Gebrauch der Klimaanlage, ...

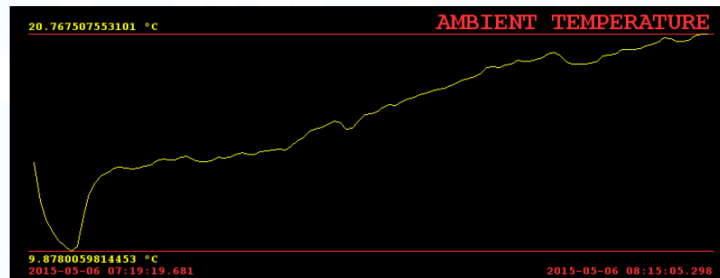


Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

6

Temperatur

- Temperatursensor zeichnet die Umgebungstemperatur auf
- Mögliche Informationen: Heizverhalten des Nutzers (Klimaanlagennutzung), Wetter, ...

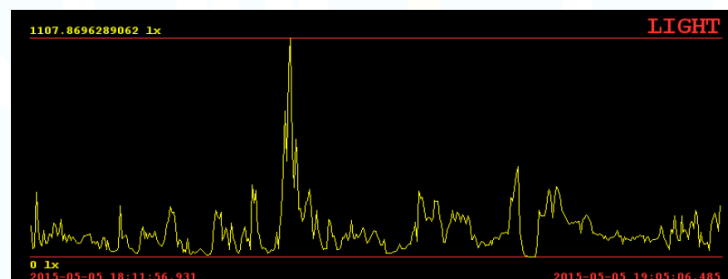


Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

7

Helligkeit

- Der Lichtsensor nimmt die Umgebungshelligkeit auf.
- Mögliche Informationen: Tageszeit, Tunnelfahrt, Wetter, ...

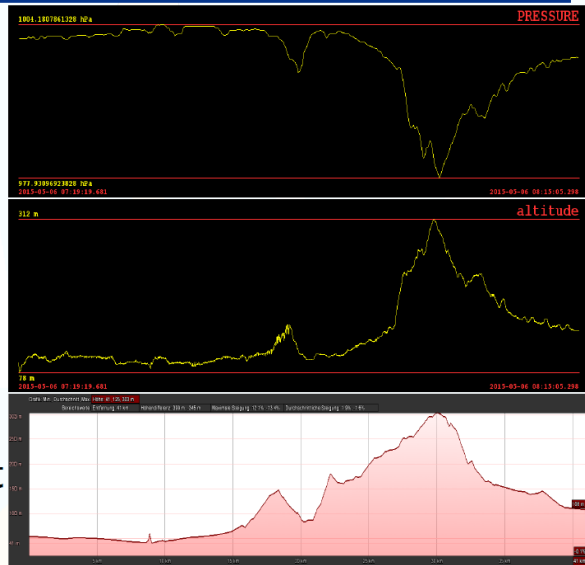


Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

8

Beispiel: Höhenbestimmung

- Die Ermittlung der Höhe ist über 3 Quellen möglich:
 - Luftdruck
 - Höhen-Information des GPS
 - Auslesen aus Datenbank mit Positionsdaten



Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

9

Geplante Datenquellen im Projekt EMiLippe

- Sensoren
 - Beschleunigung (x-, y- und z-Richtung)
 - Drehung (Gyro)
 - Temperatur
 - Luftfeuchtigkeit
 - Helligkeit
 - Luftdruck
 - Magnetisches Feld (Kompass)
- GPS (Position, Geschwindigkeit, Höhe, Richtung)

Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

10

Zusätzlich mögliche Datenquellen

- Sensoren
 - Näherungssensor
 - Gestensensor über dem Display
 - Farbwerte des Lichtsensors (RGB)
- Mikrofon
- Kamera (vorne und hinten)

Jan-Christopher Brand - OWITA GmbH, Langenbruch 6, 32657 Lemgo

11

[3] Erläuterung des MMS von itelligence



Juni 2016

Janina Kleiber



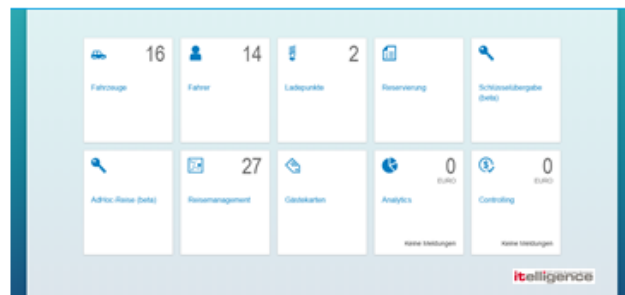
EMiLippe – Einführung e-mobility Cockpit Mobilitätsmanagementsystem (MMS)



Agenda - Einführung e-mobility Cockpit



1. Einführung, Voraussetzungen und Erste Schritte
2. Kachel Fahrzeuge
3. Kachel Fahrer
4. Kachel Ladepunkte
5. Kachel Reservierung
6. Kachel Schlüsselübergabe (beta)
7. Kachel AdHoc-Reise (beta)
8. Kachel Reisemanagement
9. Kachel Verwaltung Gästekarten
10. Kachel Analytics
11. Kachel Controlling



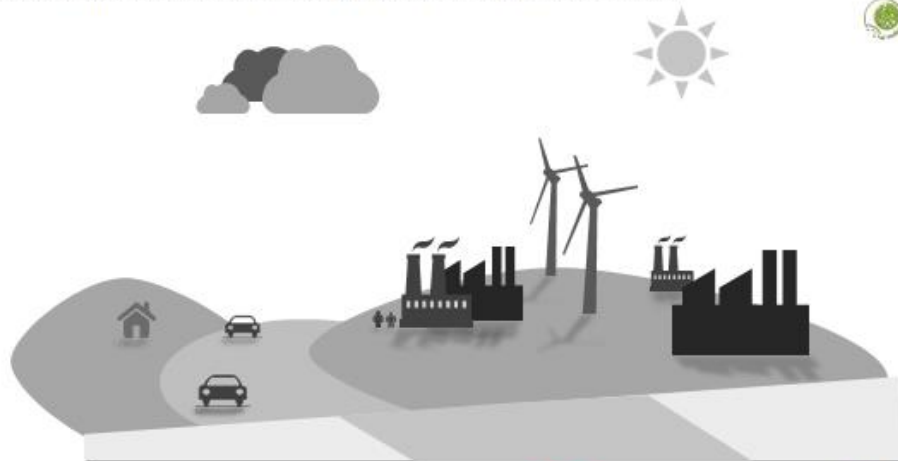
11/19/2016 © 2015 itelligence

it

Zusammenführung von Elektromobilität und erneuerbarer Energie für intelligente Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

ELEKTRISCH BEWEGT

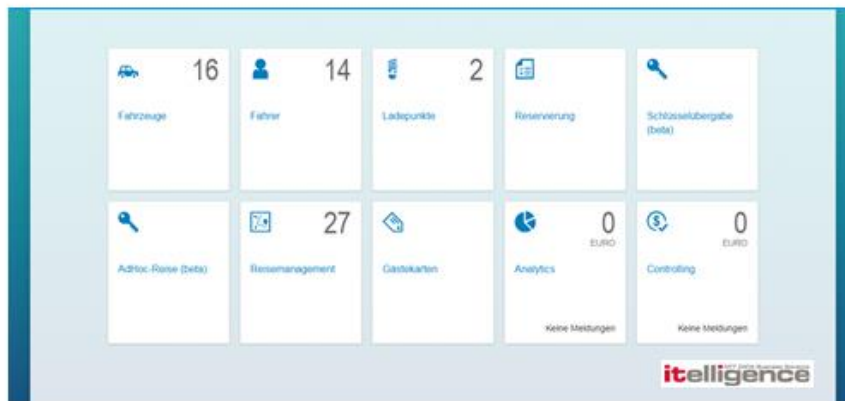


it

e-mobility Cockpit

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

ELEKTRISCH BEWEGT



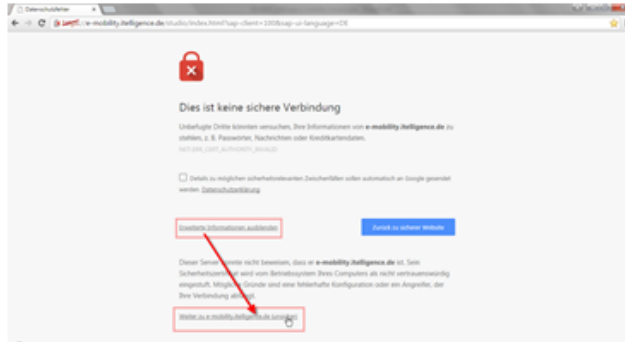
© 2015 Fraunhofer



e-mobility Cockpit – Erste Schritte

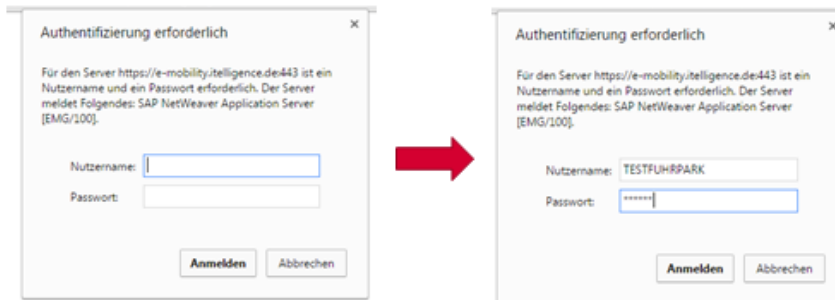


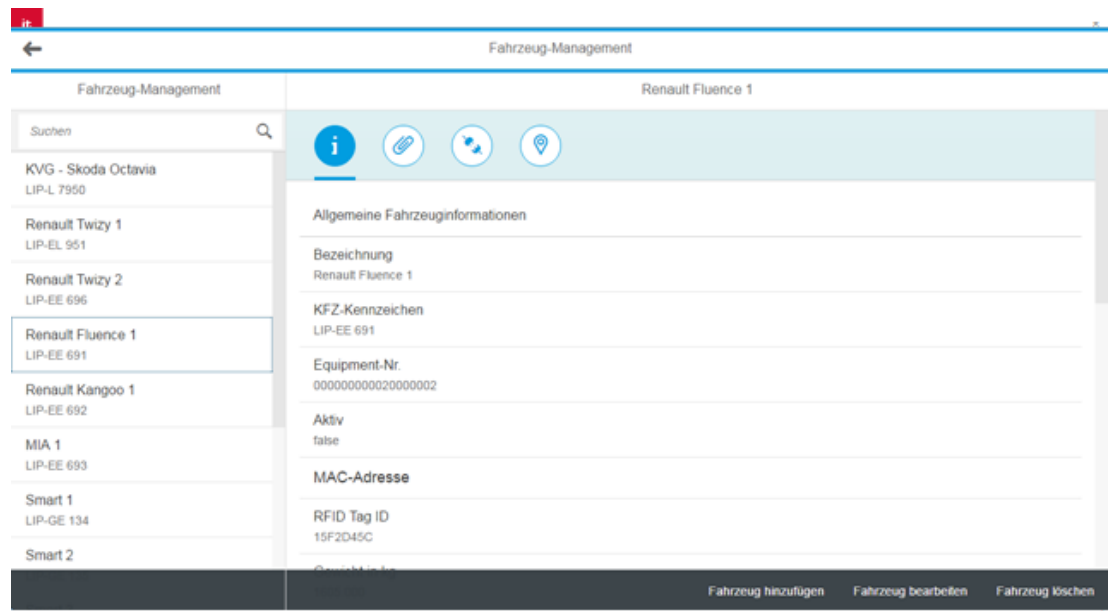
1. Installation von Google Chrome über folgenden Link <https://www.google.de/chrome/browser/desktop>
2. Eingabe der URL <https://e-mobility.intelligence.de/studio> im Browser
3. Es erscheint folgender Hinweis (Zertifikat intelligence). Über „Erweitert“ und „Weiter zu e-mobility.intelligence.de (unsicher)“ das Zertifikat bestätigen.



e-mobility Cockpit – Erste Schritte

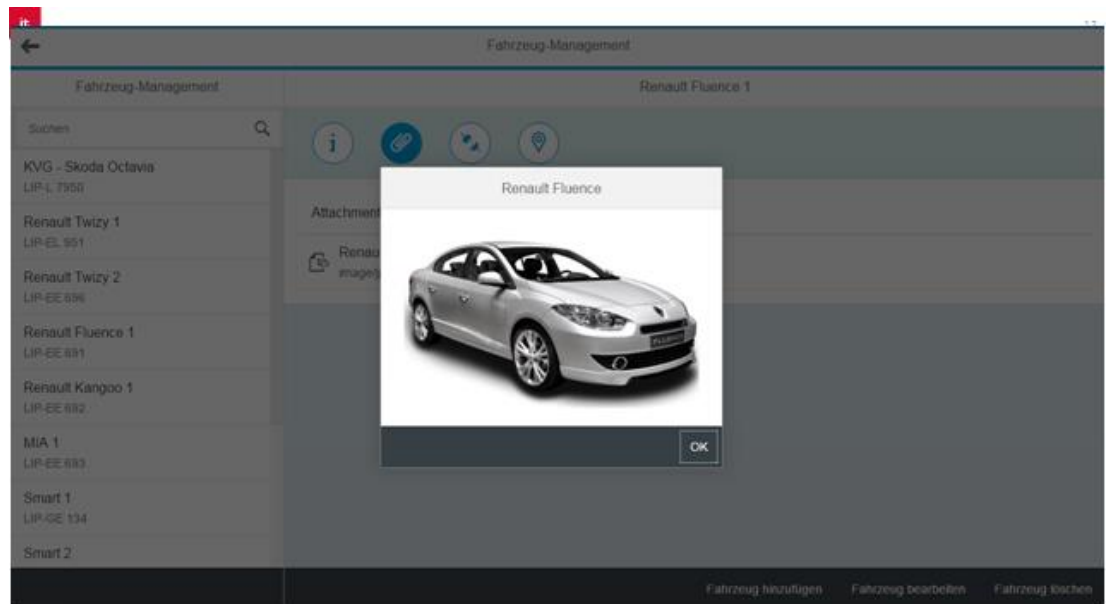
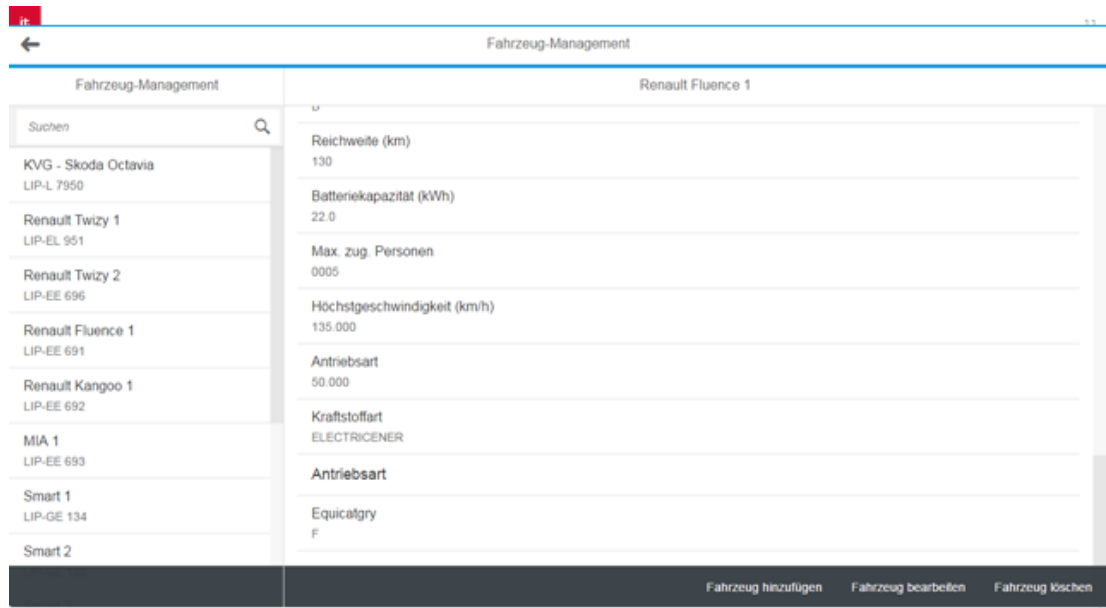
4. Es erscheint ein Pop-Up. Bitte individuellen Nutzernamen und Passwort eingeben. Falls Nutzernamen nicht vorhanden, bitte eine Email mit Name, Vorname an e-mobility@intelligence.de senden. Ebenso bei Problemen (Nutzer gesperrt o.Ä.).

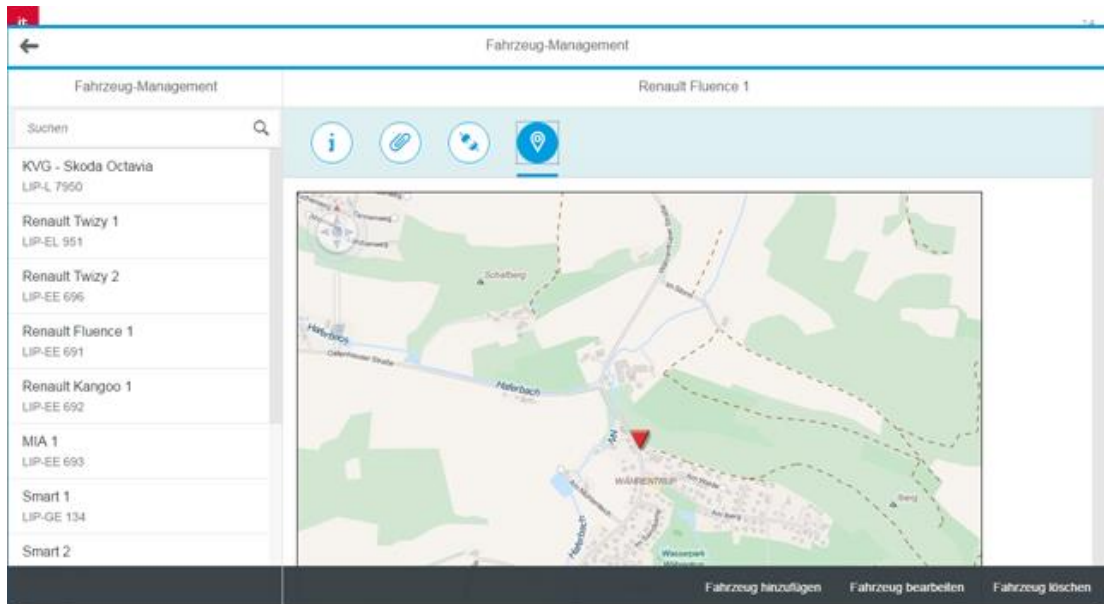
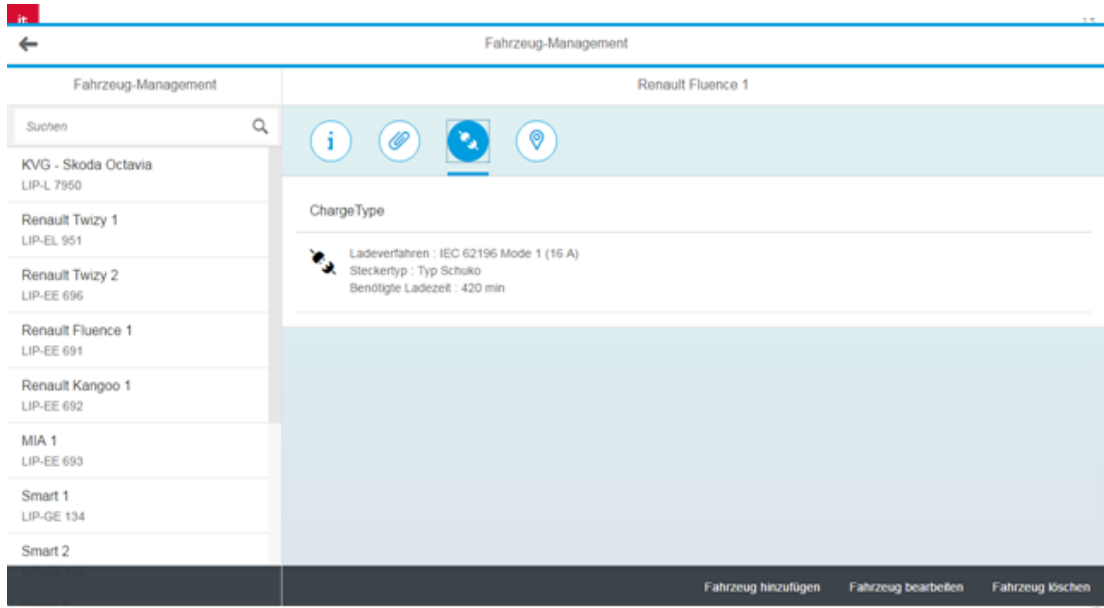


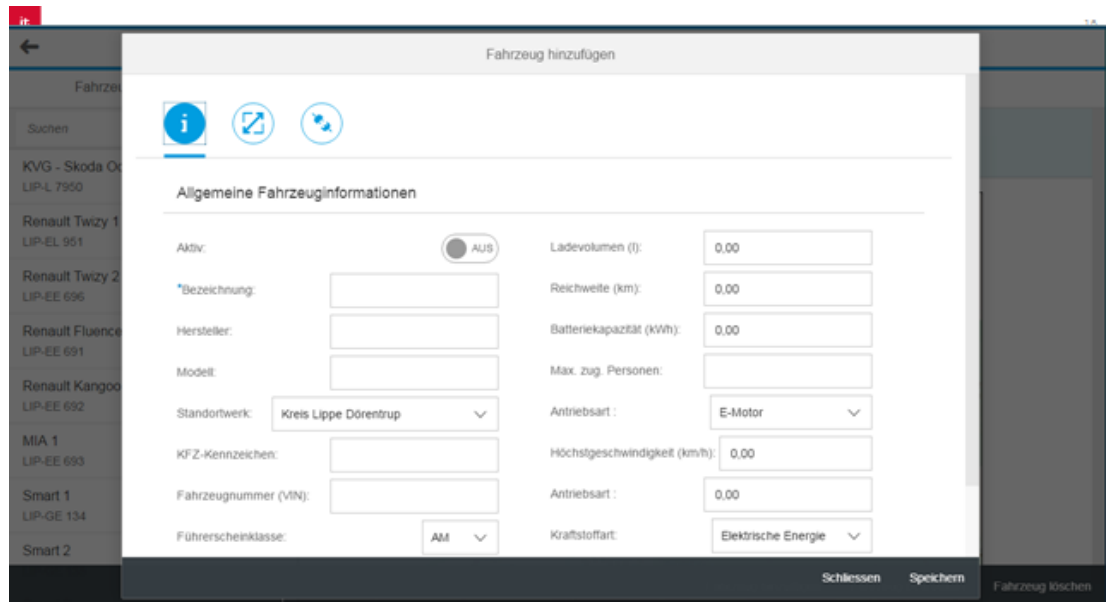
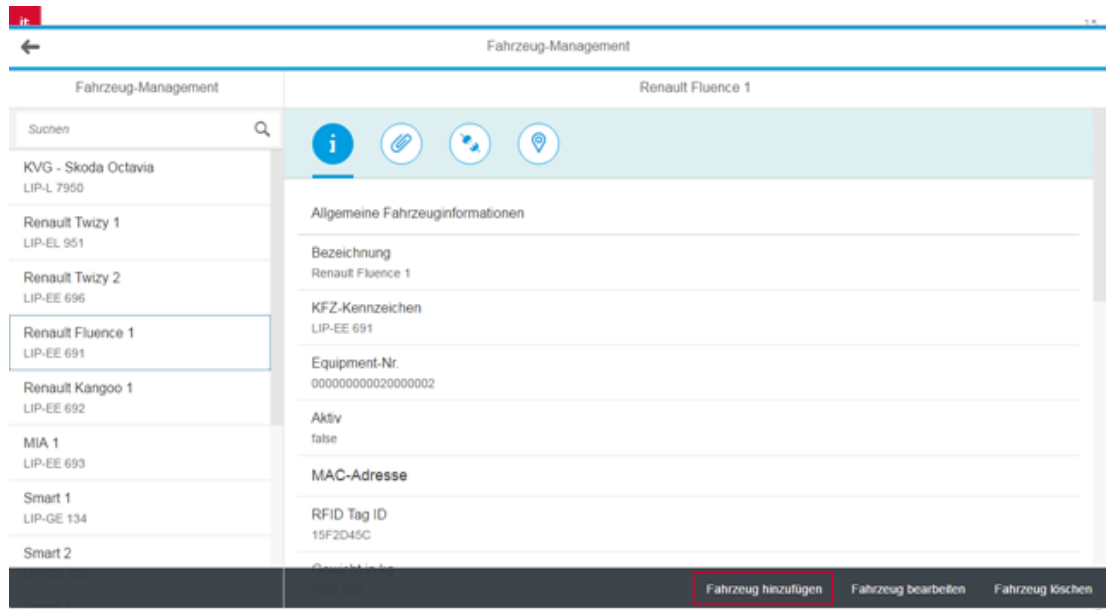


Fahrzeug-Management		Renault Fluence 1
Suchen		Gewicht in kg 1605.000
KVG - Skoda Octavia LIP-L 7950		Hersteller Renault
Renault Twizy 1 LIP-EL 951		Modell Fluence Z.E.
Renault Twizy 2 LIP-EE 696		Standortwerk 2000
Renault Fluence 1 LIP-EE 691		Fahrzeugnummer (VIN) VF1LZBZ0L47042266
Renault Kangoo 1 LIP-EE 692		Höhe in mm 1458.000
MIA 1 LIP-EE 693		Breite in mm 1813.000
Smart 1 LIP-GE 134		Länge in mm 4748.000
Smart 2		
		Fahrzeug hinzufügen Fahrzeug bearbeiten Fahrzeug löschen

Fahrzeug-Management		Renault Fluence 1
Suchen		Ladevolumen (l) 317.000
KVG - Skoda Octavia LIP-L 7950		Führerscheinklasse B
Renault Twizy 1 LIP-EL 951		Reichweite (km) 130
Renault Twizy 2 LIP-EE 696		Batteriekapazität (kWh) 22.0
Renault Fluence 1 LIP-EE 691		Max. zug. Personen 0005
Renault Kangoo 1 LIP-EE 692		Höchstgeschwindigkeit (km/h) 135.000
MIA 1 LIP-EE 693		Antriebsart 50.000
Smart 1 LIP-GE 134		Kraftstoffart ELECTRICENER
Smart 2		
		Fahrzeug hinzufügen Fahrzeug bearbeiten Fahrzeug löschen







it

Fahrzeug hinzufügen

17

Allgemeine Fahrzeuginformationen

Aktiv:	<input checked="" type="radio"/> AUS	Ladevolumen (l):	<input type="text" value="0,00"/>
*Bezeichnung:	<input type="text"/>	Reichweite (km):	<input type="text" value="0,00"/>
Hersteller:	<input type="text"/>	Batteriekapazität (kWh):	<input type="text" value="0,00"/>
Modell:	<input type="text"/>	Max. zug. Personen:	<input type="text"/>
Standortwerk:	Kreis Lippe Dörentrup	Antriebsart:	E-Motor
KFZ-Kennzeichen:	<input type="text"/>	Höchstgeschwindigkeit (km/h):	<input type="text" value="0,00"/>
Fahrzeugnummer (VIN):	<input type="text"/>	Antriebsart:	<input type="text" value="0,00"/>
Führerscheinklasse:	AM	Kraftstoffart:	Elektrische Energie
MAC-Adresse:	<input type="text"/>	RFID Tag ID:	<input type="text"/>

Schließen Speichern Fahrzeug löschen

it

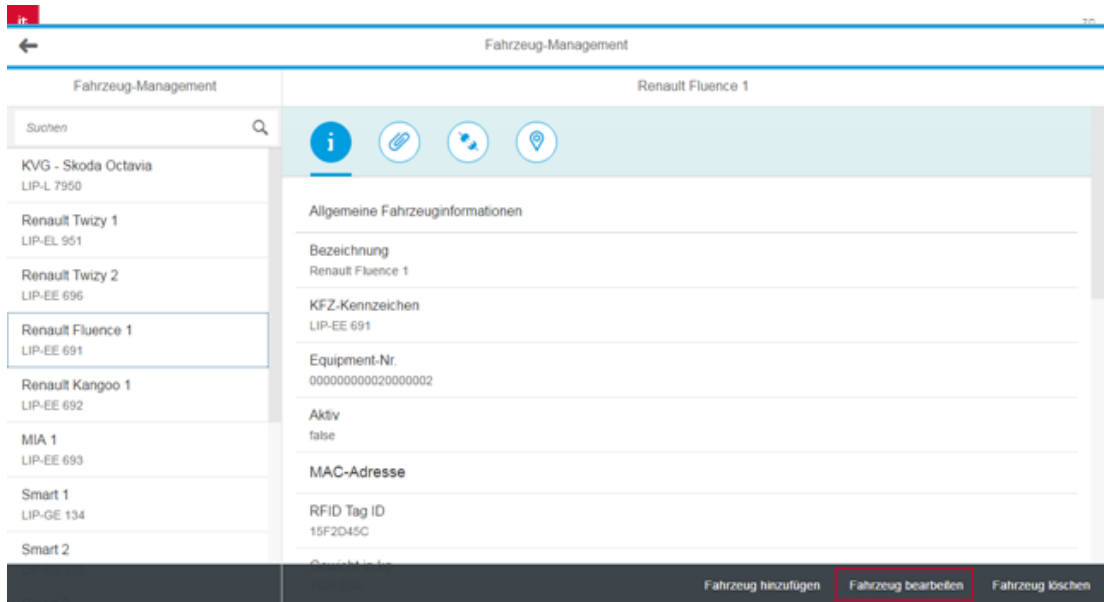
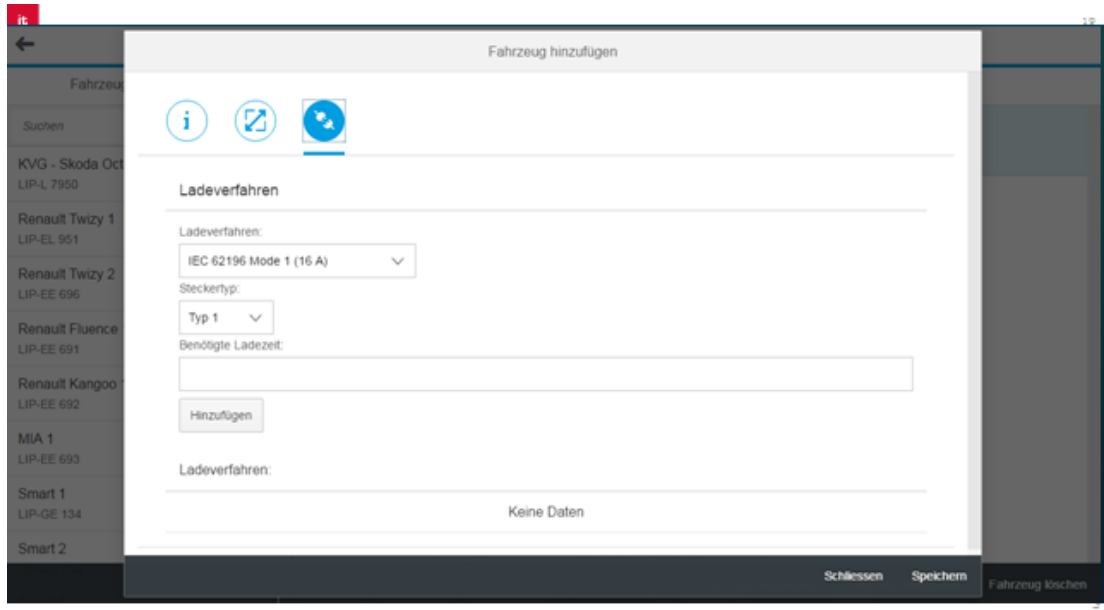
Fahrzeug hinzufügen

18

Maße und Transportrelevante Daten

Gewicht in kg:	<input type="text" value="0,00"/>
Höhe in mm:	<input type="text" value="0,00"/>
Breite in mm:	<input type="text" value="0,00"/>
Länge in mm:	<input type="text" value="0,00"/>
Zugelassenes Gesamtgewicht (kg):	<input type="text" value="0,00"/>
Maximale Zuladung (kg):	<input type="text" value="0,00"/>

Schließen Speichern Fahrzeug löschen



it. Fahrzeug bearbeiten

Suchen

KVG - Skoda Oct
LIP-L 7950

Renault Twizy 1
LIP-EL 951

Renault Twizy 2
LIP-EE 696

Renault Fluence
LIP-EE 691

Renault Kangoo
LIP-EE 692

MIA 1
LIP-EE 693

Smart 1
LIP-GE 134

Smart 2

Allgemeine Fahrzeuginformationen

Aktiv: AUS

*Bezeichnung: Renault Fluence 1

Hersteller: Renault

Modell: Fluence Z.E.

Standortwerk: Kreis Lippe Dörentrup

KFZ-Kennzeichen: LIP-EE 691

Fahrzeugnummer (VIN): VF1LZBZ0L47042266

Führerscheinklasse: B

Ladevolumen (l): 317,00

Reichweite (km): 130,00

Batteriekapazität (kWh): 22,00

Max. zug. Personen: 0005

Antriebsart: E-Motor

Höchstgeschwindigkeit (km/h): 135,00

Antriebsart: 50,00

Kraftstoffart: Elektrische Energie

Schliessen Speichern Fahrzeug löschen

it. Fahrzeug bearbeiten

Suchen

KVG - Skoda Oct
LIP-L 7950

Renault Twizy 1
LIP-EL 951

Renault Twizy 2
LIP-EE 696

Renault Fluence
LIP-EE 691

Renault Kangoo
LIP-EE 692

MIA 1
LIP-EE 693

Smart 1
LIP-GE 134

Smart 2

Maße und Transportrelevante Daten

Gewicht in kg: 1605,00

Höhe in mm: 1458,00

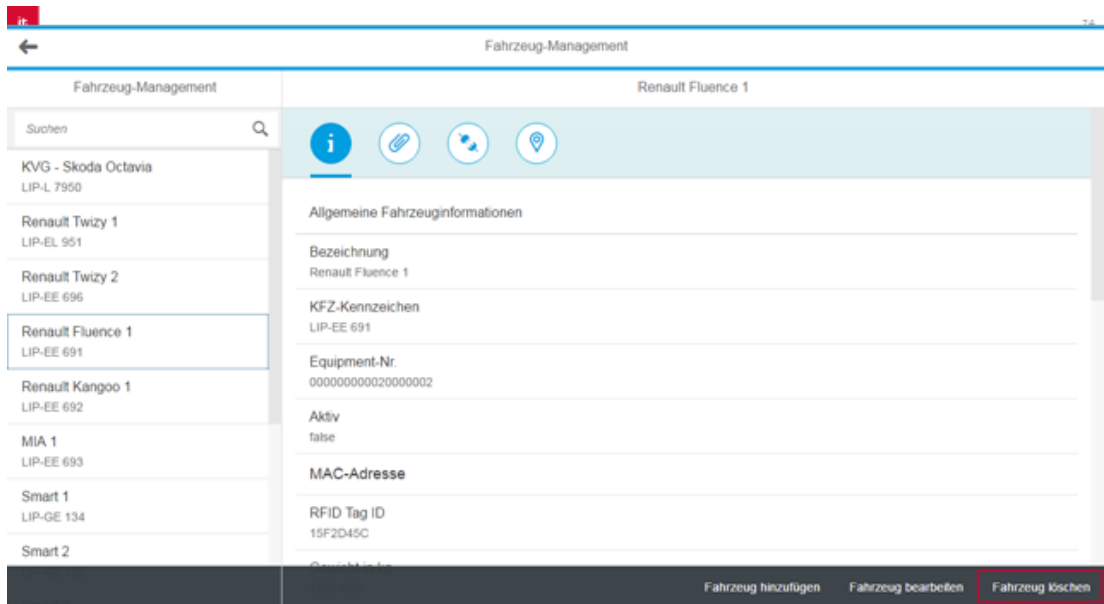
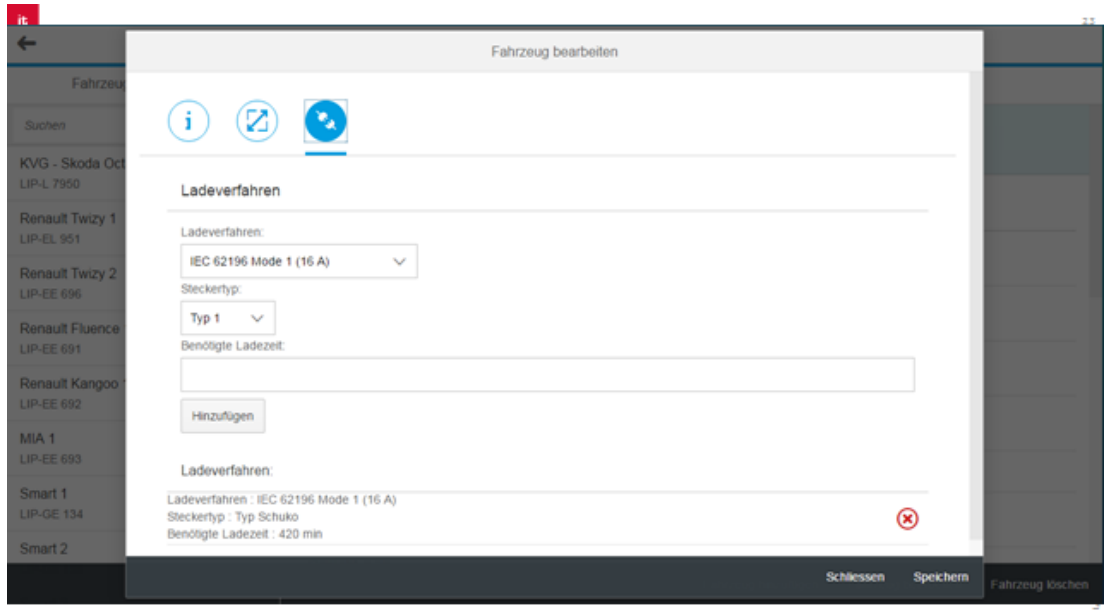
Breite in mm: 1813,00

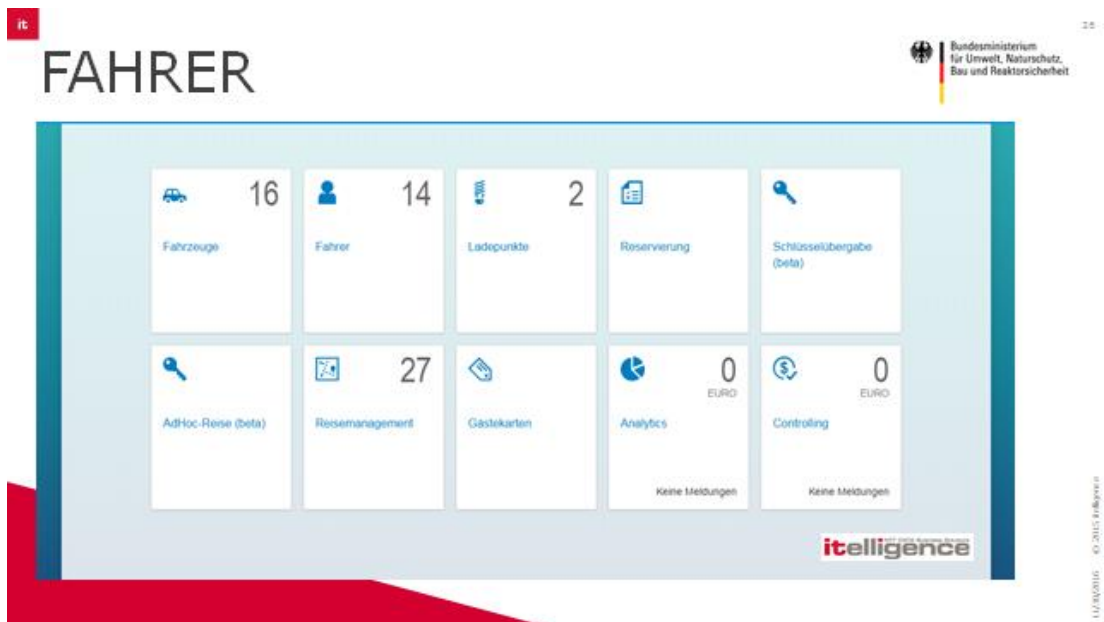
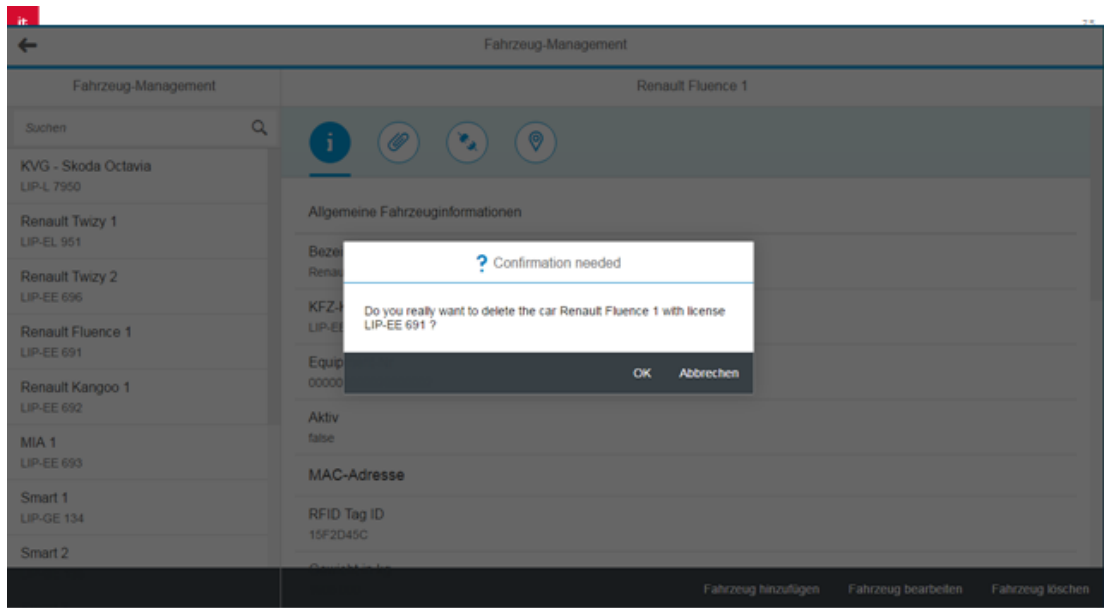
Länge in mm: 4748,00

Zugelassenes Gesamtgewicht (kg): 2023,00




Maximale Zuladung (kg): 418,00

Schliessen Speichern Fahrzeug löschen








it Fahrer-Management 27

Fahrer	Max Testfahrer
Suchen	 
00001003	
Max Testfahrer 00001111	<p>Allgemeine Fahrerinformationen</p> <p>00001111 Personalnummer</p> <p>Testfahrer Nachname</p> <p>Max Vorname</p> <p>▼ Zugelassene Führerscheinklassen</p> <p>Führerscheinklasse AM <input type="button" value="Hinzufügen"/></p> <p>B </p>
Max Testfuhrpark 00001112	
Max Testempfang 00001113	
Katharina Bärtram 00111554	
Simone Richter 00200712	
Niklas Koormann 00307850	
Giulia Emmerich 00311250	
	Neuen Fahrer anlegen

it Fahrer-Management 28

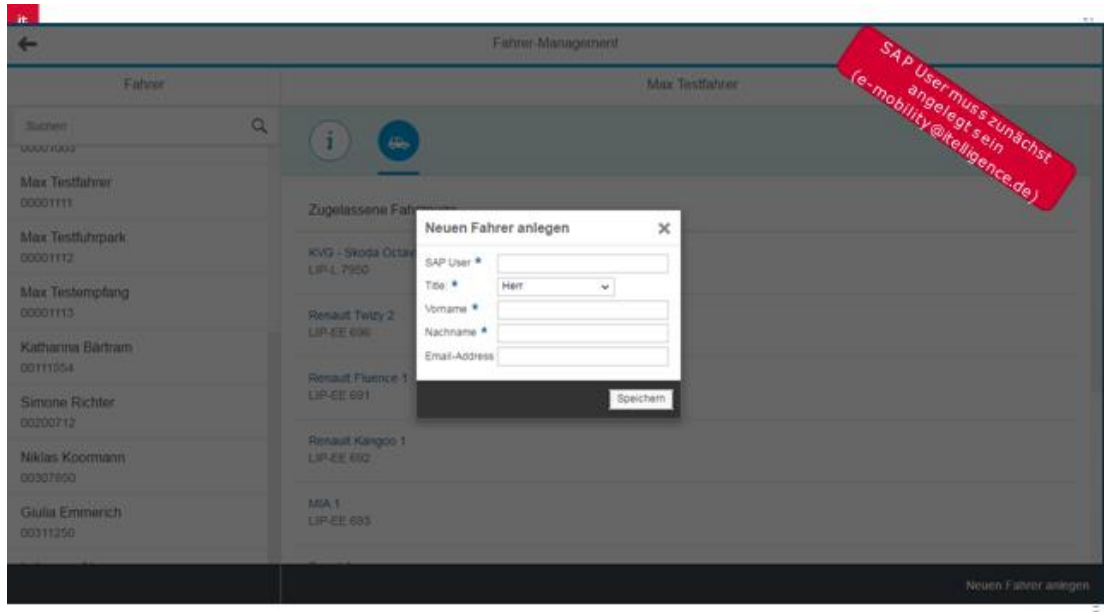
Fahrer	Max Testfahrer
Suchen	 
00001003	
Max Testfahrer 00001111	<p>Allgemeine Fahrerinformationen</p> <p>00001111 Personalnummer</p> <p>Testfahrer Nachname</p> <p>Max Vorname</p> <p>▼ Zugelassene Führerscheinklassen</p> <p>Führerscheinklasse AM <input type="button" value="Hinzufügen"/></p> <p>B </p>
Max Testfuhrpark 00001112	
Max Testempfang 00001113	
Katharina Bärtram 00111554	
Simone Richter 00200712	
Niklas Koormann 00307850	
Giulia Emmerich 00311250	
	Neuen Fahrer anlegen

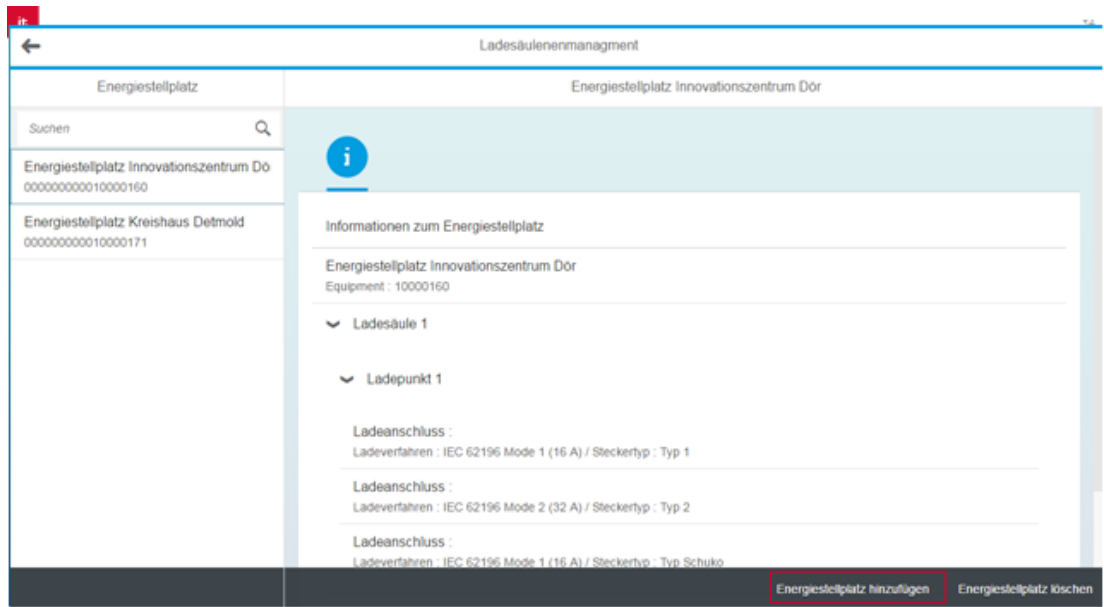
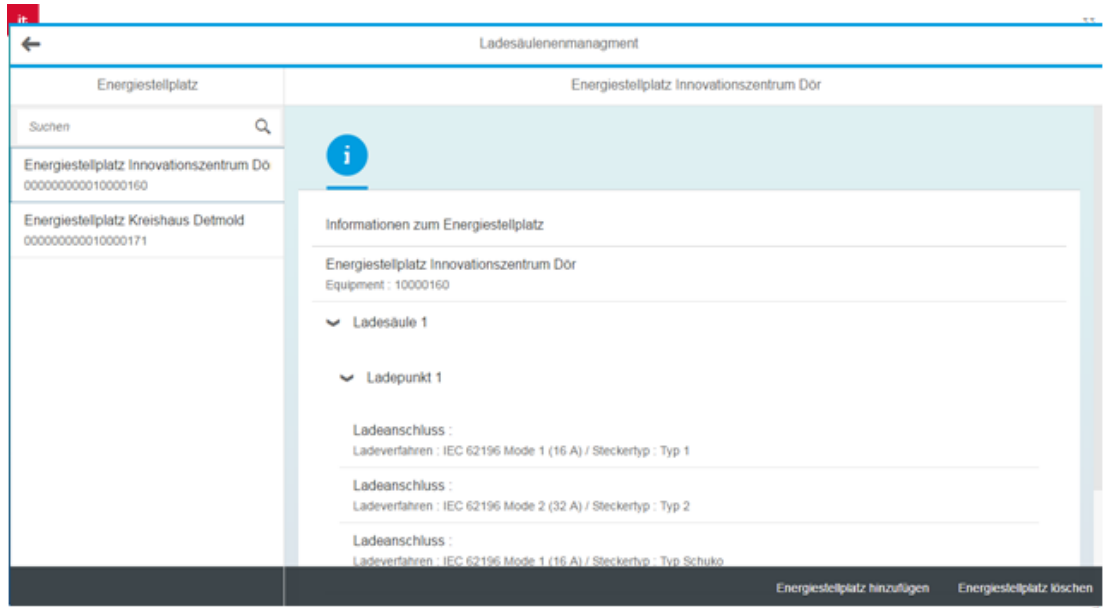
it Fahrer-Management

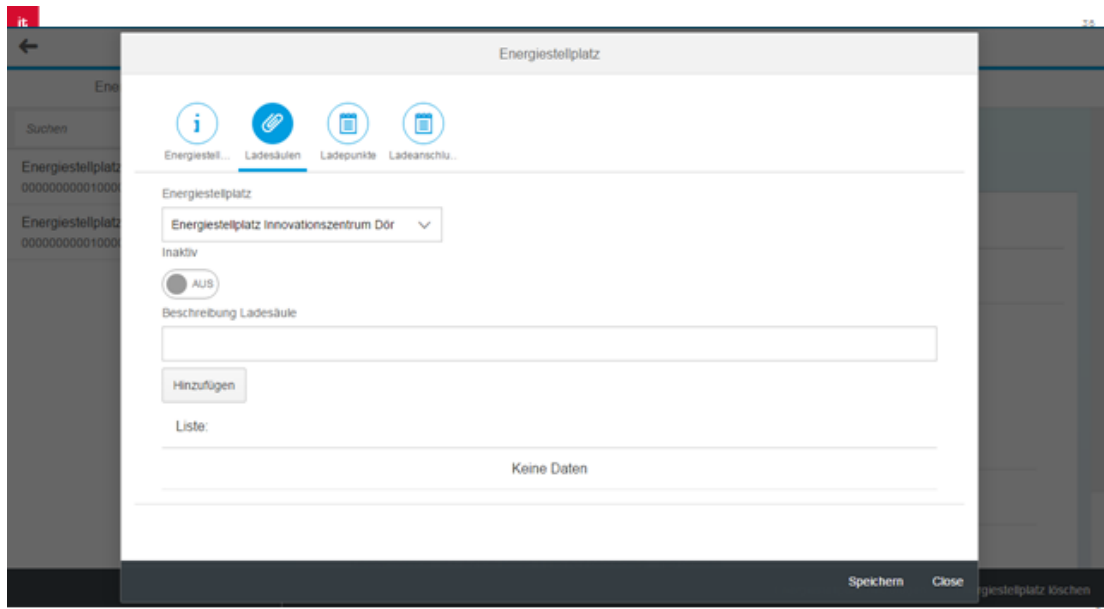
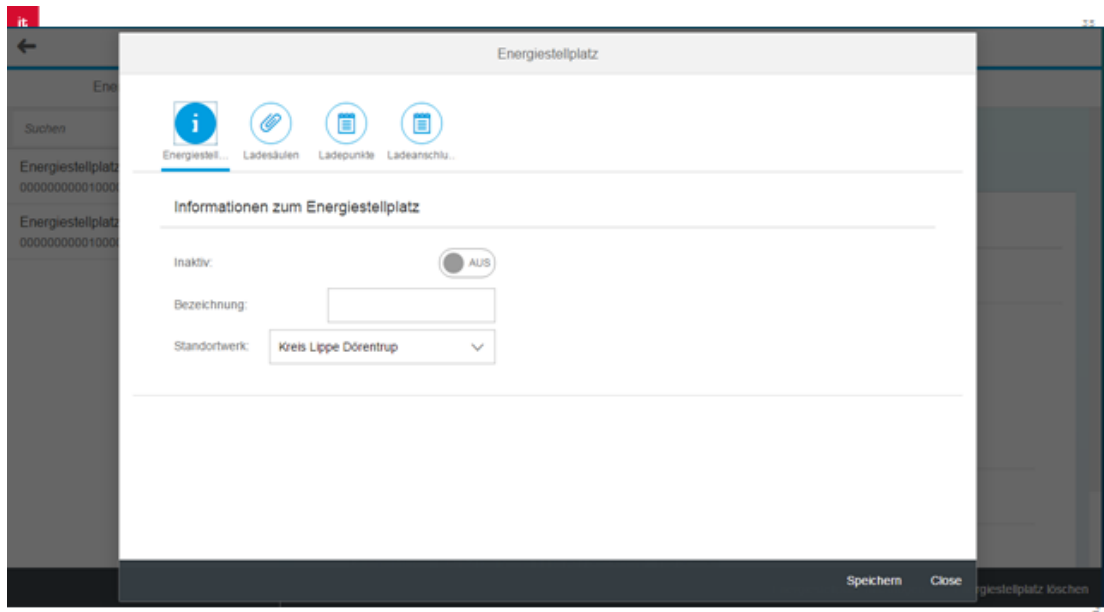
Fahrer	Max Testfahrer
Suchen	<i>i</i> <i>AM</i>
00001003	
Max Testfahrer 00001111	Zugelassene Fahrzeuge
Max Testfuhrpark 00001112	KVG - Skoda Octavia LIP-L 7960
Max Testempfang 00001113	Renault Twizy 2 LIP-EE 696
Katharina Bärtram 00111554	Renault Fluence 1 LIP-EE 691
Simone Richter 00200712	Renault Kangoo 1 LIP-EE 692
Niklas Koormann 00307850	MIA 1 LIP-EE 693
Giulia Emmerich 00311250	
	Neuen Fahrer anlegen

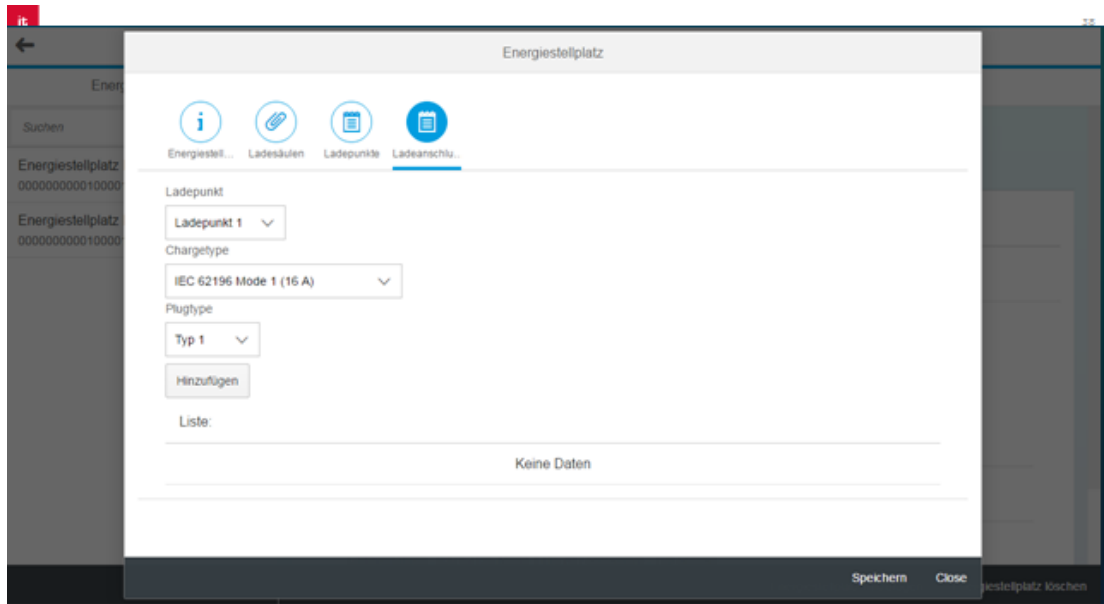
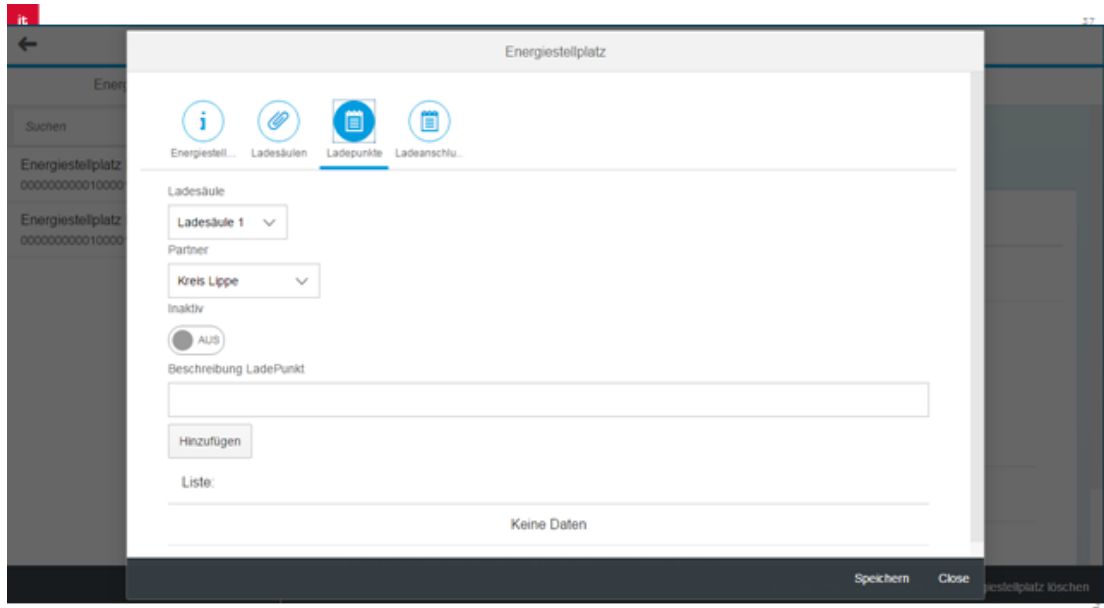
it Fahrer-Management

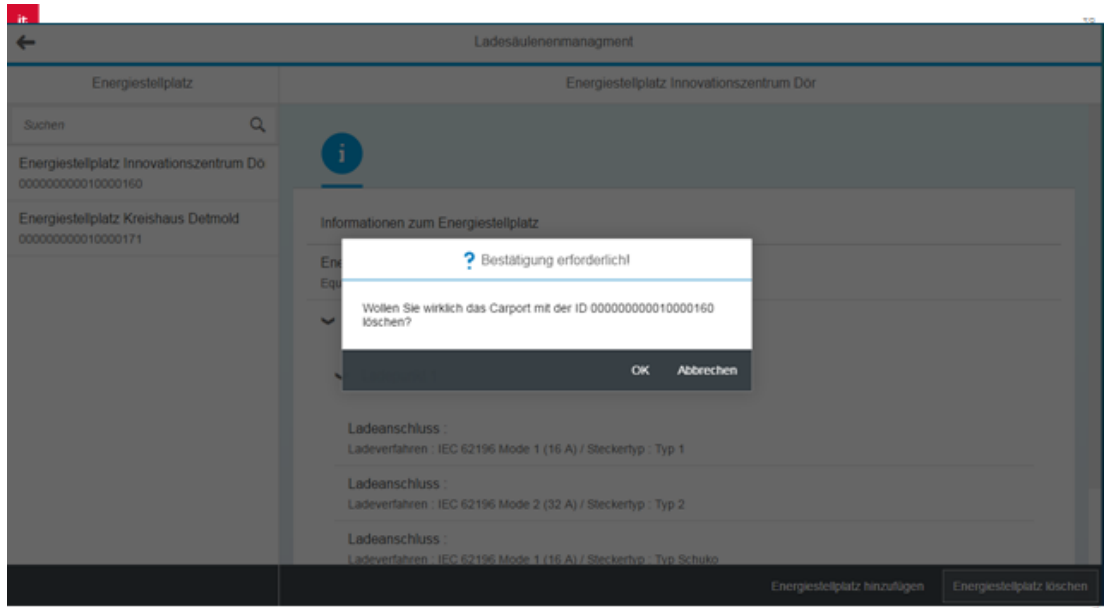
Fahrer	Max Testfahrer
Suchen	<i>i</i> <i>AM</i>
00001003	
Max Testfahrer 00001111	Allgemeine Fahrerinformationen
Max Testfuhrpark 00001112	00001111 Personalnummer
Max Testempfang 00001113	Testfahrer Nachname
Katharina Bärtram 00111554	Max Vorname
Simone Richter 00200712	<input checked="" type="checkbox"/> Zugelassene Führerscheinklassen
Niklas Koormann 00307850	Führerscheinklasse AM <input type="button" value="Hinzufügen"/>
Giulia Emmerich 00311250	B <input type="button" value="X"/>
	Neuen Fahrer anlegen

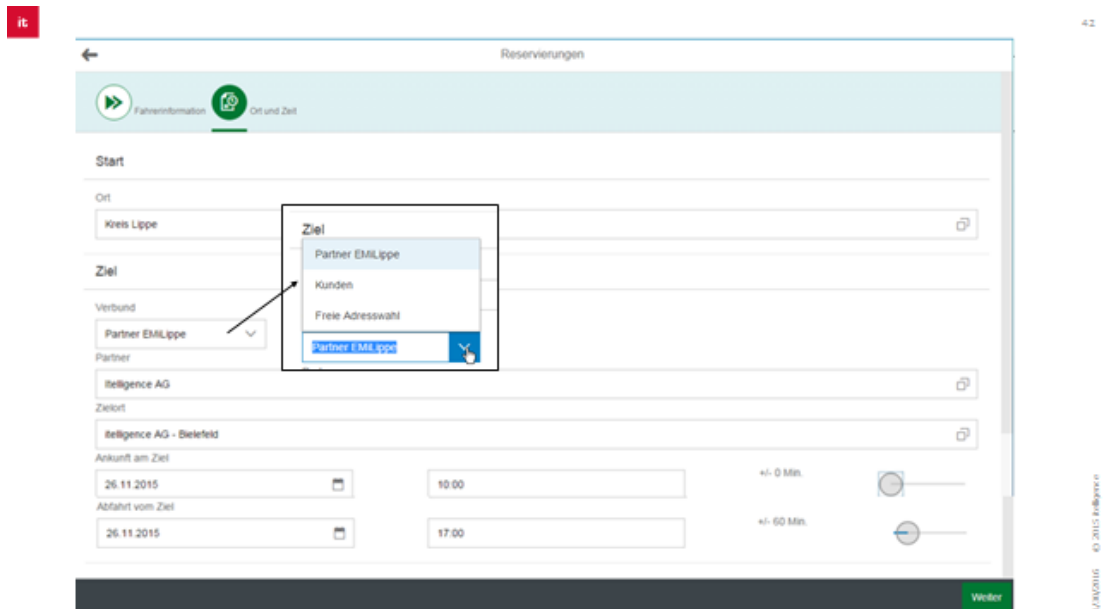
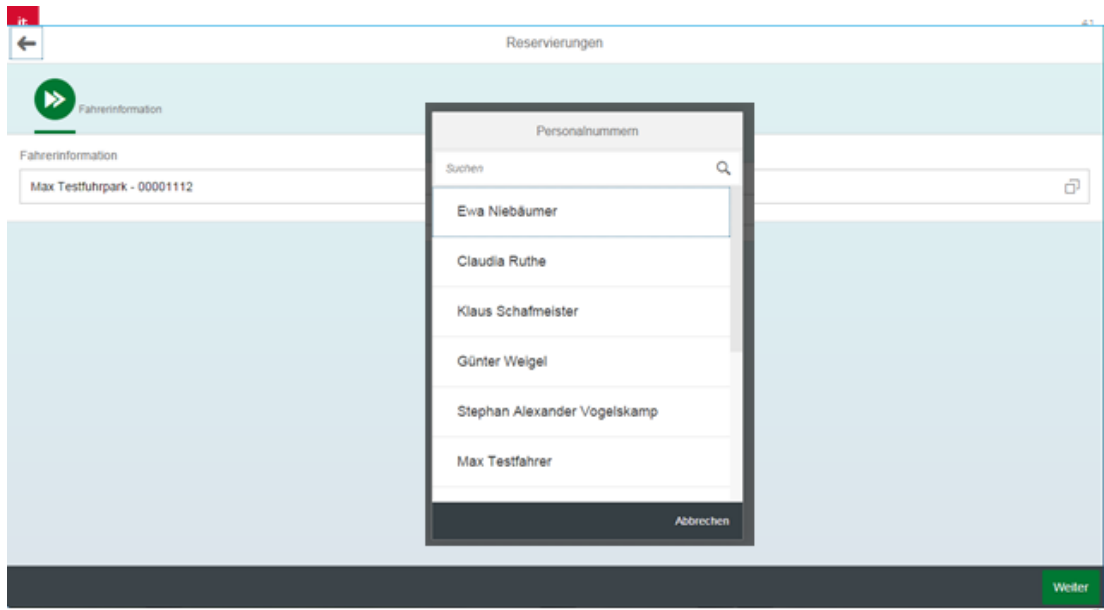












it 4.3

Reservierungen

Fahrerinformation
Ort und Zeit
Optionen

Zusätzliche Passagiere

Zusätzliches Gewicht in kg

Zusätzliches Volumen in Liter

Mitfahrgelegenheiten in Ergebnisliste auführen?

Weiter

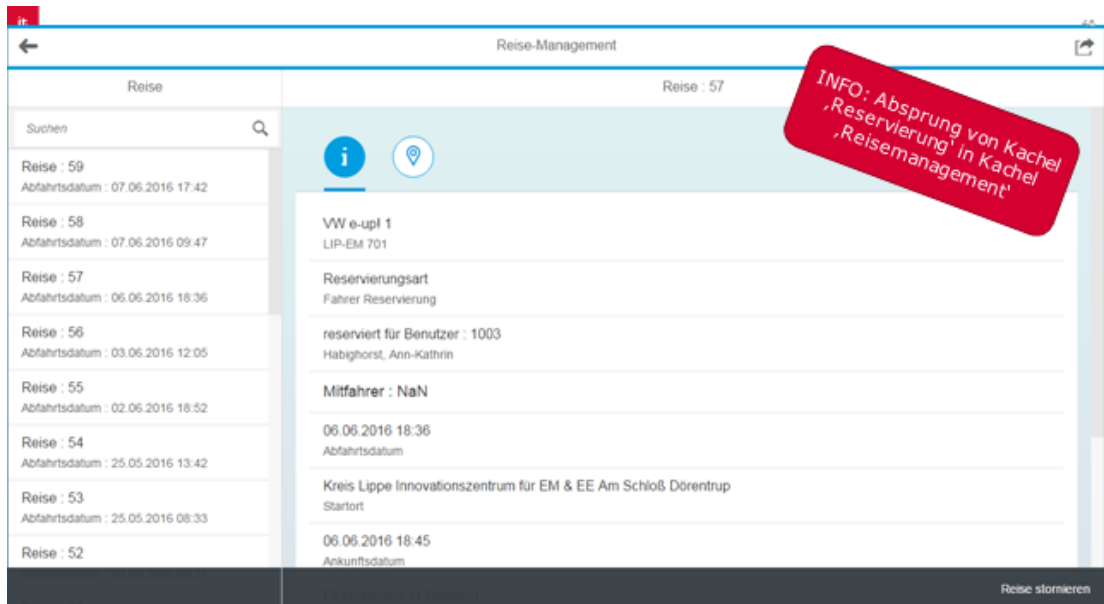
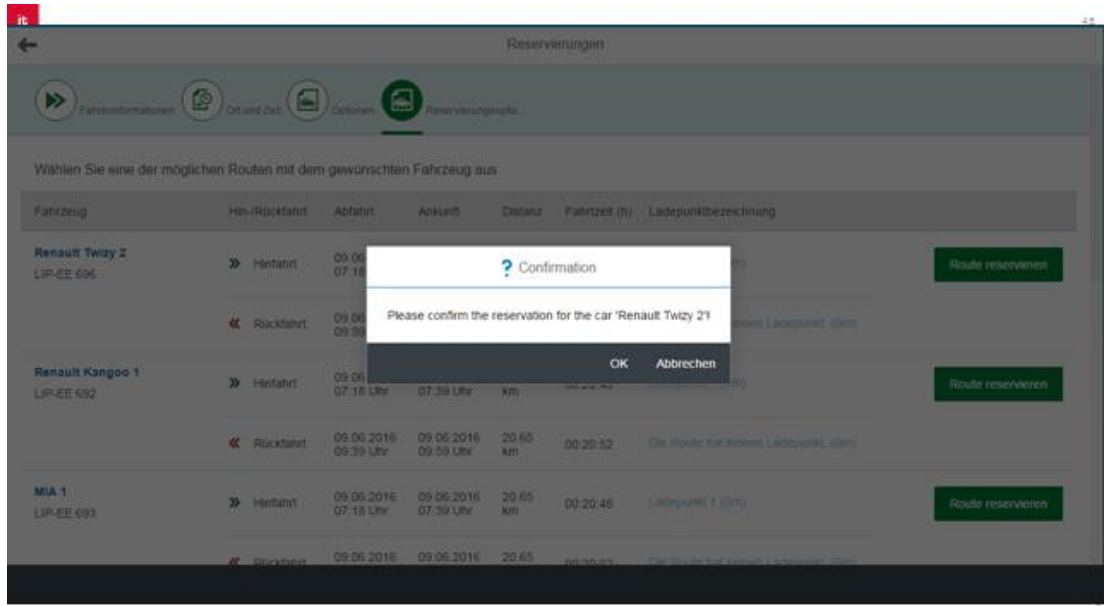
it 4.4

Reservierungen

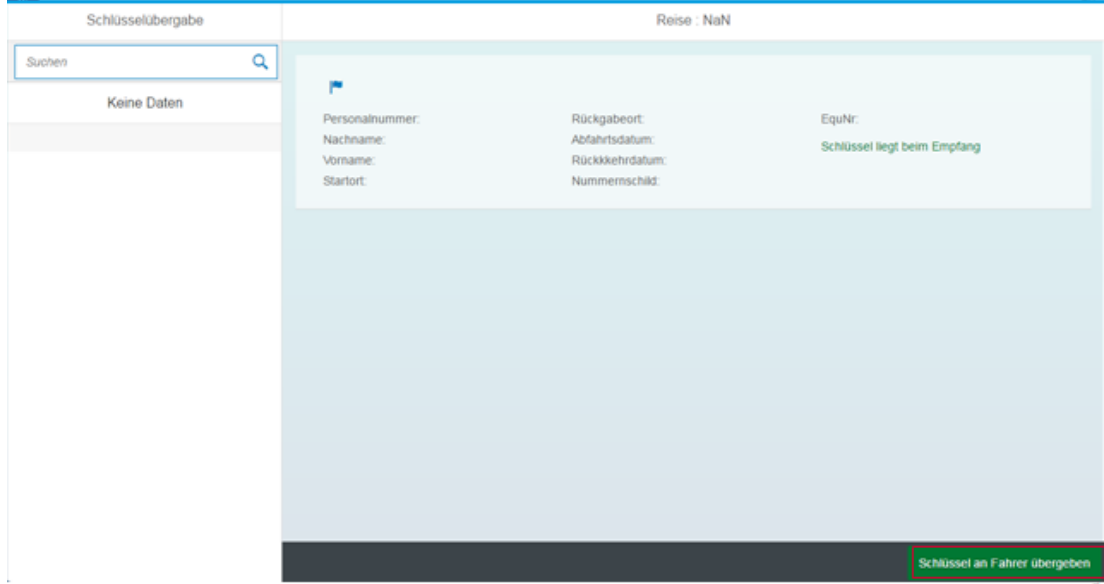
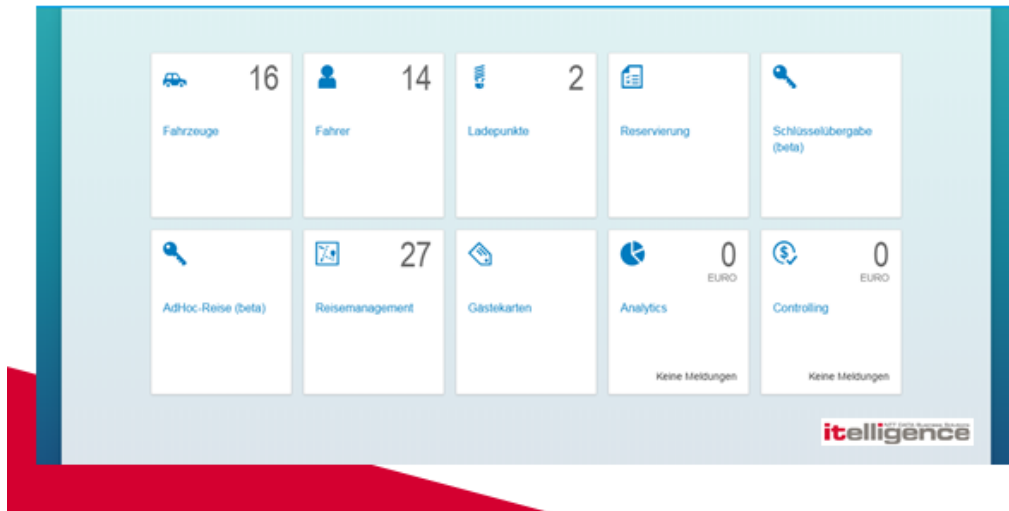
Fahrerinformationen
Ort und Zeit
Optionen
Reservierungsoptio...

Wählen Sie eine der möglichen Routen mit dem gewünschten Fahrzeug aus

Fahrzeug	Hin-/Rückfahrt	Abfahrt	Ankunft	Distanz	Fahrtzeit (h)	Ladepunktbezeichnung	
Renault Twizy 2 LIP-EE 696	» Hinfahrt	09.06.2016 07:18 Uhr	09.06.2016 07:39 Uhr	20,65 km	00:20:48	Ladepunkt 1 (0m)	Route reservieren
	« Rückfahrt	09.06.2016 09:39 Uhr	09.06.2016 09:59 Uhr	20,65 km	00:20:52	Die Route hat keinen Ladepunkt. (0m)	
Renault Kangoo 1 LIP-EE 692	» Hinfahrt	09.06.2016 07:18 Uhr	09.06.2016 07:39 Uhr	20,65 km	00:20:48	Ladepunkt 1 (0m)	Route reservieren
	« Rückfahrt	09.06.2016 09:39 Uhr	09.06.2016 09:59 Uhr	20,65 km	00:20:52	Die Route hat keinen Ladepunkt. (0m)	
MIA 1 LIP-EE 693	» Hinfahrt	09.06.2016 07:18 Uhr	09.06.2016 07:39 Uhr	20,65 km	00:20:48	Ladepunkt 1 (0m)	Route reservieren
	« Rückfahrt	09.06.2016	09.06.2016	20,65	00:20:52	Die Route hat keinen Ladepunkt. (0m)	



Schlüsselübergabe (beta)



it

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, und Reaktorsicherheit

AdHoc-Reise (beta)

40

Neu nicht funktionsfähig

16 Fahrzeuge	14 Fahrer	2 Ladepunkte	Reservierung	Schlüsselübergabe (beta)
AdHoc-Reise (beta)	27 Reisemanagement	Gästekarten	0 Analytics Keine Meldungen	0 Controlling Keine Meldungen

itelligence

© 2015 itelligence

it

AdHocTripManagementTitle

Reise : NaN

Neu nicht funktionsfähig

TripTitle

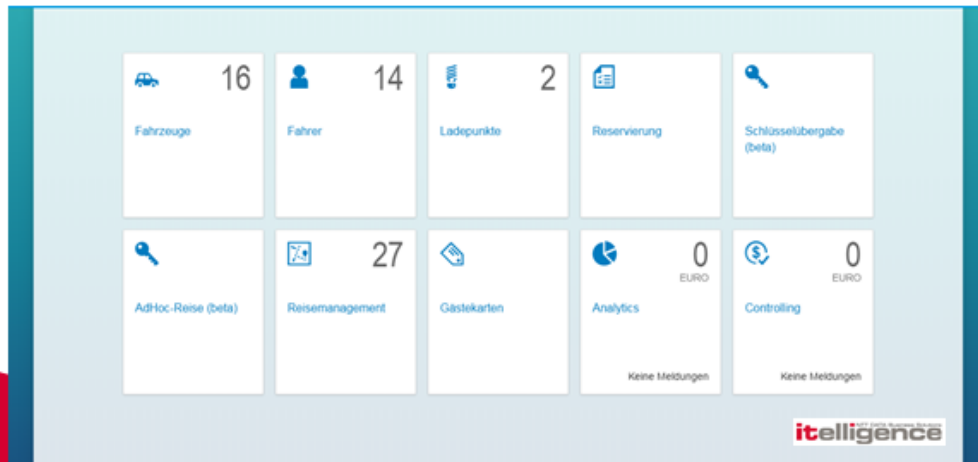
Suchen

Keine Daten

PerNr:	StartDate:	FirstName:
StartLoc:	EndDate:	Status ändern
StartLoc:	LicenseNum:	Schlüssel wurde beim Empfang abgegeben
ReturnLoc:	LastName:	
EquNr:		



REISEMANAGEMENT



Reise-Management

Reise : 57

Suchen

Reise : 59 Abfahrtsdatum : 07.06.2016 17:42
Reise : 58 Abfahrtsdatum : 07.06.2016 09:47
Reise : 57 Abfahrtsdatum : 06.06.2016 18:36
Reise : 56 Abfahrtsdatum : 03.06.2016 12:05
Reise : 55 Abfahrtsdatum : 02.06.2016 18:52
Reise : 54 Abfahrtsdatum : 25.05.2016 13:42
Reise : 53 Abfahrtsdatum : 25.05.2016 08:33
Reise : 52

WV e-upl 1
LIP-EM 701

Reservierungsart
Fahrer Reservierung

reserviert für Benutzer : 1003
Habighorst, Ann-Kathrin

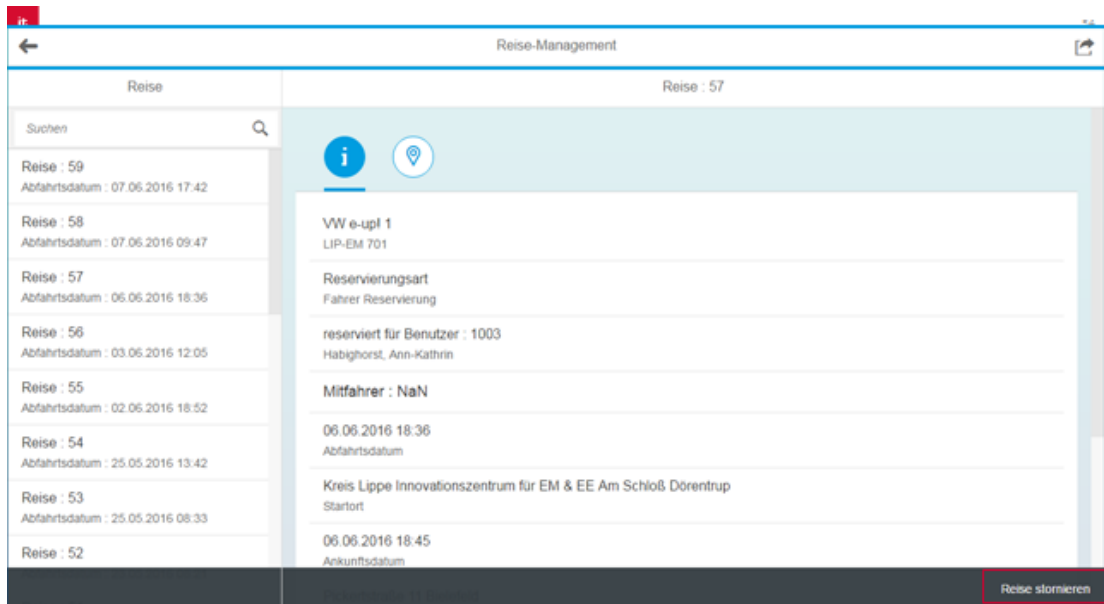
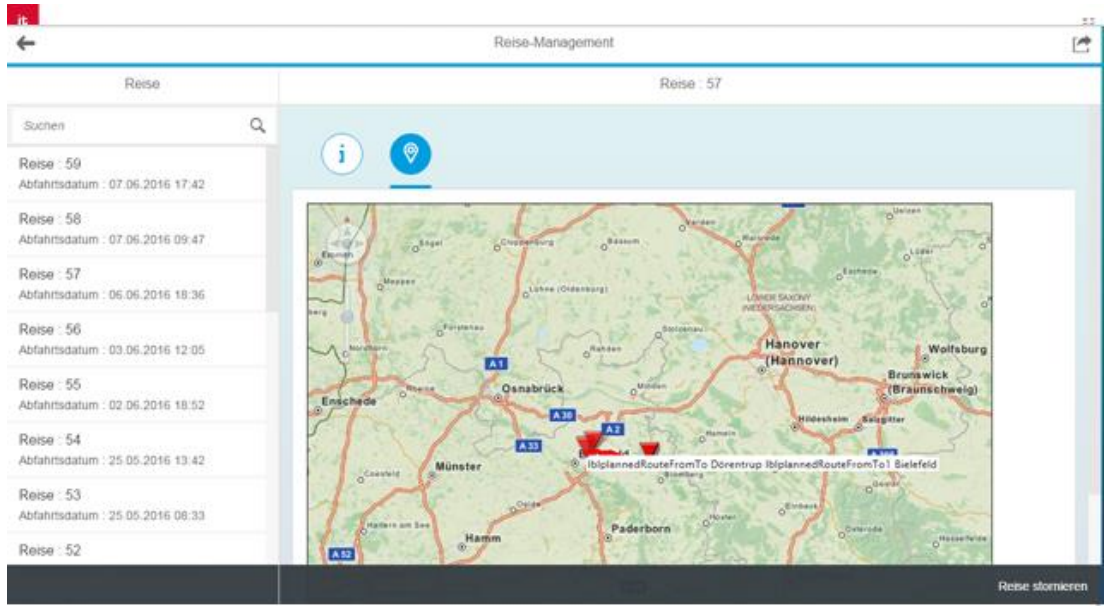
Mitfahrer : NaN

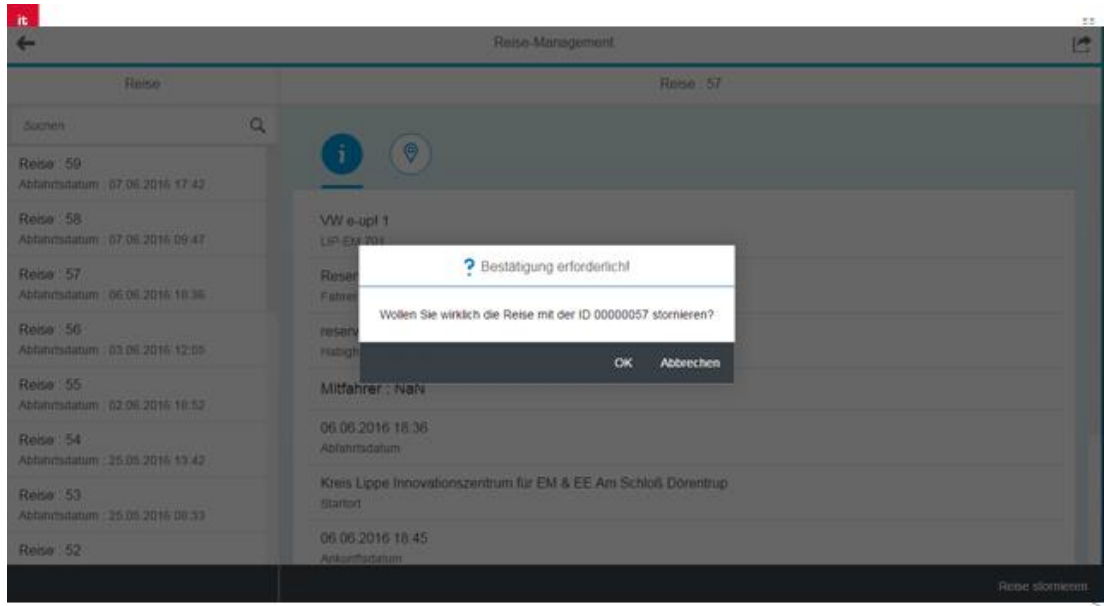
06.06.2016 18:36
Abfahrtsdatum

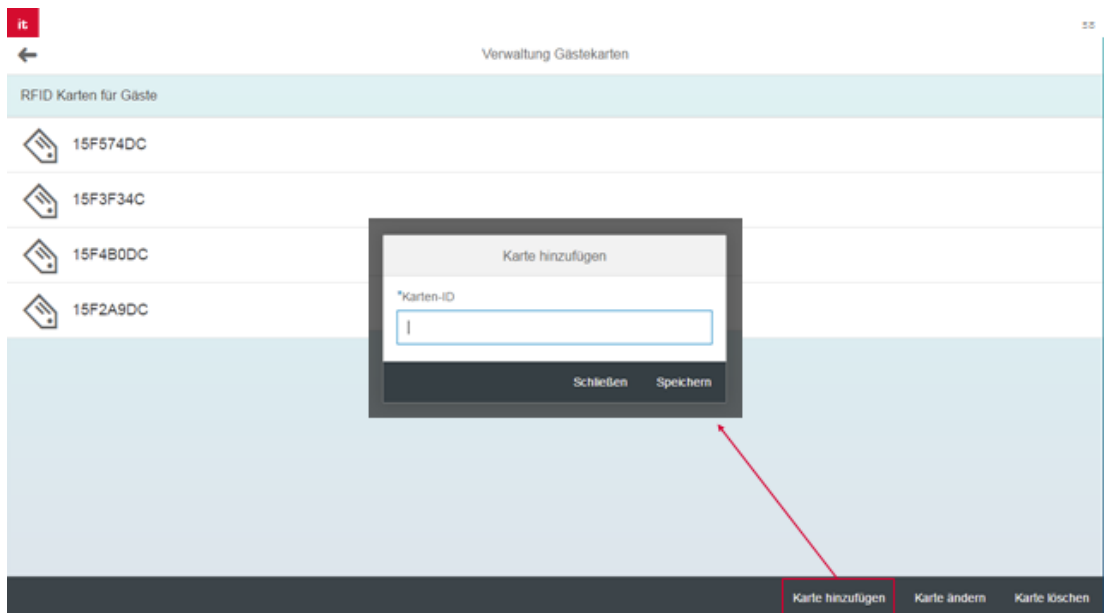
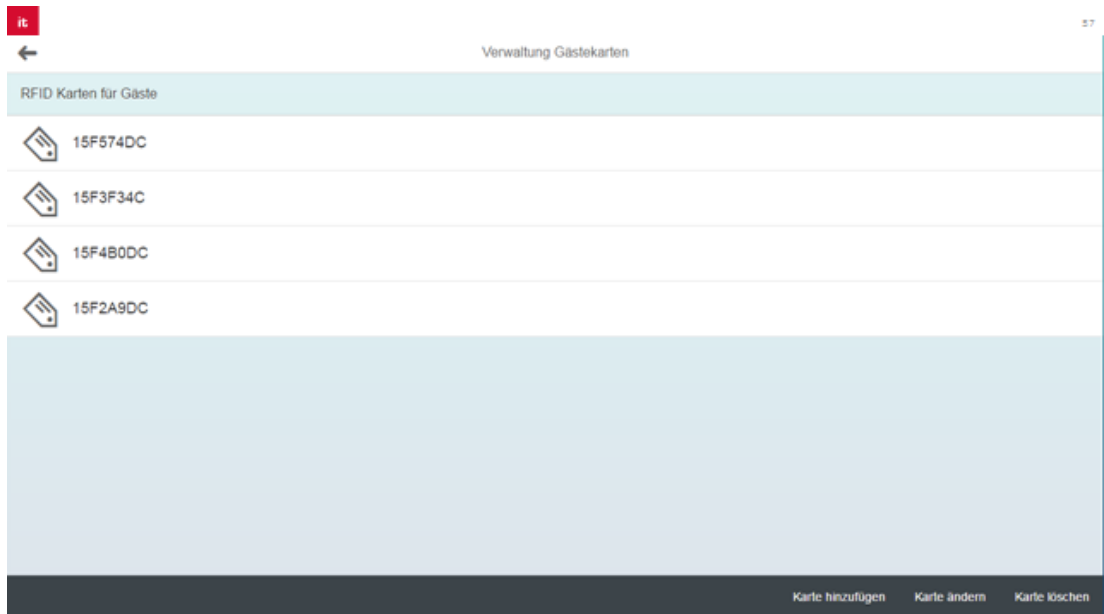
Kreis Lippe Innovationszentrum für EM & EE Am Schloß Dörentrup
Startort

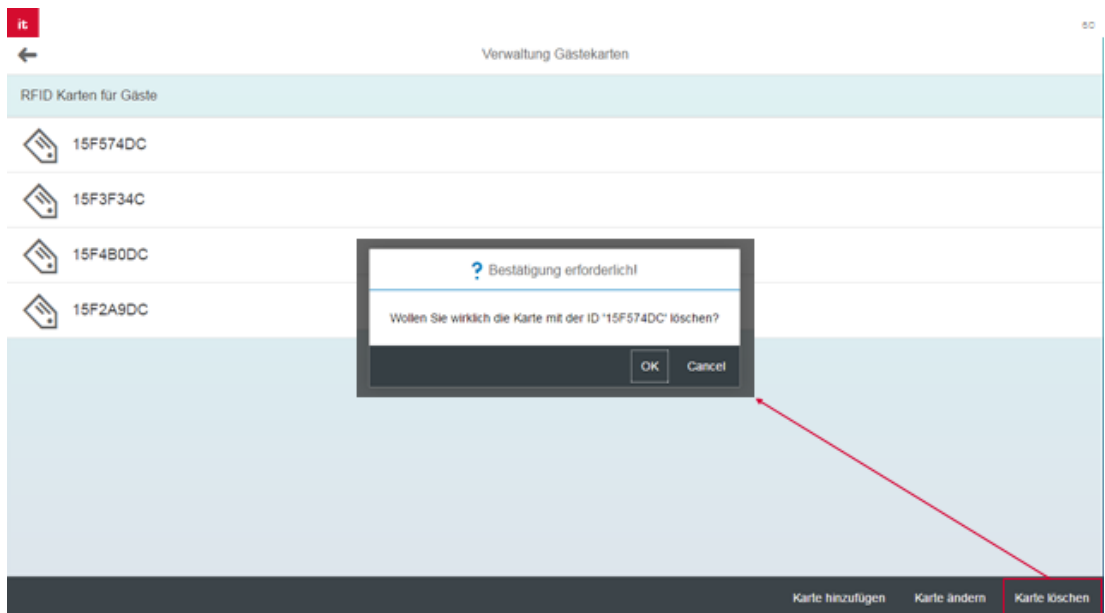
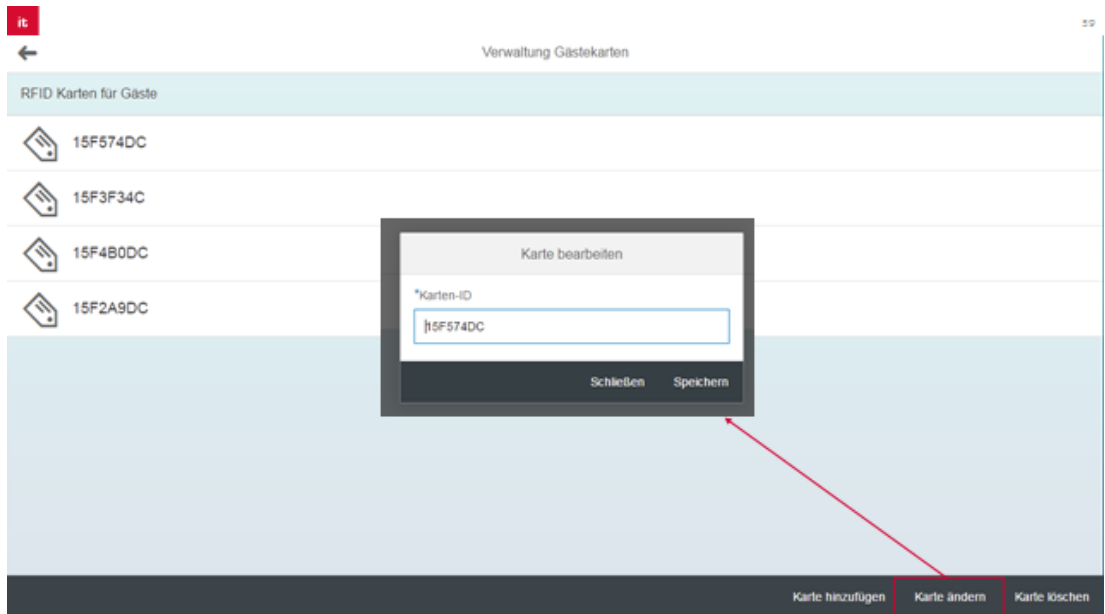
06.06.2016 18:45
Ankunftsdatum

Reise stornieren

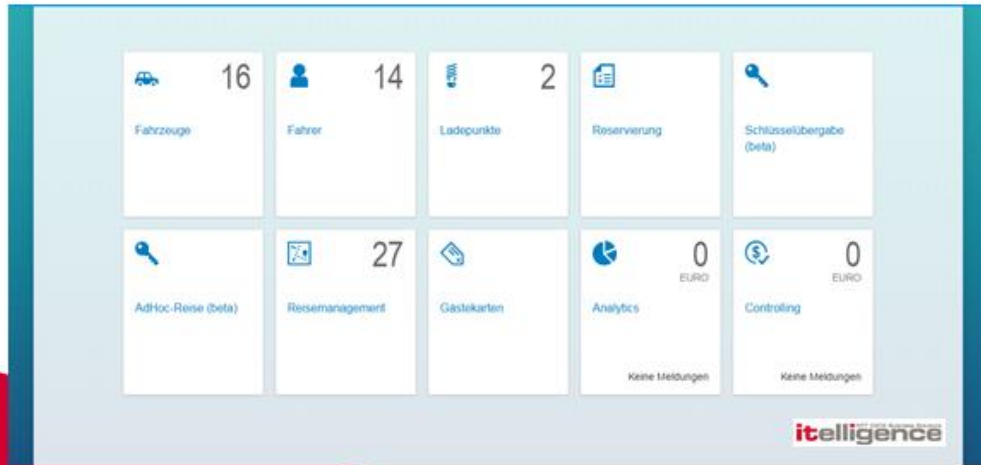




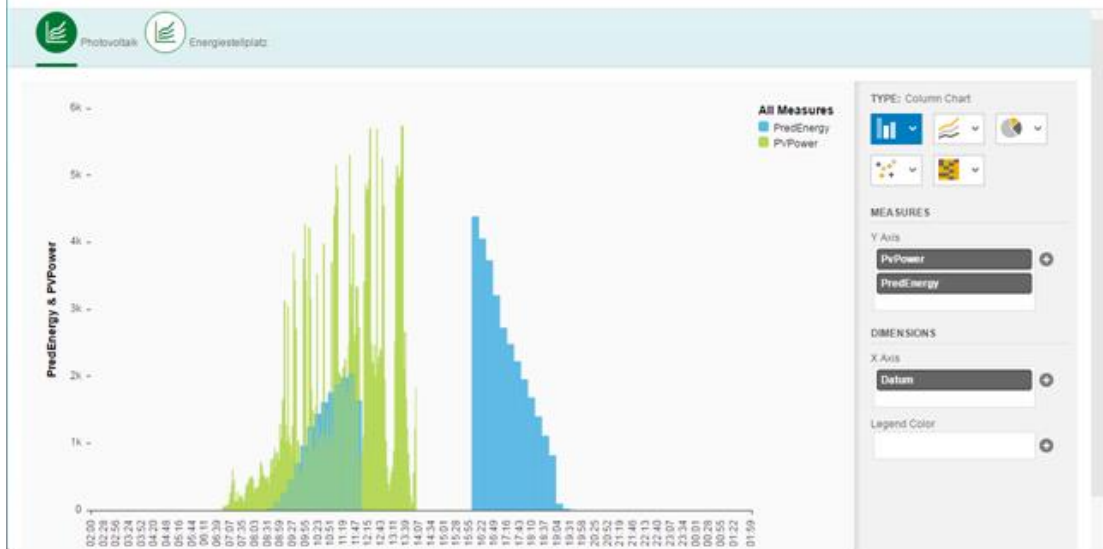


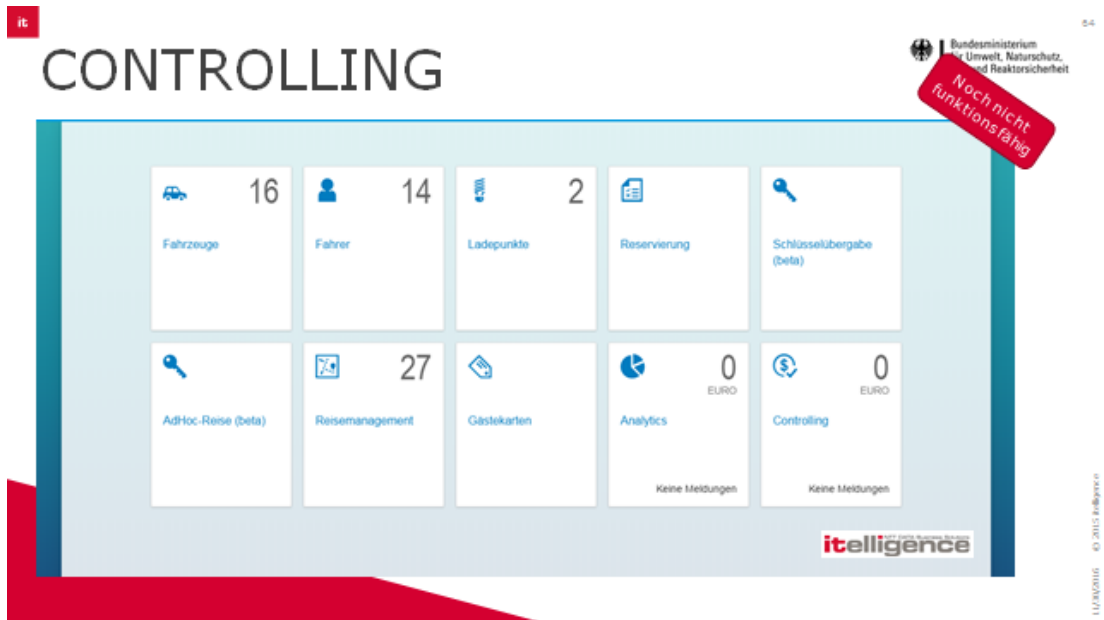
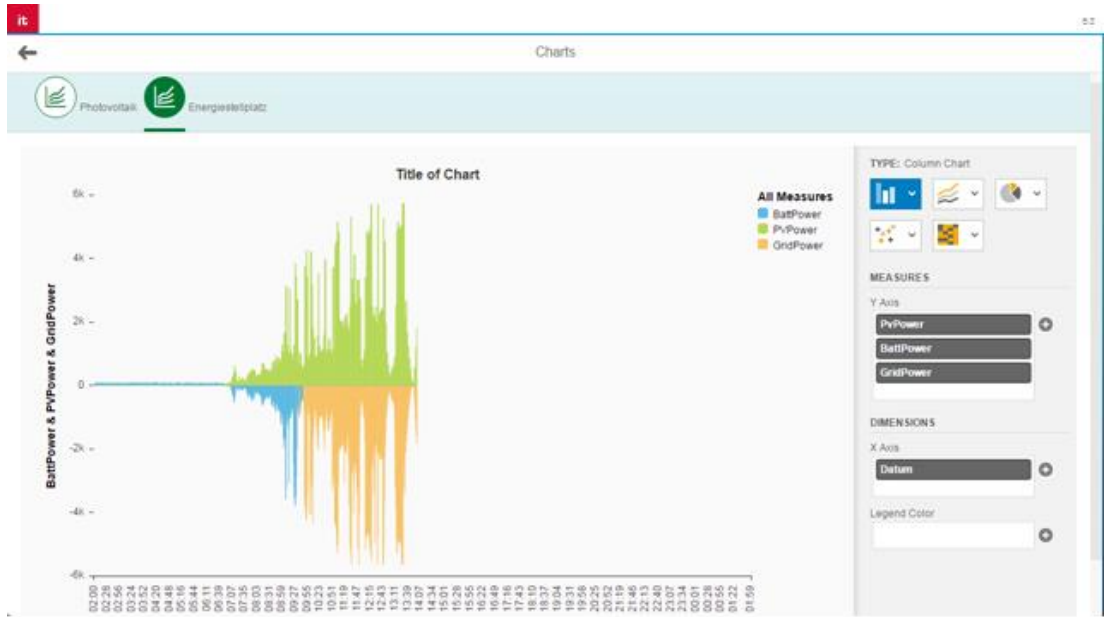


ANALYTICS



Charts





[4] Öffentlichkeitsarbeit – Detaillierte Auflistung der einzelnen Maßnahmen, Veranstaltungen und Symposien

HMI in Hannover

08.04. – 12.04.2013 durch Messerundgang

Bereits vor Projektbeginn waren Vertreter des Kreises Lippe auf der HMI um sich über mögliche Schnittstellen in den Themen Mobilität im Ländlichen Raum/ Wirtschaftsverkehr zu informieren.

Kongress „Tagesspiegel eMobility summit“ in Berlin

27.06. – 28.06.2013 durch Teilnahme am Kongress

LipperTage 2013 in Dörentrup

06.09. – 09.09.2013 durch Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt

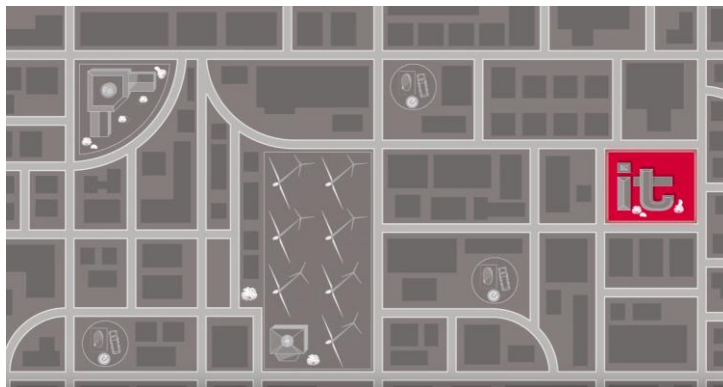
Bei den LipperTagen wurden die unterschiedlichen Forschungsprojekte beim Kreis Lippe im Bereich Elektromobilität präsentiert.

Energiemesse 2014 in Lemgo

15.02. – 16.02.2014 durch Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt

Video zum Innovationsthema ‚SAP HANA‘ durch itelligence

Was haben SAP HANA und E-Mobility gemeinsam? Wie kann SAP HANA den Einzelhandel unterstützen? Itelligence präsentiert das Forschungsprojekt ‚EMiLippe‘ als einen Use Case für das zu dem Zeitpunkt der Projektvorbereitung neuartige Thema ‚SAP HANA‘.



<https://www.youtube.com/watch?v=Iq7hIlcFpho>

CeBIT 2014 in Hannover

10.03. – 14.03.2014 durch itelligence AG



Auf der Computermesse CeBIT in Hannover stellte die itelligence AG neben ihren SAP-Lösungen, auch die neusten Forschungsergebnisse zum Projekt EMiLippe vor, für das die Bielefelder ein innovatives Mobilitätsmanagementsystem entwickeln. Der E-Smart war mit vielen Informationen zum Projekt EMiLippe ausgestattet und ein beliebtes Foto-Motiv der Messebesucher.

Zusätzlich zu dem Standauftritt nutzte itelligence die Chance das Projekt EmiLippe auf große Bühne zu präsentieren, den CeBIT Global Conferences. Die Global Conferences sind ein wichtiger Bestandteil der CeBIT. Sie bieten auf drei Bühnen einen 360°-Blick über die digitale Welt. Auf der Konferenz treffen sich IT-Anbieter und Anwender, Internetfirmen und Investoren, Kreative und Vordenker der Zukunft. Ein weiterer Bestandteil des Messeauftritts bestand darin, Interessierten aus aller Welt das Projekt EmiLippe in den CeBIT Guided Tours näher zu bringen. Die Guided Tours sind geführte Rundgänge, die angemeldete Besucher themenorientiert zu ausgewählten und relevanten Ausstellern bringen.

CeBIT-Internetseite:

<http://www.hannovermesse.de/aussteller/itelligence/N945211>

Lokaler Presseartikel:

<http://itelligencegroup.com/de/localprsrlls/itelligence-nutzt-sap-hana-bei-der-forschung-fur-optimale-elektromobilitat-fur-den-landlichen-raum/>

<http://www.das-kommt-aus-bielefeld.de/aktuelles/details/news/18/3/2014/smarte-it-auf-der-cebit.html>

Fachkongress Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr in Dortmund

03.04.2014 durch Kreis Lippe

Projekt „EMiLippe“ wurde dort nicht vorgestellt. Es ging um einen Austausch und Learning mit/aus vergleichbaren Projekten mit dem Schwerpunkt „Elektrifizierte Wirtschaftsverkehre“.

HMI 2014 in Hannover

07.04. – 11.04.2014 durch Hochschule OWL, inIT, Fraunhofer IOSB-INA,

Messerundgang Kreis Lippe



Die Hochschule Ostwestfalen-Lippe hat das Projekt am Gemeinschaftsstand „it’s OWL“ mit dem Projektflyer vorgestellt. Durch den Messebesuch von Vertretern des Kreises Lippe sollte darüber hinaus ein Austausch und Learning mit vergleichbaren Projekten (Schwerpunkt Ladeinfrastruktur) stattfinden sowie mögliche Bieter bei der Auftragsvergabe identifiziert werden.

NRW Tag 2014 in Bielefeld

27.06. – 29.06.2014 durch Kreis Lippe





Beim NRW Tag in Bielefeld präsentierte sich das Projekt EMiLippe auf der Konzern-Meile des Kreises Lippe. Zusammen mit den Projekten „Elektrisch Bewegt. Mobilitätsnetz Gesundheit“ und „elektrisch.mobil.owl“ wurden die Besucher auf die Initiative Elektromobilität im Ländlichen aufmerksam gemacht. Zudem wurden die E-Fahrzeuge in den Festtagsumzug integriert.

LipperTage 2014 in Lügde

30.08. – 31.08.2014 durch Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt



Bei den LipperTagen wurden die unterschiedlichen Forschungsprojekte vom Kreis Lippe im Bereich Elektromobilität und Tourismus präsentiert.

Energy Camp 2014

07.10.2014 durch Kreis Lippe

Vorstellung der Fahrzeuge und der bereits errichteten Ladeinfrastruktur für junge Studierende der HS OWL.

DSAG-Jahreskongress in Leipzig

14.-16.10.2014 durch itelligence



Tag der Allee in Barntrup

19.10.2014 durch Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt

Hier wurden auch die unterschiedlichen Forschungsprojekte vom Kreis Lippe im Bereich Elektromobilität präsentiert.

6. Ökoprofit Workshop

22.10.2014 durch Kreis Lippe

Vorstellung der Projektideen und der Fahrzeugflotte von „EMilippe“ im Konsortium des Projektes „Ökoprofit Lippe“.

3.Kompetenztreffen Elektromobilität in NRW

27.11.2014 durch Kreis Lippe

Vorstellung der Projektideen „EMiLippe“ sowie dem Projekt „elektrisch.mobil.owl“ während der Poster Session und Fachbezogener Austausch mit anderen Kooperationsprojekten. Darüber wurden Schnittstellen zu anderen Projekten hergestellt und Kontakte geknüpft.



ELEKTRISCH BEWEGT
EMiLippe

FuE-Programm „Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Verbund:

Zusammenführung von Elektromobilität und erneuerbarer Energie für intelligente Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum durch Informations- und Kommunikationstechnologien – EMiLippe

Kurzdarstellung:

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Das Konzept berücksichtigt die Mobilitätsanforderungen von Unternehmen mit verteilten Standorten sowie von Zusammenschlüssen von Unternehmen, die Flotten gemeinsam nutzen. Die Flotten sollen nach Möglichkeit durch eigen erzeugte erneuerbare Energie betrieben werden. Die nötige Energie soll aus den Micro-Grids der Unternehmen oder wahlweise von regionalen Energieversorgern stammen. Somit entstehen erhöhte Anforderungen an die Verfügbarkeit der Fahrzeuge und an den Austausch von Energie. Auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) wird ein Roaming-Konzept entwickelt, das auf diese Ansprüche zugeschnitten ist. Zur Steuerung der Flotten und der Energieflüsse wird eine Leitwarte für Unternehmen und weitere Systempartner aufgebaut. Dadurch wird das entwickelte Gesamtsystem für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum für andere Unternehmenszusammenschlüsse und Netzwerke mit verteilten Standorten nutzbar. An die Infrastruktur angebunden wird das intelligente System über die zu entwickelnden regenerativen Ladesäulen, Energiestellplätze und eine neue Software für das elektromobile Flotten- und Energiemanagement. Das neue Mobilitätssystem wird in einem Flottentest erprobt und demonstriert. Wirtschaftlichkeit, Umweltbilanz und Akzeptanz werden in projektbegleitenden Studi-

en evaluiert. Auf Basis der Erkenntnisse und Erfahrungen des Projektes, insbesondere des Flottenversuches und der begleitenden Forschung, wird ein rechtlicher und betriebswirtschaftlicher Leitfaden erstellt, in dem Abrechnungsmodelle im Fokus stehen. Dieser Leitfaden bildet einen weiteren Grundstein für die Übertragbarkeit des entwickelten Systems elektromobiler Wirtschaftsverkehre auf andere Kommunen, Regionen und Unternehmen.

Projektpartner:

Kreis Lippe, Detmold
Phoenix Contact E-Mobility GmbH, Schieder-Schwalenberg
Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho
itelligence AG, Bielefeld

Assoziierte Projektpartner:

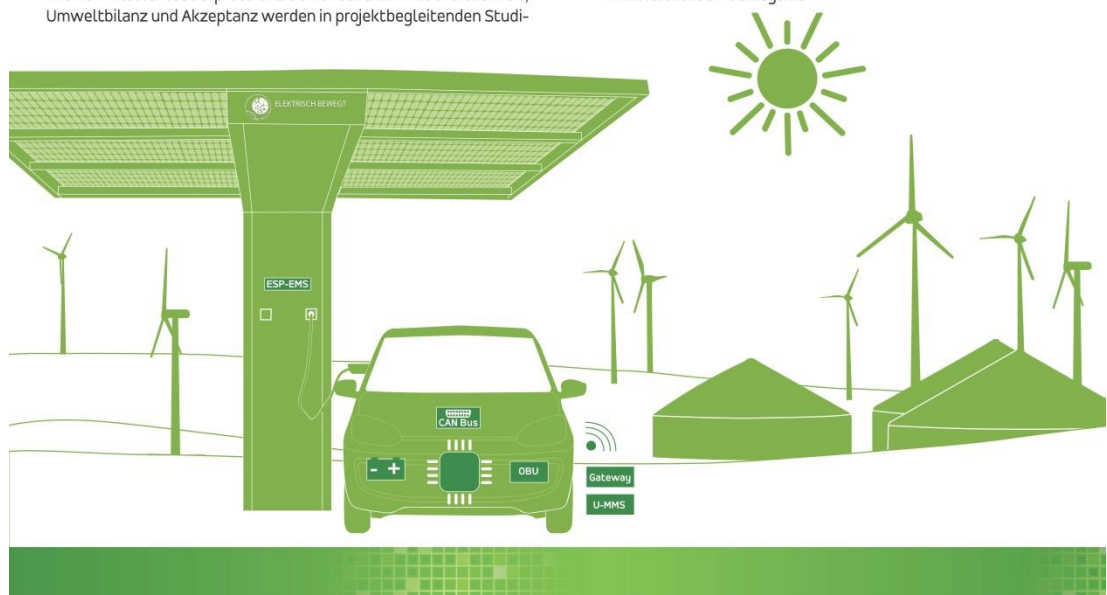
Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo
INIT – Institut für industrielle Informationstechnik der Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo
Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), Lemgo
OWITA – Ostwestfälisches Institut für Innovative Technologien in der Automatisierungstechnik GmbH, Lemgo

Laufzeit:

01.09.2013 bis 31.08.2016

weitere Infos unter:

www.elektrisch-bewegt.de



Plakat zum 3. Kompetenztreffen Elektromobilität in NRW

Energiemesse 2015 in Lemgo

28.02. – 01.03.2015 durch Kreis Lippe

Vorstellung der Projektideen und fachbezogener Austausch in Bezug auf die Energiethemas des Projektes.

HMI 2015 in Hannover

13.04. – 17.04.2015 durch Hochschule OWL, inIT, Fraunhofer IOSB-INA, Messerundgang Kreis Lippe

Die Hochschule Ostwestfalen-Lippe hat das Projekt am Gemeinschaftsstand „it's OWL“ mit dem Projektflyer sowie einer Präsentation vorgestellt. Durch den Messebesuch von Vertretern des Kreises Lippe wurden Kontakte geknüpft und sich u.a. über aktuellen Themen im Bereich IT/Ladetechnik/Erneuerbare Energie informiert.

International Scientific and Practical Conference „Regional Policy of Renewable Energy Development in Lutsk

28.05. – 30.05.2015 durch Vertreter des Kreises Lippe

Durch Vorträge von Herrn Dr. Klaus Schafmeister („Innovation management for renewable energy in rural areas – The district of Lippe as a German example“) und Herrn Stephan A. Vogelskamp („Decentral system of renewable energy in rural areas“) und einem dortigen Fernsehauftritt wurde auf das Engagement und die Erfahrungen im Bereich Erneuerbare Energien und Elektromobilität im ländlichen Raum dargestellt.

10 Jahre Schiedersee in Schieder-Schwalenberg

10.06.2015 durch Kreis Lippe

Das Projekt „EMilippe“ hat dem Fachbereich Umwelt des Kreises Lippe für diese Veranstaltung die E-Fahrzeugflotte zur Verfügung gestellt um auf das Thema Elektromobilität im Kreis Lippe aufmerksam zu machen.

LipperTage 2015 in Schlangen

05.09. – 06.09.2015 durch Stand Wirtschaftsförderung/ elektrisch bewegt

Bei den Lipper Tagen wurden die unterschiedlichen Forschungsprojekte vom Kreis Lippe in den Bereichen Elektromobilität und Tourismus präsentiert.

itelligence world in Bielefeld

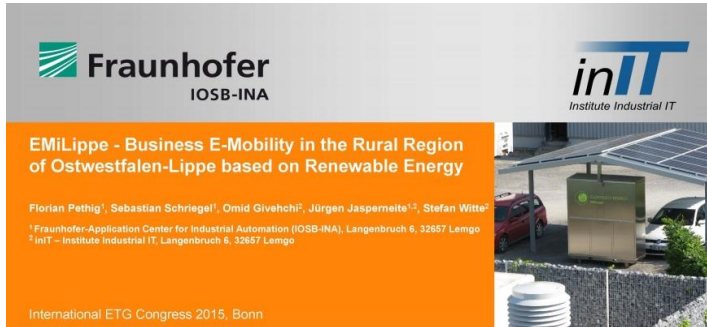
08.-09.09.2015 durch itelligence



Projektpräsentation auf der itelligence World 2015

International ETG Congress 2015 in Bonn

18.11.1015 durch Fraunhofer IOSB-INA und inIT



Introduction

- The lighthouse project EMiLippe has the goal of developing an E-mobility system for business logistics in a rural region with regards to a maximized usage of own-generated renewable energy.
- Project partners are the companies and institutes in Ostwestfalen-Lippe (OWL) shown in figure 1.



Figure 1: Project Partners located in OWL

EMiLippe System Architecture

- The EMiLippe system architecture comprises several companies with multiple plants and solar carports (see figure 2).
- The components of the solar carport (PV-Battery Inverter, smart meter, charge points) provide data via Ethernet to an Energy Management System (ESP-EMS) in the carport.
- ESP-EMS communicates with a mobility management system (U-MMS), which additionally acquires geographical data (position, speed) from the car fleet via On-Board-Units (OBU) in the electric vehicles (EVs) to predict exact arrival times (see figure 3).
- The global MMS (G-MMS) enables the exchange of data in an anonymized way without exploiting the employees' privacy rights (privacy by design).

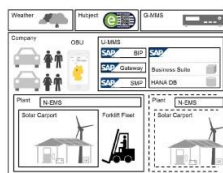


Figure 2: Architecture and Entities of EMiLippe

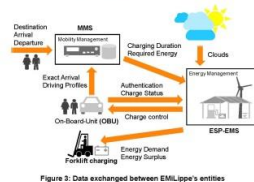


Figure 3: Data exchanged between EMiLippe's entities

Energy Management System

- Standard charging always utilizes maximum available charge power.
- Smart charging of the energy management system (ESP-EMS) optimizes the utilization of own-generated PV-energy (green curve).
- Load on additional energy sources is kept equal for the charging duration.
- Figure 4 shows an example for reservations at two charge point connectors (CC) and the increased Green Energy Ratio (%)

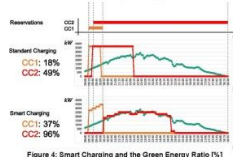


Figure 4: Smart Charging and the Green Energy Ratio [%]

Outlook

- EMiLippe's effectiveness will be evaluated in 2016 (see figure 5).
- 6 Carports and 20 EVs (VW e-Golf, VW e-Up, BMW i3, Renault Twizy)

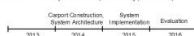


Figure 5: EMiLippe project progression

EMiLippe is funded by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB).
Funding codes: 16EM1092, 16EM1093, 16EM1095, 16EM1096, 16EM1102.

Beim International ETG Congress 2015 wurden die relevanten Themen der Energiewende vertiefend diskutiert. Poster Sessions sowie vier Plenary Sessions mit eingeladenen Vorträgen zu den Themen Systemaspekte, Technologien & Komponenten, Märkte und regulatorisches Umfeld sowie Referenzprojekte boten eine breite Basis, um die Herausforderungen und Ergebnisse einer neuen Energieära zu diskutieren. Dabei wurde der Dialog zwischen Industrie und Hochschulen vorantreiben. Vertreter vom Fraunhofer IOSB-INA und inIT vertraten das Projekt EMIlippe u.a. bei der Poster Präsentation. Zudem hat Fraunhofer IOSB-INA hierzu eigens ein sog. „Abstract“ zum dem Projekt in englischer Sprache erstellt.

Reise nach Kaunas zum Austausch unterschiedlicher Themen (Erneuerbare Energie, Elektromobilität etc.)

26.11. – 29.11.2015 durch Kreis Lippe

4.Kompetenztreffen Elektromobilität in NRW

04.12.1015 durch Kreis Lippe

Vorstellung des Projektes „EMiLippe“ mit seinen unterschiedlichen Komponenten während der Poster Session und fachbezogener Austausch mit anderen Kooperationsprojekten.



ELEKTRISCH BEWEGT.
EMiLippe

FuE-Programm „Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Verbund:

Zusammenführung von Elektromobilität und erneuerbarer Energie für intelligente Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum durch Informations- und Kommunikationstechnologien – EMiLippe

Kurzdarstellung:

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Das Konzept berücksichtigt die Mobilitätsanforderungen von Unternehmen mit verteilten Standorten sowie von Zusammenschlüssen von Unternehmen, die Flotten gemeinsam nutzen. Die Flotten werden nach Möglichkeit durch eigenerzeugte erneuerbare Energie betrieben. Somit entstehen erhöhte Anforderungen an die Verfügbarkeit der Fahrzeuge und an den Austausch von Energie. Auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) wurde ein Roaming-Konzept entwickelt, das auf diese Ansprüche zugeschnitten ist. Zur Steuerung der Flotten und der Energieflüsse wurde eine Leitwarte für Unternehmen und weitere Systempartner aufgebaut. Dadurch wird das entwickelte Gesamtsystem für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum für andere Unternehmenszusammenschlüsse und Netzwerke mit verteilten Standorten nutzbar. An die Infrastruktur angebunden wird das intelligente System über die entwickelten regenerativen Ladesäulen, Energiestellplätze und eine neue Software für das elektromobile Flotten- und Energiemanagement. Das neue Mobilitätssystem wird aktuell in einem Flottentest erprobt und demonstriert. Wirtschaftlichkeit, Umweltbilanz und Akzeptanz

werden in projektbegleitenden Studien evaluiert. Auf Basis der Erkenntnisse und Erfahrungen des Projektes, insbesondere des Flottenversuches und der begleitenden Forschung, wird ein umfassender Leitfaden erstellt, der einen weiteren Grundstein für die Übertragbarkeit des entwickelten Systems elektromobiler Wirtschaftsverkehre auf andere Kommunen, Regionen und Unternehmen darstellt.

Projektpartner:

Kreis Lippe, Detmold
Phoenix Contact E-Mobility GmbH, Schieder-Schwalenberg
Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho
itelligence AG, Bielefeld

Assoziierte Projektpartner:

Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo
inIT – Institut für industrielle Informationstechnik der Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo
Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), Lemgo
OWITA - Ostwestfälisches Institut für Innovative Technologien in der Automatisierungstechnik GmbH, Lemgo

Laufzeit:

01.09.2013 bis 31.08.2016

weitere Infos unter:

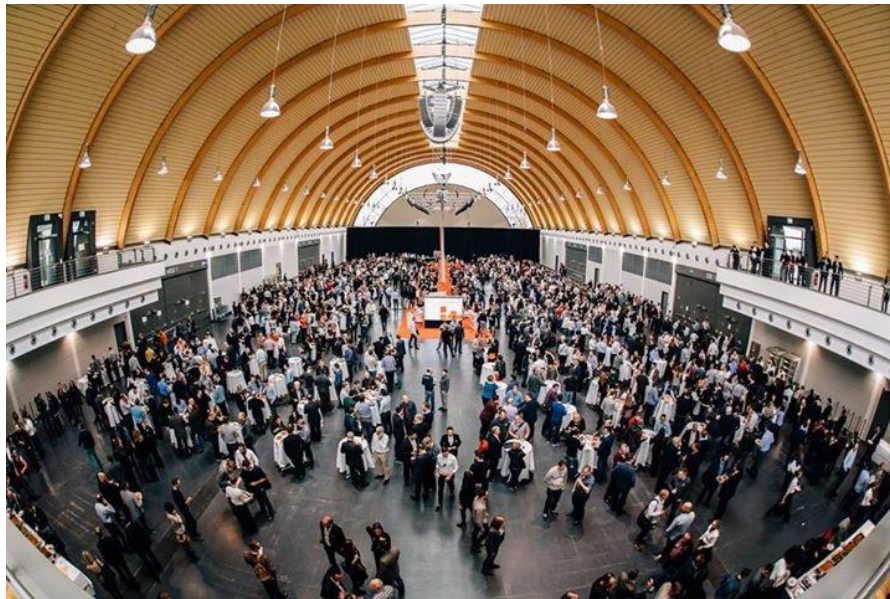
www.elektrisch-bewegt.de



Plakat zum 4. Kompetenztreffen Elektromobilität in NRW

Mitarbertag itelligence 2016 in Bielefeld

19.02.2016 durch itelligence



Energiemesse 2016 in Lemgo

23.01. – 24.01.2016 durch Kreis Lippe

Vorstellung der Projektideen und Fachbezogener Austausch in Bezug auf die Energiethemen des Projektes.



Stand „Elektrisch Bewegt“ mit „EMiLippe“ auf der Energiemesse 2016

Hannover Messe Industrie (HMI) 2016 in Hannover

25.04. – 29.04.2016 durch Kreis Lippe und itelligence AG

Durch den Messebesuch von Vertretern des Kreises Lippe wurden Kontakte geknüpft und sich u.a. über aktuellen Themen im Bereich IT/Ladetechnik/Erneuerbare Energie informiert. Zudem wurde der Projektpartner itelligence beim SAP Stand besucht. Dort wurde das „EMiLippe“ Projekt durch Frau Kleiber vorgestellt.



Impressionen itelligence HMI 2016

Lokaler Presseartikel: <http://itelligencegroup.com/de/localprsr/itelligence-praesentiert-methoden-und-loesungen-fuer-die-digitale-transformation-industrie-4-0-und-iot-auf-der-hmi-2016/>

20 Jahre KVG in Detmold

21.05.2016 durch Kreis Lippe

Bei der Veranstaltung wurde das Thema E-Mobilität im Ländlichen Raum durch Projektflyer und die E-Fahrzeugflotte präsentiert.

WAVE Trophy 2016 in Dörentrup

11.06.2016 durch Kreis Lippe, itelligence, Phoenix Contact E-Mobility, Hochschule OWL, inIT und Fraunhofer IOSB-INA

Am 11. Juni 2016 machte die WAVE, die weltweit größte E-Mobil-Rallye, Station in Dörentrup. Gut 80 internationale Teams kamen am Nachmittag am Innovationszentrum für Elektromobilität und Erneuerbare Energie am zweiten Tag der Trophy-Tour von Bremerhaven bis Basel in Dörentrup-Wendlinghausen an. Die Spannweite der teilnehmenden E-Fahrzeuge reichte von allen derzeit verfügbaren serienreifen Elektroautos, über E-Motorräder und E-Roller bis hin zu E-Trucks und einzigartigen Prototypen.

Wir haben diesen Event genutzt, um nicht nur auf die E-Mobilität und unser jeweiliges und regionales Engagement in diesem Bereich hinzuweisen, sondern auch, um deren direkte Verbindung zur Erneuerbaren Energie darzustellen. Sie ist sowohl für die umwelt- und klimaorientierten Wirkungen, als auch für den Ländlichen Raum von ganz besonderem und nachhaltigem Interesse. Alle Fahrzeuge der Trophy, alle Fahrzeuge des Kreises und viele E-Fahrzeuge aus ganz OWL wurden unter der Solar-dach-Carport-Anlage in unmittelbarer Nachbarschaft zum Innovationszentrum mit erneuerbarer Energie betankt werden.

An diesem Tag sollte nicht nur die Trophy im Vordergrund stehen, sondern wurde genutzt, um auf die mit der E-Mobilität und der Erneuerbaren Energie verbundenen wirtschaftlichen, umwelt- und klimaorientierten Chancen und Möglichkeiten hinzuweisen. Am Innovationszentrum wurden von nachmittags bis in den Abend hinein viele Fragen rund um diese Themen gemeinsam behandelt, hier wurde an vielen Ständen informiert, hier wurden Fragen rund um die Strom- und Wärmeerzeugung durch die Erneuerbaren erklärt und hier wurde spielend und erlebnisreich die E-Mobilität und die Erneuerbare Energie vermittelt.

Über die vielfältigen Projekte des Kreises Lippe u.a. „EMiLippe“, die Initiativen der Bildungseinrichtungen, der Unternehmen und der Energieversorger in Lippe und der Forschungseinrichtungen der HS OWL wurde an diesem Tag informiert und beraten. Dafür waren alle Projektpartner bei dem Event mit eingebunden.



WAVE Trophy – Carport Anlage beim Weltrekordversuch



WAVE Trophy – Präsentationen der Projektpartner



WAVE Trophy – Übersicht Gelände



WAVE Trophy – Aussteller und Team Phoenix Contact

NRW Tag 2016 in Düsseldorf

27.08. – 28.08.2016 durch Kreis Lippe / Elektrisch Bewegt



Stand „Elektrisch Bewegt“ am NRW Tag 2016 in Düsseldorf



Festumzug NRW Tag Düsseldorf

Beim NRW Tag in Düsseldorf präsentierte sich der Kreis Lippe mit einem elektrisch bewegt Stand. Dabei werden alle Forschungsprojekte des Kreises Lippe im Bereich Elektromobilität, so auch EMiLippe der Öffentlichkeit vorgestellt. Zusammen mit den Projekten „elektrisch bewegt. Mobilitätsnetz Gesundheit“ und „elektrisch.mobil.owl“ wurden die Besucher auf die Initiative (E)-Mobilität im Ländlichen aufmerksam gemacht. Zudem wurden die E-Fahrzeuge in den Festtagsumzug integriert.

itelligence world in Bielefeld

13.-14.09.2016 durch itelligence

[5] EMiLippe - Business E-Mobility in the Rural Region of Ostwestfalen-Lippe based on Renewable Energy

International ETG Congress 2015 · November 17 – 18, 2015, Bonn

EMiLippe - Business E-Mobility in the Rural Region of Ostwestfalen-Lippe based on Renewable Energy

Florian Pethig¹, Sebastian Schriegel¹, Omid Givehchi², Jürgen Jasperneite^{1,2} and Stefan Witte²

¹Fraunhofer IOSB-INA, Application Center Industrial Automation, Lemgo, Germany
{florian.pethig, sebastian.schriegel, juergen.jasperneite}@iosb-ina.fraunhofer.de

²inT- Institute Industrial IT, OWL University of Applied Sciences, Lemgo, Germany
{omid.givehchi, juergen.jasperneite, stefan.witte}@hs-owl.de

Abstract

The lighthouse project EMiLippe has the goal of developing an E-mobility system for business logistics in a rural region with regards to a maximized usage of own-generated renewable energy. Actors are companies and institutes in East Westphalia-Lippe (OWL), which own an electric vehicle (EV) fleet. Fleets of the particular entities shall be driven by renewable and own-generated energy. The special requirements of this project emerge through the fact that the EV fleets are used mutually by employees at different locations. Because of this fact, high geographical and temporal availability has to be guaranteed. This paper describes the approach of EMiLippe and the current project progress and results.

Kurzfassung

Ziel des Leuchtturm-Projektes EMiLippe ist die Entwicklung eines Elektromobilitätssystems für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien. Akteure sind Unternehmen und Institutionen in Ostwestfalen-Lippe (OWL), die jeweils über eigene Elektrofahrzeugflotten verfügen. Diese Elektrofahrzeugflotten sollen durch erneuerbare eigengenergte Energie gespeist werden. Die besonderen Anforderungen in diesem Projekt ergeben sich auch dadurch, dass die Flottenfahrzeuge von Mitarbeitern an verschiedenen Standorten gemeinsam genutzt werden, und auf diese Weise eine hohe Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen räumlich und zeitlich zu gewährleisten ist. Dieses Papier beschreibt den Ansatz von EMiLippe und gibt einen Einblick in den Projektverlauf, sowie bislang erzielte Ergebnisse.

1 Introduction to EMiLippe



Figure 1 Project partners located in OWL

EMiLippe will connect the business logistics of companies in OWL, a county representative for rural regions in North Rhine-Westphalia (NRW), Germany. Lippe has approx. 346.000 inhabitants in an area of 1.246,21 km² and is depicted in figure 1. Being a rural region, Lippe has a rather improvable connection to public transportation, like airports and fast-train stations. Because of this aspect, in contrast to metropolitan regions, often cars are used for carrying out business logistics. The goal of EMiLippe is to create an E-Mobility system for business trips between the region's companies, where it shall be possible to charge cars at different companies using a maximized amount of renewable energy.

Involved companies include the Herbert Kannegiesser GmbH from Vlotho (machine-building), itelligence AG

from Bielefeld (IT), Phoenix Contact E-Mobility GmbH from Schieder (E-Mobility Solutions), and the Kreis Lippe (government). Associated research institutes are the Fraunhofer Application Center for Industrial Automation (IOSB-INA), the Institute Industrial IT (inT) of the OWL University of Applied Sciences, and the OWITA GmbH (Electronic R&D) in Lemgo.

Section 2 takes a look at projects from EMiLippe's context and introduces the state of the art for its system components. The system's overall architecture is introduced in section 3. Solar carports in combination with intelligent management of mobility and energy via IT are used to drive a rural region's business traffic by renewable energy. The solar carport is described in section 4 and shown in figure 6. An Energy Management System (EMS) managing local generation, storage, and charging for each solar carport is described in section 4.4. The On-Board-Unit (OBU) for real-time acquisition of an EV's geographical data and user interaction is described in section 5. A Mobility Management System (MMS) for planning and supporting an employees' mobility, while optimising the usage of renewable energy, is introduced in section 6. An extension of the energy storage by implementation of a Smart Charging Hub (SCH), which utilises batteries from a fleet of fork lifters, is presented in detail in section 7. Finally, results for the implementation of the E-Mobility system are presented and an outlook to remaining steps, upcoming field trials, and the evaluation is given in section 8.

2 State Of The Art

Several national and international research projects exist, like a solar electric vehicle ecosystem (Cutler et. al [1]), a scalable photovoltaic (PV) platform (NYIT solar carport project [2]), PV potential for parking lots in Switzerland (Neumann et al. [3]), potential for business E-Mobility ("Future Fleet" [4]), rural regions ("eE-Tour Allgäu" [5]), driving E-Mobility by regionally generated renewable energy ("Harz.EE-mobility" [6]), using PV power for charging at home ("SUN2CAR@GAP" [7]) or the smart planning and management of parking and charging processes ("City2.e 2.0" [8]).

Common battery technologies used for PV energy buffering include lead-acid, nickel cadmium (NiCd), nickel metal hydride (NiMH), lithium ion, as well as lithium-iron-phosphate. Lead-acid batteries are cheap, heavy and have a rather low energy density of 25 to 35 Wh/kg [14]. Also only about 1.000 charging cycles with only 40 - 60 % of Depth of Discharge (DoD) can be realized using lead-acid technology [14]. Additionally lead imposes environmental and safety threats (detonating gas) and is not cold-resistant. NiCd batteries have a long life and high reliability, but also a low energy density, high cost compared to other technologies and also impose environmental threats, since toxic metals are contained. Also NiCd batteries have a relatively high self discharge of approximately 1% per day [16]. NiMH batteries overcome some disadvantages of NiCd: They contain no toxic metals, allow high power applications and operate in a temperature range of -20° to $+60^{\circ}$ Celsius. A disadvantage is the high rate of self discharge of 2% per day [16]. Lithium ion batteries have a high energy density of 95 - 190 Wh/kg and almost no "Memory-Effect". They can be discharged with almost 100% DoD and after 1.000 cycles still 80% of the initial capacity is maintained. Nevertheless, also lithium ion imposes several safety issues: Mechanical damage, chemical reactions or thermal overload can all lead to dangerous situations including: short circuits, flammable content / fire and explosions. Lithium-Iron-Phosphate ($LiFePO_4$) batteries have an energy density of about 90 Wh/kg, almost no "Memory-Effect" and high intrinsic safety. Because of the solid electrolyte and the cell's chemistry, there is no threat of fire or explosion, even under extreme conditions [14]. The battery is also rather lightweight and has a very high life-time (74% discharge capacity retention after 8000 cycles). The battery can be fully discharged (100% DoD) and has a broad temperature range of -15° to $+60^{\circ}$ Celsius.

PV modules today are mainly build from silicon-based materials, categorised as either *crystalline* or *thin film* [18]. Thin film cells achieve lower efficiencies in general [18]. *Monocrystalline silicon cells* achieve higher efficiencies than polycrystalline cells with the downside of an energy intensive, slow and expensive production process [18]. The module *Vüövolt 300 P250 PGHA*[10] generates pv power with a peak of 250W at an efficiency of 15.6%.

Charging of an EV today can be classified into two main categories: AC- and DC-Charging. EV charging equipment is defined in the IEC 61851 standards series [19].

Four different charging modes are defined: Slow charging at a household-type socket-outlet (Mode 1), slow charging at a household-type socket-outlet with an in-cable protection device (Mode 2), slow or fast charging using a specific EV socket-outlet with control and protection function installed (Mode 3), and fast charging using an external charger (Mode 4). Mode 1 supports AC-Charging with up to 16A and 250V. In Mode 2, 32A and 250V (single-phase) / 480V (three-phase) can not be exceeded. Mode 3 dictates the use of special electric vehicle supply equipment (EVSE) with control pilot (CP) and proximity plug (PP) functionality [19]. The CP is an additional pin in the charging connector for signalling purposes. A resistance inside the EV is switched and different charging states can be detected by the EVSE (stand by, vehicle present, ready to charge, ventilation required). The EVSE communicates with the EV and signals the maximum available current by using a *Pulse-Width-Modulation* [23]. The PP signals the maximum current possible with the connected cable. Mode 4 DC-charging involves external charging equipment located in the charging station. Plugs to be used for EV-charging are specified in IEC 62196. IEC 62196-1 [26] defines general requirements for charging with up to 250A AC and 400A DC. IEC 62196-2 [27] specifies connectors for AC-charging, while IEC 62196-3 [28] will specify connectors for charging with DC.

From a communication point of view the standard series ISO/IEC 15118 deals with communication between an EV and the charging station [13]. ISO/IEC 15118 covers the charge process, payment, and load levelling. The standard is divided into several parts: ISO/IEC 15118-1 defines use case scenarios [13], 15118-2 specifies the network and application protocol used [24], and 15118-3 describes the physical layer [25]. *Power Line Communication* is used to modulate data directly on the CP-wire. The Open Charge Point Protocol (OCPP) Version 2 (OCPPv2) additionally covers the communication of different charging stations with higher level management systems (charging station management and mobility management) [21]. OCPPv2 is still in development and clearly addresses charge point operators, while the additional standards series, ISO/IEC 61850, covers grid automation topics interesting to stakeholders like utilities [22]. The ISO/IEC 61850 series aims at smart grid development with regards to communication between generation and consumption components, e.g. for load balancing purposes.

Related problems regarding the *optimisation* of EV-charging are approached by applying *linear programming (LP)* [3] in [4], [5], [6]. LP is used to optimise a linear objective function over a set constrained by linear equalities and inequalities. *Particle Swarm Optimization (PSO)* [7] is used in [8] to optimise the charging of EV in order to minimise peak load on a future smart grid. PSO is used to optimise cost and emission in [8], since it is able to optimise binary, integer, and real variables, handle constraints and includes a balance of local and global search abilities. Other scheduling optimisation strategies include Evolutionary programming (EP) [9] or stochastic algorithms [10].

3 EMiLippe System Architecture

The system architecture of EMiLippe's E-Mobility system is depicted in figure 2: Several companies own a fleet of EVs and multiple plants. Each plant can contain various solar carports, described in detail in section 4. An already existent energy management for the subsidiary (N-EMS) can be connected to the solar carport for load shedding and balancing of the subsidiary's micro-grid. To not exceed a company's peak load during times of high demand, it is advisable to continuously consider data from the N-EMS (e.g. current and future consumption for production in the factory) for planning and optimising the charging of EVs. The company's employees are able to book an EV for their trip in the company's mobility management system (U-MMS) via web-browser or mobile app. The U-MMS is based on existing software modules (SAP®) for the booking and billing processes, as well as real-time prediction and planning. Therefore, data from the carport components pv-/battery inverter and smart meter is acquired via Ethernet by the EMS of the carport, described in section 4. The EMS provides relevant data to the U-MMS via OData protocol, based on standardised RESTful Application Programming Interfaces (APIs) [15]. As can be seen in figure 3, the U-MMS additionally acquires geographical data (position, speed) from the car fleet via the OBU to predict arrival times and charging needs. Charging is planned according to the departure of a vehicle, as well as current and future solar generation weather data is used. A global mobility management (G-MMS) provides intra-company functionalities, e.g. employees travelling from one company to another. Here, data has to be exchanged between the companies' MMS in a secure fashion to realize charging and billing at both companies. The G-MMS enables the exchange of data in an anonymized way without exploiting the employees' privacy rights (privacy by design). Like the U-MMS, it is also realised based on standard software components (SAP®). Additionally the system will be connected to the Hsubject network [9]. EMiLippe's main components are introduced in detail in the next sections (see figure 2).

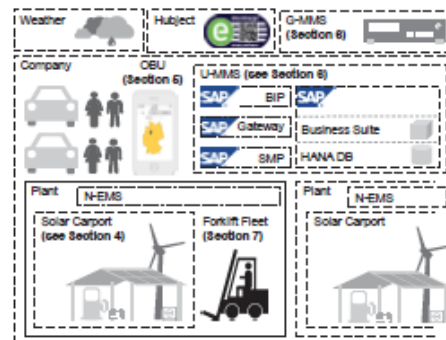


Figure 2 Architecture and entities of EMiLippe

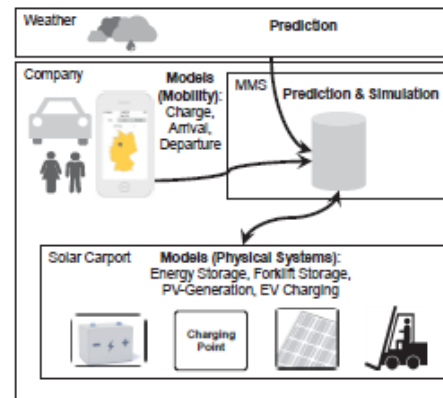


Figure 3 Modelling, Prediction and Simulation for Optimisation in EMiLippe

4 EMiLippe Solar Carport

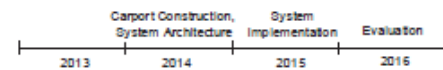


Figure 4 Project plan for EMiLippe

A solar carport is a car's shelter structure which generates and stores electrical energy from its self-mounted PV modules to recharge the EV's parking under the carport. As shown in figure 4 construction and approval of the solar carport were finished in 2014. The carport is shown in figure 6 and contains PV modules, two IEC-61851-1 Mode 3 conformal charging points, energy storage (LiFePO₄ batteries) with a total capacity of 19.2 kWh, PV- and battery inverters, connection to the company's micro-grid monitored via smart meter, as well as an industrial PC (IPC) running the carport's EMS. The communication between EMS, PV inverter, battery inverter, smart meter and charging station is realized via *Ethernet*.

4.1 PV Modules

24 PV modules *Vitovolt 300 P250 PGHA* [10] are installed on an area of approx. 40 m² on the carport's roof. The modules enable production of solar energy with peak power (P_{peak}) of 250W each and an efficiency of 15,6% [10]. Since P_{peak} will only be achieved under standard test conditions (STC), the maximum power of a solar carport is $P_{carport} < P_{peak}$, with $P_{peak} = 6kW$. PV generation depends on the roof pitch, which is 10° for the solar carport's pointed roof in EMiLippe. Using a lower roof pitch maximises the generation during summer times, while minimising available energy during winter. Nevertheless, using the value of 10° allows for the generation of approx. 35 kWh and more on a sunny summer day in the region

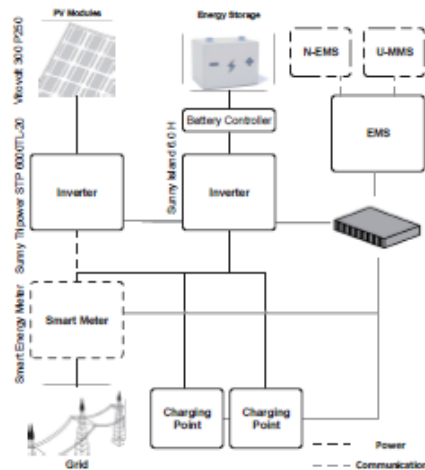


Figure 5 Components of the solar carport based on [17]

of OWL [11]. For comparison: The Volkswagen (VW) e-Up's battery has a capacity of 18,7 kWh. Thus, almost two complete e-Up charges could be harvested in summer.



Figure 6 The EMiLippe Solar-Carport

4.2 Energy Storage

Because of their intrinsic safety, broad temperature range and the high number of charging cycles, Lithium-Iron-Phosphate (*LiFePO₄*) batteries are used in EMiLippe [14]. In particular SONY's *Olivine* series is used [14]. One charging controller can control up to 16 modules of 1.2 kWh each in up to two 19" racks. This equals a total capacity of 19.2 kWh per solar carport, which can be charged rapidly in almost one hour. For comparison: The capacity almost equals one charge for the VW e-Up (see 4.1).

4.3 Charging Points

The solar carport is equipped with two IEC 62196-2 type 2 sockets, supporting IEC 61851-1 Mode 3 three-phase charging. A maximum current of 63A is available and results in a peak charging power of 22kW at each socket. The

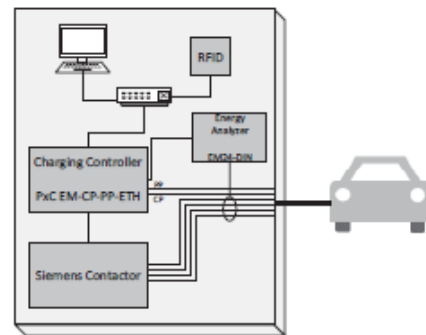


Figure 7 The Charging Point

sockets are realised using a charging controller, an energy analyser, a contactor, and the socket outlet (see figure 7). The charging controller provides the mode 3 communication to the vehicle based on CP and PP, while the energy analyser is used to verify the charging and to monitor energy consumption. Being able to control the charge current can be used to fit charging- to currently generated PV power in order to minimise power taken from the grid.

Apart from this "low-level" communication, the EVs are also able to use a "high-level" IPv6 based communication protocol, specified in ISO/IEC 15118 [13]. For this compliant PLC is added to the CP. Beside the negotiation of the charge current it adds features for authentication, authorization, billing, and DC charging. While the authentication is currently realised using a separate *Radio Frequency Identification* (RFID) based system, this process can therefore directly be handled by simply connecting the vehicle to the charging station with the charging cable. Furthermore it is expected to gather information like the battery charging state from the EV, which is not accessible with the current approach as the charging is controlled by the EV and can only be advised by the charging controller in the charging point. It is currently being worked on the ISO/IEC 15118 based solution.

4.4 Energy Management System (EMS)

The EMS is responsible for continuously monitoring and analysing the system parameters, e.g. produced and stored energy, energy demand, weather and environmental conditions. Based on the data analysis the EMS tries to fit current and future charging demands to current PV generation and energy storage in order to maximise the usage of renewable energy.

In order to fulfil the monitoring and analysis tasks, the EMS needs access to the solar carports communicating components shown in figure 5: PV- and battery inverter, charging points and smart meter. Values of interest from these components for the analysis and optimisation task include generated PV power, battery charge, EV charging-power and power exchange with the company's micro-grid.

All communication of these components is based on Ethernet on Layer 2 of the ISO/OSI reference model. The PV-inverter *SMA Sunny Tripower STP 6000TL-20* [20], battery inverter *SMA Sunny Island 6.0H* [29] and *SMA Smart Energy Meter* [30] communicate via the proprietary protocol Speedwire. Speedwire transfers data in the *SMA Data2+* [30] format based on UDP/IP communication. The *SMA Sunny Island 6.0H* is the central component controlling the charging and discharging of the batteries according to current generation and consumption. The *SMA Sunny Island 6.0H* can be accessed by the EMS via Modbus/TCP. Several registers are available for reading including battery charge and power to/from the micro-grid.

Also the charging points can be accessed via Modbus/TCP. The charging points are the part controllable by the EMS, since the charging current can be set in 1A intervals to values up to 32A. This is used by the EMS to fit the charging to currently available and stored renewable energy. Only when the charging demands can not be satisfied by using renewable energy in a given time frame, power from the grid is consumed.

The communication channel between the EMS and the U-MMS is used to transmit booking and monitoring information. These include current PV generation, overall power consumption, battery charge status and charged energy. The information is exchanged using the OData protocol, which aims to standardise RESTful APIs [15]. Another possibility for the communication to the backend service is the usage of OCPP. OCPPv2 allows for transmitting pricing and monitoring information and could therefore also be used in this project. Since the protocol is still under development and no final accepted standard has been released yet, the communication is implemented using OData.

5 On-Board-Unit (OBU)

The task of the OBU is to collect information while driving and sending it to the MMS. The collected information is a central part of the fleet management, since the current geographical position and start/end times of a trip have to be known for efficient planning of the charging process. With the possibility of tracking car positions, delays can be detected and the MMS can reschedule other planned trips, if necessary. Another important value is the state of charge (SoC): With this information the management system can calculate the possible ranges of the cars and search for the most efficient use of the fleet considering the position of the cars, the planned routes, weather forecasts and the positions of the charging stations. In case of an unexpected situation – like a planned trip is ending only a few meters from a charging station – the MMS needs the option to get in contact with the user: for example to ask if the charging station is blocked. The OBU is realised in form of an Android-App shown in figure 8. In addition to the GPS data the sensors of the phone (acceleration, gyro, temperature, pressure) can be used to improve the algorithms implemented in the MMS. The main part of the created app is a background service, which is started through a *Near Field Communication* (NFC) tag in the car. The tag also saves the configuration for each vehicle, so the smartphone

could be used in all cars of the fleet, each with individual configuration. With the help of the accelerometer and the gyro sensor, the beginning of a trip is detected and the logging is started. When a stop is detected, the app deactivates logging and GPS to save energy. In standby, only the accelerometer needs to stay activated. Currently the greatest challenge being worked on is getting values for the SoC: The fleet's cars are leased vehicles and no additional hardware can be used to measure current and voltage of the battery. Because of legal reasons CAN bus sniffers are not allowed to read the corresponding IDs from the bus. Currently alternatives are being evaluated: 1) The calculation of the SoC, for which the driven distance could be combined with the information from the sensors like acceleration, temperature and pressure. 2) The communication between EMS and car (ISO/IEC 15118) or driver (app input via keyboard).



Figure 8 The OBU as an Android-App

6 Mobility Management System (MMS)

The Mobility Management System (MMS) is depicted in figure 2 and comprises two sub-components, one global MMS (G-MMS) and one MMS on company level (U-MMS). The U-MMS is the central system in a company for planning and supporting the employees' mobility. It consists of fleet management, reservation and analysis components. The U-MMS enables an employee to plan a business travel using a company's EV by reservation of the EV and charging points along the route. It also contains a driver's logbook for analysis purposes. A fleet manager is able to administer a company's fleet and analyse its usage. The U-MMS is supplied with real-time data by the EV's OBU and the EMS (PV power, battery charge). It collects information about the EV's position/speed, predicts the arrival time/remaining battery charge and generates a desired charging schedule. The U-MMS frontend is realized as a

Webservice based on OData [15] and HTML5. The back-end application is based on the SAP HANA[®] technology, which is an in-memory data platform for analytics and applications capable of handling complex databases with huge amounts of data sets of various types from different sources.

The global MMS (G-MMS) is responsible for anonymous data transfer between different U-MMS and adds additional external or partner charging infrastructure to the overall system. It is also realized as Webservice based on SAP Gateway technology.

7 Forklift Fleet

A smart charging hub (SCH) for different types of forklift trucks with differing battery technologies (i.e. lead-acid and lithium batteries) gives the system the ability to increase its available energy storage capacity. The SCH is able to optimise the charging of the forklift truck's battery, depending on the generated pv power and the use-case of the specific connected forklift truck. This enables the system to increase the usage of renewable energy and increases the maximum available power, for example the charge of two EVs at the same time with 100% renewable energy, even when there is no PV generation at the moment. As shown in figure 9 the SCH communicates with the EMS in order to maximise the usage of renewable energy. It has the ability to charge up to two different batteries at the same time with up to 10kW. Discharging and powering the solar carport is possible from one battery at a time with up to 7kW. The discharging hardware provides information about the voltage, current and power of the connected battery. These parameters are being monitored and controlled by the IPC. There are two types of charging hardware: one genuine charger of a lithium battery (required since the battery is using a proprietary communication interface with the charger), and a universal DC-source whose parameters are monitored and controlled by the IPC. The available control parameters of the DC-source are: Voltage, current and power. The genuine charger can only be controlled by activating or deactivating the charging process. The forklift trucks are identified via RFID or user input. Multiple charge ports allow smart organization of the charging process, for example delaying the charging until PV energy is available or the price of electric energy from the grid is low. The SCH contains an IPC for managing the charging and discharging of the batteries, as well as handling user inputs, displaying information on the touch display and communicating with the EMS.

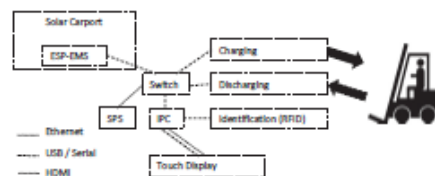


Figure 9 Communicating Components of the SCH

8 Results And Outlook

The solar carport has been put into operation and first experiences could be gathered. Typical PV generation and consumption from charging an EV is shown in figure 10. The upper part of the figure shows charging an EV with $P = 3.6kW$. The first charge is supported by the energy storage (orange area), whereas the second charge of shorter duration could be realised by utilising PV only (green). The lower part of the graphic depicts the usage of generated power. Maximum battery power of $P_{Ba} = 5kW$ and PV generation on a sunny day, allow charging of two EVs in parallel or one EV with 7.4kW (Mode 3 - 1 phase). The EMS communicates with carport components via Modbus/TCP and with the U-MMS via OData. The EMS will implement a control strategy to satisfy the condition $P_{charge} \leq (P_{PV} + P_{Ba})$, whenever possible in order to minimise power exchanged with the micro-grid. Models for energy prediction (PV, battery, forklift) will be learned for every solar carport. Even slight differences in the solar carports' performances, e.g. depending on location or shadowing effects, are considered. Combining these models with information from the MMS (arrival, departure, distance) allows for formulation of an optimisation problem. Different optimisation approaches, like LP or PSO, will be evaluated and the most suited will be implemented for operation. A standardised service-layer between EMiLippe's carports, MMS and third-party web-services for easy integration of e-mobility systems (e-mobility-as-a-service) will be evaluated. Carports shall be discovered automatically in the future by using discovery services and semantic information to describe a carport's abilities and a company's fleet of EVs. In 2016 EMiLippe's E-Mobility system will undergo certain field trials to evaluate the renewable energy usage. For this purpose data gathered by OBU, EMS and MMS for EMiLippe's EV-fleet will be analysed with respect to economic and ecological potential.



Figure 10 Energy balance in Vlotho (15.06.2015) [12]

EMiLippe is funded by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB) under the funding codes 16EM1092, 16EM1093, 16EM1095, 16EM1096, 16EM1102.

9 Literature

- [1] Cutler: An intelligent solar ecosystem with electric vehicles. IEEE International Electric Vehicle Conference (IEVC), 2012
- [2] NYIT Solar Carport, <http://www.nyit.edu>, 2015
- [3] Neumann: The potential of photovoltaic carports to cover the energy demand of road passenger transport. Progress in Photovoltaics. 26th EU PVSEC, 2011
- [4] Deffner: Elektrofahrzeuge in betrieblichen Fahrzeugflotten (Future Fleet). ISOE, 2012
- [5] Projekt "econnect eE-Tour Allgäu", Online: www.ee-tour.de, 2015
- [6] Projekt "Harz.EE-MOBILITY", Online: www.harzeemobilitaetsforum.de, 2015
- [7] Projekt "sun2car@GAP", Online: www.elektromobilitaet-verbundet.de, 2015
- [8] Projekt "City 2.e 2.0", www.emeuerbar-mobil.de, 2015
- [9] HUBject Network, Online: www.hubject.com, 2015
- [10] VitoVOLT 300 Photovoltaik-Module, Typ P250 PGHA/P255 PGHA, Datenblatt, Viessmann, Online: www.viessmann.de, Accessed 22.06.2015
- [11] Deutscher Wetterdienst (DWD), Globalstrahlung Deutschland, Online: www.dwd.de/globalstrahlung, Accessed 22.06.2015
- [12] SMA Sunny Portal, Online: www.sunnyportal.com, Accessed 22.06.2015
- [13] ISO/IEC 15118-1:2013, Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 1: General information and use-case definition, 2013
- [14] SONY, Fortelion® Energy Storage Module and System with Sony's Olivine-type Lithium Iron Phosphate Cell, Product Information, SONY, 2014
- [15] Open Data Protocol, OData: An open protocol to allow the creation and consumption of queryable and interoperable RESTful APIs in a simple and standard way, Online: www.odata.org, Accessed 22.06.2015
- [16] Glavin, M.; Hurley, W.G., "Battery Management System for Solar Energy Applications," Universities Power Engineering Conference, 2006. UPEC '06. Proceedings of the 41st International , 2006
- [17] PV-Wechselrichter SPR-7000-11M-DE, Manual, SUNPOWER Corp. USA, Product Information, Online: www.sunpower.de, Accessed 22.06.2015
- [18] Maricar; Lee ; Lim, "Photovoltaic solar energy technology overview for Malaysia scenario," Power Engineering Conference, 2003. PECon 2003
- [19] ISO/IEC 61851-1, Charging of electric vehicles up to 250 A a.c. and 400 A d.c., Table 1 "Modes and permissible connections specified in 61851-1, First Edition 2003-04
- [20] SMA Sunny Tripower Manual, Version 1.3, 5000TL/6000TL/7000TL/8000TL/9000TL/10000TL/12000TL, 2014
- [21] Open Charge Point Protocol 2.0 Interface description between Charge Point and Central System, Document Version 2.0.0, Release Candidate 2, 2014
- [22] Schmutzler; Andersen; Wietfeld, "Evaluation of OCPP and IEC 61850 for smart charging electric vehicles," Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27), 2013
- [23] SAE Electric Vehicle Conductive Charge Coupler - SAE J1772, SAE EV Charging Systems Committee, 2001
- [24] ISO/IEC 15118-1, Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 2: Network and application protocol requirements, 2013
- [25] ISO/IEC 15118-3, Road vehicles - Vehicle to grid communication interface – Part 3: Physical and data link layer requirements, 2015
- [26] ISO/IEC 62196-1: Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 1: General requirements, 2011
- [27] ISO/IEC 62196-2: Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 2: Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tube accessories, 2011
- [28] ISO/IEC 62196-3: Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for dedicated d.c. and combined a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers, 2012
- [29] SMA Sunny Island 3.0M/4.4M/6.0H/8.0H - Manual, Version 3.0, 2014
- [30] SMA Speedwire Feldbus, Technical Information, Version 1.1

[6] Datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung des Nutzers im Projekt EMiLippe



Datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung des Nutzers im Projekt „EMiLippe“

Ich bin damit einverstanden, dass meine personenbezogenen Daten, die durch

die räumlichen und zeitlichen Datenerhebungen, die durch die OnBoard-Units (OBU) in dem von mir genutzten Elektrofahrzeug als elektronisches Fahrtenbuch erhoben und gespeichert werden, an den Kreis Lippe und die Projektpartner im Rahmen des Forschungsprojekts „EMiLippe“ übermittelt und dort ausschließlich zu Forschungszwecken in diesem Projekt verarbeitet und genutzt werden.

Insbesondere sollen die Daten Rückschlüsse auf eine praxistaugliche Verwendung von Elektrofahrzeugen im regulären Wirtschaftsverkehr ermöglichen.

Ich bin darauf hingewiesen worden, dass die im Rahmen des vorstehend genannten Forschungszwecks erhobenen persönlichen Daten meiner Person unter Beachtung des Datenschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen (DSG NRW) erhoben, verarbeitet, genutzt und übermittelt werden.

Ich bin zudem darauf hingewiesen worden, dass die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung meiner Daten auf freiwilliger Basis erfolgt. Ferner, dass ich mein Einverständnis mit der Folge, dass ich das Elektrofahrzeug nicht mehr nutzen kann, jederzeit mit Wirkung für die Zukunft widerrufen kann. Meine Widerrufserklärung werde ich richten an:

Kreis Lippe Der Landrat
800.1 Wirtschaftsförderung
Projekt „EMiLippe“
Felix-Fechenbach-Straße 5
32756 Detmold

Im Fall des Widerrufs werden mit dem Zugang meiner Widerrufserklärung meine sämtlichen Daten gelöscht.

Hiermit bestätige ich, dass ich Datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung gelesen und zur Kenntnis genommen habe.

Ort, Datum

Unterschrift



[7] Fragebogen EMiLippe vor dem Feldtest



Liebe Projektteilnehmerinnen & Projektteilnehmer

Im Rahmen des Forschungsprojektes "EMiLippe" wurde unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien ein Elektromobilitätssystem für Wirtschaftsverkehr im Ländlichen Raum entwickelt. In diesem Zusammenhang möchten wir, begleitend zum Feldtest, Ihre Aussagen und Erfahrungen evaluieren. Bitte füllen Sie die 1. Welle des Fragebogens vor dem Start des Feldtest aus und die 2. Welle des Fragebogens am Ende. Die Fragebögen geben Sie bitte am Ende des Feldtestes beim Fuhrparkmanager ab.

1. Welle

1. Einstellungen zur Mobilität

Bewerten Sie bitte folgende Aussagen

Mit *stimme voll zu*, *stimme eher zu*, *stimme weniger zu* oder *stimme nicht zu*.

Aussagen	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme nicht zu	Weiß nicht
Über alternative Fahrzeuge-/Antriebstechnologien für PKW bin ich immer gut informiert.					
Beim Autofahren ist mir der Faktor Spaß wichtig.					
Bei Autos ist mir das Aussehen wichtig.					
Bei Autos ist mir die Motorleistung wichtig.					
Bei Autos ist mir der Komfort wichtig.					
Bei Autos ist mir die Größe des Stauraums wichtig.					
Bei Autos empfinde ich die Fahr-/Motorgeräusche als angenehm.					
Ich fühle mich in meinem Auto gut gegen Unfälle geschützt.					
Ich habe beim Autofahren Sorge, aufgrund eines technischen Defekts liegen zu bleiben.					
Ich fahre mit dem Auto (Privat-PKW) in der Regel weniger als 100km pro Tag.					
Ich fahre mit dem Auto (Privat-PKW) mindestens einmal in der Woche mehr als 100km pro Tag.					
An meinem Arbeitsplatz steht mir an jedem Arbeitstag ein PKW-Stellplatz zur Verfügung.					
An meinem Arbeitsplatz steht mir für Dienstfahrten ein PKW zur Verfügung.					
Ich könnte mir vorstellen meinen privaten PKW abzuschaffen, wenn mein Arbeitgeber Dual Use-Angebot ¹ zur Verfügung stellt.					





Falls Sie weitere Anmerkungen zum Thema Mobilität haben, können Sie uns diese hier mitteilen:

2. Sind Sie bereits mit einem Elektroauto gefahren?

Elektrofahrzeug	Ja	nein
Elektroauto		
E-Roller/E-Moped		
E-Fahrrad/ Pedelec		

⁴Dual Use Angebot Erläuterung:

Dual Use bedeutet sinngemäß übersetzt: mit doppeltem Verwendungszweck. Das heißt in unserem Fall, dass der Arbeitgeber Elektroautos anschaffen würde, die der Arbeitnehmer nicht nur für Dienstfahrten sondern auch für Freizeitfahrten benutzen kann. Dafür zahlt der Arbeitnehmer dem Arbeitgeber monatlich eine Gebühr.



[8] Fragebogen EMiLippe nach dem Feldtest



Liebe Projektteilnehmerinnen & Projektteilnehmer

dies ist die 2. Welle des Fragebogens, den Sie bitte am Ende des Feldtestes aufgrund Ihrer Erfahrungen ausfüllen. Wir möchten uns für Ihre Mithilfe bedanken und freuen uns über Ihre Aussagen, Bewertungen und Anregungen.

Ihr EMiLippe Projektteam

2. Welle

1. Einstellungen zur Mobilität

Bewerten Sie bitte folgende Aussagen

Mit stimme voll zu, stimme eher zu, stimme weniger zu oder stimme nicht zu.

Aussagen	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme nicht zu	Weiß nicht
Über alternative Fahrzeuge-/Antriebstechnologie für PKW bin ich immer gut informiert.					
Beim Autofahren ist mir der Faktor Spaß wichtig.					
Bei Autos ist mir das Aussehen wichtig.					
Bei Autos ist mir die Motorleistung wichtig.					
Bei Autos ist mir der Komfort wichtig.					
Bei Autos ist mir die Größe des Stauraums wichtig.					
Bei Autos empfinde ich die Fahr-/Motorgeräusche als angenehm.					
Ich fühle mich in meinem Auto gut gegen Unfälle geschützt.					
Ich habe beim Autofahren Sorge, aufgrund eines technischen Defekts liegen zu bleiben.					
Ich fahre mit dem Auto (Privat-PKW) in der Regel weniger als 100km pro Tag.					
Ich fahre mit dem Auto (Privat-PKW) mindestens einmal in der Woche mehr als 100km pro Tag.					
An meinem Arbeitsort steht mir an jedem Arbeitstag ein PKW-Stellplatz zur Verfügung.					
An meinem Arbeitsort steht mir für Dienstreisen ein PKW zur Verfügung.					





Ich könnte mir vorstellen meinen privaten PKW abzuschaffen, wenn mein Arbeitgeber Dual Use-Angebot ¹ zur Verfügung stellt.					
Falls Sie weitere Anmerkungen zum Thema Mobilität haben, können Sie uns diese hier mitteilen:					

2. Elektromobilitätserfahrung

a.) Wie oft haben Sie das Elektroauto in den letzten 3 Monaten insgesamt genutzt?

- 1 Mal
 2-5 Mal
 6-10 Mal
 über 10 Mal

b.) Sind bei der Nutzung Probleme aufgetreten?

- Ja
 Nein

Wenn ja, welche Probleme und wie oft?

Mögliche Probleme	Nie	1 Mal	2-5 Mal	6-10 Mal	Über 10 Mal
Auto ist aufgrund der leeren Batterie liegen geblieben					
Fahrtabbruch wegen zu geringem Ladezustand					
Unfall mit eigener Beteiligung					
Beschädigung am Auto (Fremdeinwirkung)					
Fahrzeugbedienung war fehlerhaft					
Buchung im E-Mobility Portal hat nicht funktioniert					
Elektroauto war zur gebuchten Zeit nicht verfügbar					
On Board Unit hat die Fahrt nicht aufgezeichnet bzw. hat nicht richtig funktioniert.					
Der reservierte Ladepunkt am Carport war besetzt					
sonstiges					





ELEKTRISCH BEWEGT
EMiLippe

c.) Beantworten Sie bitte folgende Fragen mit ja oder nein.

Fragen	ja	nein
Mit dem Elektroauto konnte ich gut die die Werksverkehre zurücklegen.		
Mit dem Elektroauto konnte ich in der Freizeit meine Alltagsziele gut erreichen.		
Durch das E-Dual-Use Angebot habe ich während der Testphase auf die Benutzung des eigenen PKW verzichten können.		
Die Reichweite des Elektroautos war für meine Dienstfahrten/ Alltagsfahrten groß genug.		

Falls ein E-Dual-Use Angebot langfristig bestehen würde:

d.) Würden Sie dann einen privaten PKW abschaffen?

- ja nein Ich besitze keinen PKW

e.) Würden Sie dann die Neuanschaffung eines privaten PKW überdenken?

- ja nein

f.) Ich wäre bereit für die Nutzung des E-Dual-Use Angebots

_____ € Gesamtmiete pro Monat zu zahlen. (inklusive Versicherung, Steuern, Befreiung, Verschleißteile, exklusive Strom)

- Ich würde das E-Dual-Use Angebot nicht nutzen und für das Angebot nicht zahlen.





3. Benutzerfreundlichkeit

Aussagen	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme nicht zu	Weiß nicht
Die Benutzung des Buchungsportal ist übersichtlich aufgebaut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Reservierungsvorgang ist einfach und verständlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe immer eine Bestätigungsmail der Reservierung erhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Authentifizierung mit der RFID-Karte hat immer funktioniert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Reservierung wurde immer richtig am Carport angezeigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Benutzung der On Board Unit funktionierte einwandfrei.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Eingabefeld der Restreichweite ist gut sichtbar in der On Board Unit platziert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die On Board Unit hat beim Start immer mit der Datenaufzeichnung sofort begonnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beim Fahren ist die On Board Unit nie ausgegangen oder hat Ihre Aufzeichnung unterbrochen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge zum Buchungsportal und der On Board Unit:					

Verwendungsnachweise

SAP (Standardfolie SAP; HANA, Hadoop, SAPUI5, ...)

OpenStreetMap

Mapquest

Opensourceroutingmachine

Firefox

Openchargemap

Google, Googlemaps

Openweathermap

SunnyPortal

Literaturverzeichnis

AGEE	Online: https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/strommix-in-deutschland-2014 , abgerufen am 01.09.2016, Agentur für erneuerbare Energien, 2015
Alsema, E.A., Frankl, P. und Kato, K.	Energy pay-back Time of Photovoltaic Energy Systems: Present Status and Prospects. 2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy Conversion. Vienna, 6-10 July 1998, S. 2125-2130, 1998
Becker, U., Lißner, S. und Clarus, E.	Ermittlung und Bewertung der über das Verbundprojekt "EMiLippe" erzielten Wirkungen auf die Umwelteffizienz, Technische Universität Dresden, 2016
Bill, R.	Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band 2, Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen, Wichmann Verlag 1999
Blomberger Versorgungsbetriebe	Online: http://www.bvb-blomberg.de/strom/tarif.php , abgerufen am 13.06.2016, BVB Blomberg GmbH, 2016
Böttcher, F., Brandt, A. und Polom, L.	Gesamt- und regionalökonomische Wirkungen des Verbundprojektes „EMiLippe“, CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, 2016
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit	Umweltkennzahlen in der Praxis - Ein Leitfaden zur Anwendung von Umweltkennzahlen in Umweltmanagementsystemen mit dem Schwerpunkt auf EMAS, Berlin, 2012
Deering, S. und Hinden, R.	Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, Internet Engineering Taskforce (IETF), Request For Comments (RFC) 2460, Online: https://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt , 1998
DIN e.V.	DIN EN ISO 15118 (Straßenfahrzeuge – Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation), Februar 2015
DIN e.V.	DIN IEC 61851-1 (Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen), Januar 2012
DIN e.V.	DIN SPEC 70121 (Elektromobilität – Digitale Kommunikation zwischen einer Gleichstrom-Ladestation und einem Elektrofahrzeug zur Regelung der Gleichstromladung im Verbund-Ladesystem), Dezember 2014
Ecomento	Online: http://ecomento.tv/ratgeber/technik-imelektroauto-verbrauch-ladeverlust-und-wirkungsgrad , 2015
Enercity	Online: https://www.enercity.de/infothek/downloads/pflichtveroeffentlichungen/skz-umweltstrom-11-15.pdf , abgerufen am 20.01.2016, www.enercity.de , 2014
Europäisches Parlament und Rat Std.	Richtlinie 98/69/EG, 1998
Fraunhofer IISB	Elektroautos effizient induktiv laden. Online: https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2014/August/elektroautos-effizient-induktiv-laden.html , 2014
Fürst, D. und Scholles, F.	Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, 2004
Ghent University	Technical Report on EV Laboratory Tests, Gent: e-mobility NSR, 2014
GHK	A study to examine the benefits of the End of Life Vehicles Directive and the costs and benefits of a revision of the 2015 targets for recycling, re-use and recovery under the ELV Directive - Annex 25. Online: http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/study/annex25.pdf , abgerufen am 30.06.2016, 2006
Häusler, A., Hall, O. und Dally, B.	Standortanalyse zur Positionierung von e-Car-Ladesäulen im Kreis Lippe, Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Detmold, 2016
Hubject	connecting emobility networks, Online: http://www.hubject.com/ , 2012
ifeu	UMBReLA - Umweltbilanzen Elektromobilität - Wissenschaftlicher Grundlagenbericht, Heidelberg, 2011
Karle, A.	Elektromobilität - Grundlagen und Praxis. Hanser, 2015
Kreis Lippe	Energieatlas, Online: http://www.kreis-lippe.de/Natur-und-Umwelt/Energie-und-Klimaschutz/Energieatlas , 2013

Literaturverzeichnis

Kwade, A. und Bärwaldt, G.	LithoRec - Recycling von Lithium-Ionen-Batterien, Braunschweig, 2012
Lohse-Busch, H. und Douba, M.	Online: https://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdf/merit_review_2012/veh_sys_sim/vss030_lohsebusch_2012_0.pdf , abgerufen am 16.12.2015, Argonne National Laboratory, 2012
Marx, P.	„Wirkungsgrad-Vergleich zwischen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und Fahrzeugen mit Elektromotor,“ Der Elektro-Fachmann, 2015
Mathoy, A.	„Definition and implementation of a global EV charging infrastructure“, BRUSA Elektronik, 2008
Mültin, M.	Intelligentes Laden über ISO/IEC 15118, in: Neue Mobilität, Ausgabe 12, Sommer 2013, S. 56/57, 2013
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität: „Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur“, August 2013
Nissan	Online: https://www.nissan.de/DE/de/YouPlus.html , YOU+Nissan, 2015
OData	The Protocol for REST APIs, Online: http://www.odata.org/ , 2015
Open Charge Alliance	Online: http://www.openchargealliance.org/ , 2009
OSRM	Open Source Routing Machine, Online: http://project-osrm.org , 2015
Pethig, F., Schriegel, S., Givhechi, O., Jasperneite, J. und Witte, S.	„EMiLippe – Business E-Mobility in the Rural Region of Ostwestfalen-Lippe based on Renewable Energy“ ETG-Fachbericht 147: International ETG Congress 2015, November 17- 18, 2015, Bonn, VDE VERLAG, Berlin, Offenbach, 2015, ISBN 978-3-8007-4121-2, Online: https://www.vde-verlag.de/buecher/454121/etg-fb-147-international-etg-congress-2015.html , 2015
Quaschnig, V.	Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag München, 6. Ausgabe, 2009
Ritthoff, M. und Schallaböck, D.K.	Ökobilanzierung der Elektromobilität Themen und Stand der Forschung, Wuppertal: Nationale Organisation Wasserstoff, 2012
Schafmeister, K. und Witte, S.	Vorhabenbeschreibung zum Projektantrag „EMiLippe“, 2013
Schneider, J., Kamiya T., Peitner, D. und Kyusakov, R.	Efficient XML Interchange (EXI) Format 1.0 (Second Edition), W3C Recommendation, W3C EXI 1.0, Online: http://www.w3.org/TR/exi , 2014
Stadwerke Lemgo	Online: http://www.stadwerke-lemgo.de/files/stromkennzeichnung_01_01_2016.pdf , abgerufen am 13.06.2016, 2016
UBA	Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger CLIMATE CHANGE 29/2014, Dessau, 2014
Umicore AG, Daimler AG, Öko-Institut, TU-Clausthal	Entwicklung eines realisierbaren Recyclingkonzeptes für die Hochleistungsbatterien zukünftiger Elektrofahrzeuge-Lithium-Ionen-Batterie Recycling Initiative-LiBri, Hanau, 2011
Umweltbundesamt	Climate Change 15/2013, „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012, Dessau-Roßlau, 2013
UNFCCC	Global Warming Potentials, Online: http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php , abgerufen am 30.06.2016, United Nations Framework Convention on Climate Change, 2014
VDI-Richtlinie	VDI 4600, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2012
VDI-Richtlinie	VDI 4602, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2007
Wegener, M.	Erreichbarkeit und Raumentwicklung, TU Dresden, Verkehrswissenschaftliches Kolloquium, 5.12.2011
Wuppertaler Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH	„Energiebalance - Optimale Systemlösungen fuer Erneuerbare Energien und Energieeffizienz“, Elektromobilitaet und erneuerbare Energien, Arbeitspapier Nr. 5, Tech. Rep., 2007
De Wyl, C., Blumenthal-Barby, C., Große, A., Günther, B., Lehnert, W., Ringwald, R., Weichel, M., Faut, H.	Rechtlicher Leitfaden zum Elektromobilitätssystem für Wirtschaftsverkehre im ländlichen Raum unter optimaler Ausnutzung erneuerbarer Energien, Becker Büttner Held Rechtsanwälte Wirtschaftsprüfer Steuerberater PartGmbH, 2016

Team „EMiLippe“

Am Projekt „EMiLippe“ haben die folgenden Personen mitgearbeitet.

Name	Akad. Grad	Institution
Georg Aholt		itelligence AG
Mark Albrecht	Dipl.-Ing.	itelligence AG
Jan-Christopher Brand	B.Sc.	OWITA GmbH
Thomas Bruske		itelligence AG
Björn Czybik	M.Sc.	inIT
Omid Givhechi	M.Sc.	inIT
Ann-Kathrin Habighorst	M.A.	Kreis Lippe Der Landrat
Ann-Kathrin Henke		Herbert Kannegiesser GmbH
Dominik Henneke	M.Sc.	inIT
Jürgen Jasperneite	Prof. Dr.-Ing.	Fraunhofer IOSB-INA, inIT
Janina Kleiber	B.A.	itelligence AG
Niklas Koormann	Dipl.-Kfm.	Kreis Lippe Der Landrat
Christian Lärz	Dipl.-Ing.	Herbert Kannegiesser GmbH
Christian Lindner		itelligence AG
Volker Lohweg	Prof. Dr.-Ing.	OWITA GmbH
Falk F. Mehrmann	Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing.	Herbert Kannegiesser GmbH
Christoph Müller		Herbert Kannegiesser GmbH
Tobias Niebur	B.Sc.	Fraunhofer IOSB-INA
Florian Pethig	B.Sc.	Fraunhofer IOSB-INA
Thomas Rieß	Dipl.-Ing.	Kreis Lippe Der Landrat
Kristian Röckemann	M.Sc.	OWITA GmbH
Claudia Ruthe		Kreis Lippe Der Landrat
Klaus Schafmeister	Dr. oec.	Kreis Lippe Der Landrat
Dirk Schlutter		Herbert Kannegiesser GmbH
Daniel Schön		itelligence AG
Sebastian Schriegel	M.Sc.	Fraunhofer IOSB-INA
Ralf Schroeder		Herbert Kannegiesser GmbH
Andreas Steinmetz	M.Sc.	OWITA GmbH
Kai Stuke		itelligence AG
Thorsten Temme	Dipl.-Ing.	Phoenix Contact E-Mobility GmbH
Dirk Vogel		Phoenix Contact E-Mobility GmbH
Stephan Alexander Vogelskamp	Dipl. Oec.	Kreis Lippe Der Landrat
Günter Weigel		Kreis Lippe Der Landrat
Lukasz Wisniewski	Mgr. inz.	inIT
Stefan Witte	Prof. Dr.-Ing.	Hochschule OWL, inIT, OWITA GmbH
Hans-Herbert Wolff		itelligence AG

Impressum

Projektkoordination:



Kreis Lippe Der Landrat
Dr. oec. Klaus Schafmeister
Stephan A. Vogelskamp
Felix-Fechenbach-Straße 5
32756 Detmold
k.schafmeister@kreis-lippe.de
vogelskamp@agentur-noah.de
Tel. 05231/62-1049
Fax. 05231/63011-1055

Projektpartner:



Phoenix Contact E-Mobility GmbH
Helmut Friedrich
hfriedrich@phoenixcontact.com
Tel. 05235/343890



Herbert Kannegiesser GmbH
Falk F. Mehrmann
fmehrmann@kannegiesser.de
Tel. 05733/128260



itelligence AG
Mark Albrecht
mark.albrecht@itelligence.de
Tel. 0521/91448510

Assoziierte Projektpartner:



Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Prof. Dr.-Ing. Stefan Witte
stefan.witte@hs-owl.de
Tel. 05261/702-2404



inIT – Institut für industrielle Informationstechnik der Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Prof. Dr.-Ing. Stefan Witte
stefan.witte@hs-owl.de
Tel. 05261/702-2404



Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA)
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jasperneite
juergen.jasperneite@iosb-ina.fraunhofer.de
Tel. 05261/94290-22



OWITA – Ostwestfälisches Institut für Innovative Technologien in der Automatisierungstechnik GmbH
Prof. Dr.-Ing. Volker Lohweg
volker.lohweg@owita.de
Tel. 05261/28896-0