

Teilvorhabenbericht zum Projektabschluss

Verbundvorhaben „eMobility-Scout“



Titel des Verbundvorhabens

Ganzheitliche E-Mobilitätsplattform für E-Fuhrparks mit Nutzfahrzeugen und gemeinsam genutzten Infrastrukturen

Titel des Teilvorhabens

Methoden, Micro-Services und Plattformlösungen für das ganzheitliche E-Mobilitätsmanagement

Das dem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

unter dem folgenden Förderkennzeichen gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Zuwendungsempfänger: <i>Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO</i>	Förderkennzeichen: <i>01 ME 15006D</i>
Projektleiter des Teilvorhabens: <i>Julien Ostermann</i>	Email: <i>Julien.ostermann@iao.fraunhofer.de</i>
Telefon: <i>+49 711 970 -5122</i>	Fax: <i>+49 711 970 -5122</i>
Laufzeit des Vorhabens: <i>von: 1.1.2016 bis: 31.12.2018</i>	
Berichtszeitraum: <i>von: 1.1.2016 bis: 31.12.2018</i>	Datum: <i>28.06.2019</i>

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Weiterführende Dokumente	4
1. Kurze Zusammenfassung zum Projekt	5
1.1. Aufgabenstellung im Projekt.....	5
1.2. Voraussetzungen für das Projekt	5
1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens.....	5
1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	5
1.4.1. Stand der Wissenschaft und Technik zu Projektbeginn.....	5
1.4.2. Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden.....	5
1.4.3. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste	6
1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	7
2. Eingehende Darstellung.....	8
2.1. Ergebnisse und Verwendung der Zuwendung	8
2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	25
2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	25
2.4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung.....	26
2.4.1. Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte	29
2.4.2. Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende	29
2.4.3. Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende	29
2.4.4. Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	30
2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	31
2.6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses	31
5. Liste der Veröffentlichungen.....	32
6. Liste über Schutzrechtsanmeldungen	32
7. Indikatoren.....	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Abschlussbroschüre	4
Abbildung 2: EMS Gesamtarchitektur	9
Abbildung 3: Dispositions- bzw. Einsatzplaner	12
Abbildung 4: Ausschnitt aus dem web-basierten Energiesystem Editor	15
Abbildung 5: Prozessschritte für das Vorgehensmodell von der Physikalischen Abbildung bis hin zur Lösung des Optimierungsproblems	15
Abbildung 6: Exemplarische Sollwertvektoren als Ergebnis für einen vorgegeben Zeithorizont	16
Abbildung 7: Visualisierung der Ladepläne eines Fuhrparks mit 30 Fahrzeugen unter Berücksichtigung der Systemgrenzen.....	16
Abbildung 8: Vorgehensweise des Fleet Optilyzers	17
Abbildung 9: Fahrzeugleiste mit Editor (rechts)	18
Abbildung 10: Grafische Darstellung der Fahrtenbucheinträge für jedes Fahrzeug als Eingangssatensatz....	19
Abbildung 11: Optimierungsergebnisse - Übersicht.....	20
Abbildung 12: Optimierungsergebnisse – Darstellung Input - Pool und optimierter Pool.....	20
Abbildung 13: Optimierungsergebnisse – Darstellung der optimierten Fahrtenverteilung.....	21
Abbildung 14 – Flughafen Stuttgart Stromtankstellen im halböffentlichen Bereich.....	23

Weiterführende Dokumente

Weiterführende Dokumente zu diesem Einzelbericht des Fraunhofer IAO sind:

1. Der Konsortialbericht von eMobility-Scout
2. Es gibt eine 64seitige Abschlussbroschüre „eMobility-Scout – Der Weg zum wirtschaftlichen Elektrofuhrpark von morgen“, welche im Fraunhofer Verlag erscheint (ISBN 978-3-8396-1456-3).



Abbildung 1 - Abschlussbroschüre

1. Kurze Zusammenfassung zum Projekt

1.1. Aufgabenstellung im Projekt

Zielsetzung des Vorhabens war es, gewerbliche E-Fuhrparks mit dem Schwerpunkt Nutzfahrzeuge logistisch und wirtschaftlich effizient betreiben zu können. Das zentrale Lösungselement dafür war die Konzeption, Realisierung und Erprobung des „eMobility-Scout“, einer cloudbasierten IKT-Plattform im Sinne eines ganzheitlichen E-Mobilitätssystems.

Wesentliche Aufgabenstellungen des Fraunhofer IAO zu dem Vorhaben waren:

- Konzeption und Umsetzung eines modularen Rahmensystems für Elektromobilitäts-Lösungen;
- Untersuchung vorhandener Datenformate und Schaffung gemeinsamer Standardformate für Stammdaten eines Elektromobilitätssystems zur komponentenübergreifenden Verwendung im Rahmensystem sowie zum Austausch von Infrastrukturinformationen beim Sharing;
- Entwicklung intelligenter Methoden und Technologien für die übergreifende Energieoptimierung in Energiesystemen;
- Entwicklung eines Lösungsbündels für die Planung und den Aufbau von Elektrofuhrparks;
- Entwicklung von Abrechnungsverfahren beim Sharing von Infrastrukturen.

Der geplante „eMobility-Scout“, sollte perspektivisch als offene und hochskalierbare ganzheitliche Plattform sowohl für große (On Site) als auch für kleine und mittelständische Unternehmen (Cloud) wirtschaftlich einsetzbar sein.

1.2. Voraussetzungen für das Projekt

Die Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde, sind ausführlich im Konsortialbericht unter der gleichen Kapitelnummer erläutert.

1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Planung und Ablauf des Vorhabens sind ausführlich im Konsortialbericht unter der gleichen Kapitelnummer erläutert.

1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

1.4.1. Stand der Wissenschaft und Technik zu Projektbeginn

Der Stand der Wissenschaft und Technik zu Projektbeginn sind ausführlich im Konsortialbericht unter der gleichen Kapitelnummer erläutert.

1.4.2. Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

Fachliches Know-how

Das Fraunhofer IAO verfügte zu Projektbeginn fachliches Know-how in folgenden Gebieten:

- Optimierungsalgorithmen für die Dispositionsplanung von gemischt-angetriebenen (konventionell, hybrid, elektrisch) Fuhrparks
- Optimierungsalgorithmen für die Optimierung von Ladeprofilen für Elektrofahrzeugflotten
- Gestaltung von Geschäftsmodellen und infrastrukturellen Bedingungen sowie die Untersuchung des Nutzerverhaltens
- Know-how zu Anforderungen von Ladeinfrastruktur für Fuhrparkstandorte, die Beschaffung, Aufbau und Anbindung von Ladeinfrastruktur
- Know-how zum Aufbau und Betrieb eines Micro Grid als Inselnetz unter Zuhilfenahme von Stationären Energiespeichern als Forschungslabor

Software Engineering

Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart verfügte durch eine Vielzahl von Projekten eine hervorragende Vernetzung mit der Industrie, der Energiewirtschaft, der IKT-Branche sowie zu Einrichtungen der öffentlichen Hand und kommunalen Akteuren. Der vom Fraunhofer IAO im Projekt involvierte Geschäftsbereich „Informations- und Kommunikationstechnik“, nun nach einer Umstrukturierung nun Forschungsbereich „Digital Business“ genannt, brachte Erfahrungen für Cloudbasierte Systeme und Lösungen für Anwendungen in den Bereichen Energie, Mobilität, Finanzwirtschaft und ECommerce ein. Hierbei konnte auf Ergebnissen für die Umsetzung von Lösungen und die Erprobung dieser verschiedenen Referenz-Projekte aufgesetzt werden.

Referenz-Projekte

Vergleichbare Anwendungsfälle und Lösungen wurden im verschiedenen Verbundprojekten bearbeitet und mit den Verbundprojektpartnern weiterentwickelt. Zu nennen ist hier das Vorgängerprojekt „Shared E-Fleet“ zum unternehmensübergreifenden Teilen von Elektrofahrzeugflotten über eine cloudbasierte Lösung. Weiterhin konnte auf Ergebnisse der Elektromobilitätsprojekte InFleet, eFlotte und EcoGuru aufgesetzt werden.

1.4.3. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste

In dem Projekt wurde vor allem auf vom Standardisierungsgremium *OPEN CHARGE ALLIANCE (OCA)* (Quelle: <https://www.openchargealliance.org/>), bei dem das Fraunhofer IAO Mitglied ist, zur Verfügung gestellten Standards wie OCPP und OSCP zurückgegriffen.

Hilfreich für die Identifikation und Übersicht aller anderen in dem Fachbereich „Elektromobilität“ notwendigen Standards ist auch die Studie „*EV Related Protocol Study*“ (Quelle: <https://www.elaad.nl/research/ev-related-protocol-study/>) von ElaadNL. ElaadNL ist das Wissens- und Innovationszentrum im Bereich der Smart Charging-Infrastruktur in den Niederlanden und ist eine Initiative der niederländischen Netzbetreiber. Weitere wichtige Quellen für Standards sind die ISO und die IEC.

Weiter Dienste für die Informationsbeschaffung die in Anspruch genommen wurden, waren beispielsweise die Software-Plattform Github für den Bezug von OCHP (<https://github.com/e-clearing-net/OCHP>) oder OCPI (siehe <https://github.com/ocpi/ocpi>).

1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Neben der regulären Zusammenarbeit mit den Konsortial-Partnern und dem assoziierten Partner Flughafen Stuttgart GmbH hat das Fraunhofer IAO im Rahmen des Förderprogramms IKT 3 mit dem Verbundprojekt „3-Connect Germany“ zusammengearbeitet.

Während der Projektlaufzeit wurde im Rahmen des Projekts eMobility-Scout ein Nutzungs- und Kooperationsvertrag unterzeichnet. Dieser erlaubte die prototypische Implementierung der von Ladenetz bzw. deren Partnerunternehmen e-clearing.net bereitgestellten Schnittstellen zum Roaming von Ladeinfrastruktur über das OCHP-Protokoll.

Parallel dazu wurde eine Kooperation mit dem EMP „Plugsurfing“ für die Umsetzung des Arbeitspakets für das Sharing von Ladeinfrastruktur angestrebt. Diese konnte aber final nicht umgesetzt werden.

In Zusammenhang mit dem Roaming damit wurde ein Vertrag mit dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) Zurverfügungstellung einer Identifikationsnummer für das Fraunhofer IAO zur Identifikation als Rolle des EMP und als CPO zur Abrechnung von Ladeinfrastruktur-Nutzungen.

2. Eingehende Darstellung

2.1. Ergebnisse und Verwendung der Zuwendung

Die gewünschten Erkenntnisse und konkreten Ziele nach Teilvorhabenbeschreibung werden nachfolgend mit den erzielten Arbeitsergebnissen der Arbeitspakete (AP) abgeglichen.

Der Schwerpunkt der Aktivitäten des Fraunhofer IAO lag in den Bereichen Anforderungsanalyse, Konzeption von Funktionsmodellen und deren prototypische Umsetzung in Form eines IT Rahmensystems.

Im Rahmen von **AP 1** sind aus den Anforderungsanalysen für den Pilotversuch und aus den Erfahrungen der Konsortialpartner Anforderungskataloge für die Lösung entstanden (Forschungs- und Entwicklungsberichte).

Auf dieser Grundlage erarbeitete und dokumentierte das Fraunhofer IAO in **AP 2** in den relevanten Wissens- und Forschungsfeldern innovative Konzepte für das Projekt.

AP 3 diente der prototypischen Implementierung der entwickelten Konzepte. Hierbei entstanden verschiedene Softwarekomponenten in Form von Prototypen, die in eine Pilotinfrastruktur aufgespielt wurden.

Die einzelnen Funktionsmodelle und der Gesamtdemonstrator wurden in **AP 4** in Zusammenarbeit mit den Berliner Verkehrsbetrieben und dem Flughafen Stuttgart anhand von Pilotversuchen evaluiert. Dabei wurden die erarbeiteten Funktionsmodelle weiter optimiert. Darüber hinaus entstanden im Rahmen des Gesamtvorhabens weitere Ergebnisse, die als Vorstufe für eine spätere Verwertung dienen können.

In den übergeordneten **AP 5** bis **AP 10** wurde entsprechend mitgearbeitet, und deren Beiträge und Ergebnisse werden im Folgenden ebenfalls aufgeführt.

Ziel: Konzeption und Umsetzung eines modularen Rahmensystems für Elektromobilitätslösungen

Ergebnis E.1.1/E.1.2 Bericht „Anwendungsszenarien und Anforderungskatalog eMobility-Scout“

Zu Beginn des Projektes wurde entsprechend einer klassischen Projektvorgehensweise eine Anforderungsanalyse mit dem Pilotpartnern durchgeführt. Das Fraunhofer IAO hat hierbei das Know-how vorausgegangener Projekte vor allem in die Definition von Anwendungsszenarien und Anforderungen mit eingebracht. Mit Brain-Drawing Techniken konnten die Vorstellungen der Partner und des Pilotpartners BVG aufgenommen werden, was den Prozess der Anforderungsanalyse durch die greifbarere Vorstellung des geplanten Vorhabens vereinfachte. Daraus hat das Fraunhofer IAO zusammen mit den Partnern einen Anforderungskatalog entworfen und in Kombination mit den Anwendung Szenarien als gemeinsames Ergebnis aller Projektpartner geliefert.

Ergebnis E.1.3 Bericht „Analyse Technologien und Methoden“

Im Arbeitspaket 1.3 wurden von jedem Partner am Markt existierende Technologien und Methoden recherchiert, untersucht und letztendlich auf Eignung in dem hier behandelten Kontext einer Cloudbasierten, ganzheitlichen Mobilitätsplattform für gewerbliche Elektrofahrzeugflotten geprüft. Das Ergebnis dieses Arbeitspakets ist eine umfangreiche Sammlung zum Zeitpunkt der Erstellung existierender Technologien und Methoden als Vorbereitung für die Konzeption des Gesamtsystems. Diese Informationen ebneten den Weg für eine Auswahl der am besten geeignetsten Technologien. Rückwirkend betrachtet, war die Auswahl sehr erfolgreich, da sich einige zum damaligen Zeitpunkt noch junge Technologien mittlerweile zum Branchenstandard durchgesetzt haben.

Ergebnis E.2.6 Bericht „Konzeption Architektur/Plattform/Rahmensystem“

Die drei technischen Partner im Projekt haben zusammen in Workshops ein Konzept für die ganzheitliche Elektromobilitätsplattform eMobility-Scout erarbeitet. Diese Plattform wurde so konzipiert, dass alle Partner ihre eigenen Projektinhalte eigenständig umsetzen konnten, ohne den Software-Code direkt miteinander zu teilen. Dafür wurde eine Architektur mithilfe von REST-Services erarbeitet. Jeder Partner hat dazu einerseits bereits existierende Software eingebracht, die wiederverwendet werden konnte, oder einen Webservice umgesetzt, der die Businesslogik für seinen Zuständigkeitsbereich umgesetzt hat. Dadurch konnte die Plattform technologieoffen und je nach dem Bedürfnis der Partner gestaltet werden. Die einheitlichen in diesem Konzept miteinander abgestimmten REST-Schnittstellen und Architektur machten dies möglich. Die Abbildung visualisiert die Kerninhalte der Partner farblich und zeigt die Komplexität der Gesamtanwendung deutlich.

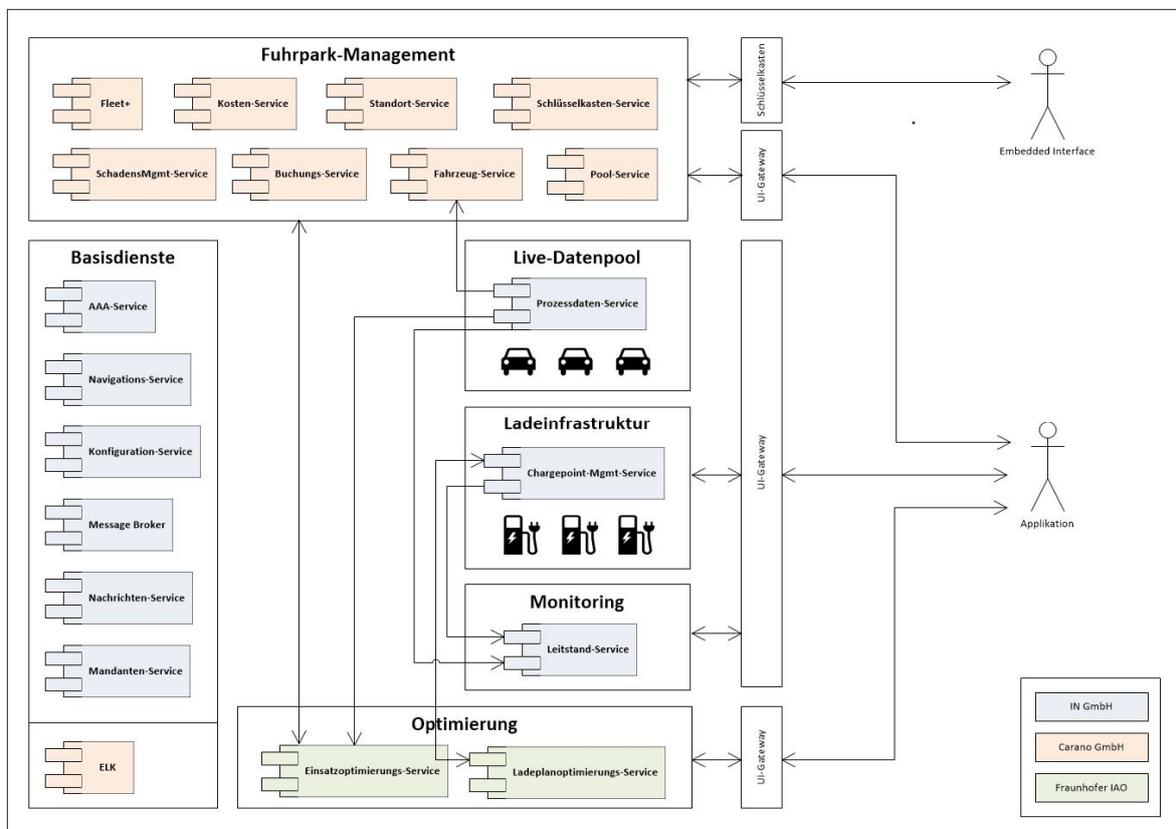
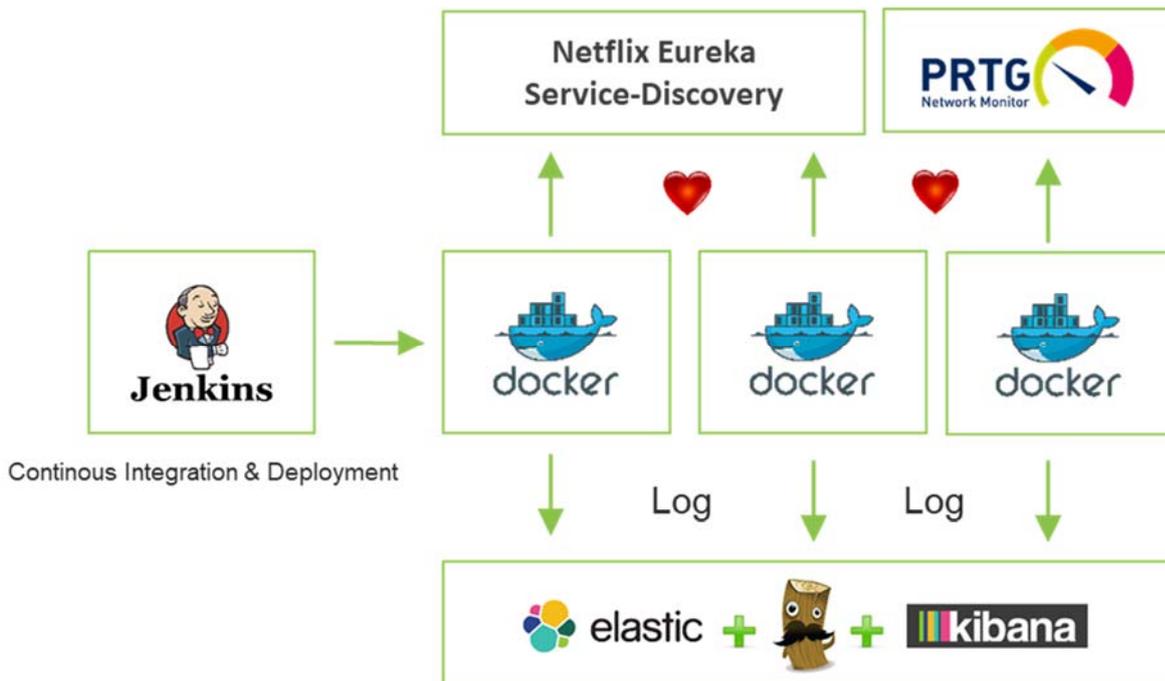


Abbildung 2: EMS Gesamtarchitektur

Ergebnis E.3.1 Aggregiertes Funktionsmodell „Architektur/Plattform/Rahmensystem“

Ein Teil des Gesamtergebnisses des Projekts ist die Microservice basierte Rahmenarchitektur. Dieses Plattformkonzept sah die dynamische Integration von den jeweils technischen Projektpartnern bereitgestellten Web Services vor. Dieses Plattformkonzept war zum Projektstartzeitpunkt eine Leading-Edge-Technologie, die zum Projektabschluss nun der Quasi-Standard für Softwarekomponenten auf der ganzen Welt ist.

Wie in der Konzeption festgelegt, mussten dazu alle Partner die Grundfunktionalitäten der Anwendung umsetzen. Dabei konnte das Fraunhofer IAO große Erfahrung mit dem Docker-Framework für die Applikationsvirtualisierung aufbauen. Für die Bereitstellung der Plattformfunktionalitäten wurden ein zentrales, partnerübergreifendes Fehler-Logging über den Elastic Logstash Kibana (ELK)-Stack, ein interne Continuous Integration und Deployment Pipeline mit Jenkins und ein internes Service Discovery und API Gateway umgesetzt. Zusätzlich dazu wurden die betriebenen Anwendungskomponenten als Webservices, über ein internes Monitoring Tool PRTG überwacht. Beispielhaft kann die Anwendungsarchitektur in der nachfolgenden Grafik betrachtet werden.



In der umgesetzten Gesamtarchitektur wurde jeder vom Fraunhofer IAO entwickelte Webdienst mit einer REST-Schnittstelle ausgestattet um mit der „Außenwelt“ (also den Partner oder dem Nutzer) und intern mit anderen Diensten zu kommunizieren. Jeder Service basierte hier auf einer Java-basierten Anwendung, die in einen standardisierten Docker-Container gestartet bzw. ausgeführt wurde. So konnten diese Dienste einfach skaliert werden und auch einfach zwischen Servern (beispielsweise verschiedenen Stages) ausgetauscht werden. Vor allem die Umsetzung der Continuous Integration & Deployment machte die Entwicklung leichter für die beteiligten wissenschaftlichen Mitarbeiter, da Änderungen an der Software schnell und problemlos in das Produktivsystem der Pilotkunden übertragen werden konnte und neue Funktionalitäten den Partnern zur Verfügung gestellt werden konnte. In jeder Java-Anwendung wurde zudem ein JWT-basierte Single-Sign-On-Service-Komponente und ein Message-Broker des Projektpartners IN integriert.

Durch die Verwendung einer multimandantenfähigen Applikations-Architektur, konnte das Gesamtsystem skalierbar umgesetzt werden. Vor allem die Definition von einheitlichen REST-Schnittstellen sorgte dafür, dass die Komponenten einen hohen Grad der Wiederverwendbarkeit haben. Dies förderte die Interoperabilität des eMobility-Scout Systems stark und sichert die effiziente Wiederverwendung der hier gewonnenen Projektergebnisse!

Ergebnis E.2.4 Konzeption „Integration bestehender Lösungskomponenten

In das Projekt eMobility-Scout brachte das Fraunhofer IAO bereits bestehende Lösungskomponenten ein. Diese Lösungskomponenten waren Ergebnisse aus dem vorausgegangenen Forschungsprojekt Shared E-Fleet und EcoGuru die im neuen Projekt wiederverwendet werden sollten. Die vom Fraunhofer IAO eingebrachten Komponenten umfassten hierbei eine ad-hoc Einsatzplanung und Einsatzoptimierung für Elektrofahrzeugflotten, sowie ein Lade- und Lastmanagement für die Berechnung von Ladeprofilen. Alle drei Komponenten wurden erfolgreich im Projekt EMS eingesetzt. Hierzu war es notwendig die in den Komponenten verbauten SOAP-Schnittstellen an die neuen im Konsortium abgestimmten, besser und einfach nutzbareren REST-basierten Schnittstellen anzupassen. Auch einige Prozesse, wie die Daten von den Partnern abgerufen, gespeichert und an die Komponenten der Partner wieder zurückgemeldet werden, mussten überarbeitet werden um erfolgreich die bereits existierenden Algorithmen wieder zu verwenden.

Im Ergebnis E.2.4 wurden dazu Konzepte erarbeitet, um diese bereits existierenden Software-Komponenten in das mit den Projektpartnern abgestimmte und zusammen entworfene EMS-Gesamtsystem zu integrieren.

Ergebnis E.3.6 Aggregiertes Funktionsmodell „Integration bestehender Lösungskomponenten“

Als Teil der Gesamtanwendung, wurden die zuvor beschriebenen Komponenten der ad-hoc Einsatzplanung und der Einsatzoptimierung für Elektrofahrzeugflotten, sowie des Lade- und Lastmanagement integriert. Die Einsatzplanung konnte erfolgreich zusammen mit der BVG in Rahmen des Piloten getestet werden. Das Lade- und Lastmanagement konnte erfolgreich Ladepläne für den Fuhrpark der BVG berechnen. Durch das Fehlen der vom Ladestationshersteller Mennekes bereitgestellten Software-Update für die Nutzung von OCPP 1.6, konnte die tatsächliche reale Umsetzung der berechneten Ladepläne nicht in der Projektlaufzeit bei der BVG gezeigt werden.

Neben den Service-Komponenten wurde eine Frontend-Komponente auf Basis von Angular 2+ vom Fraunhofer IAO umgesetzt, die für die Visualisierung der Dispositionsdaten an den Disponenten verantwortlich war (siehe Abbildung 2). Diese Einsatzplan-Visualisierung wurde vom Fraunhofer IAO in die Gesamtarchitektur eingebunden. Die dazu notwendigen grafischen Vorgaben als einheitliches Corporate Identity (CI) für das Projekt wurden zusammen mit den technischen Verbundprojektpartnern erarbeitet und mit dem Pilotpartner BVG evaluiert. Dadurch hatte die Gesamtanwendung eines jeden Partners ein einheitliches Aussehen, obwohl sie aus drei verschiedenen „Single-Page“-Software-Anwendungen bestand.

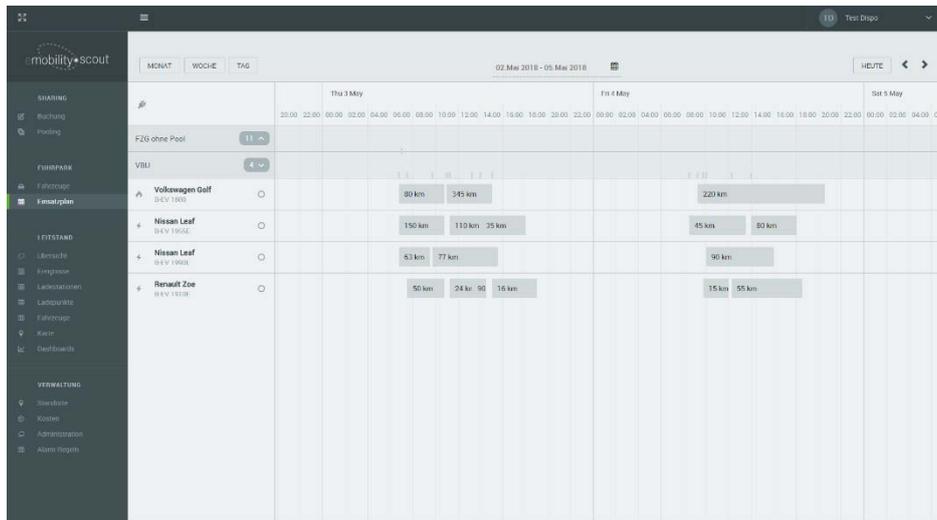
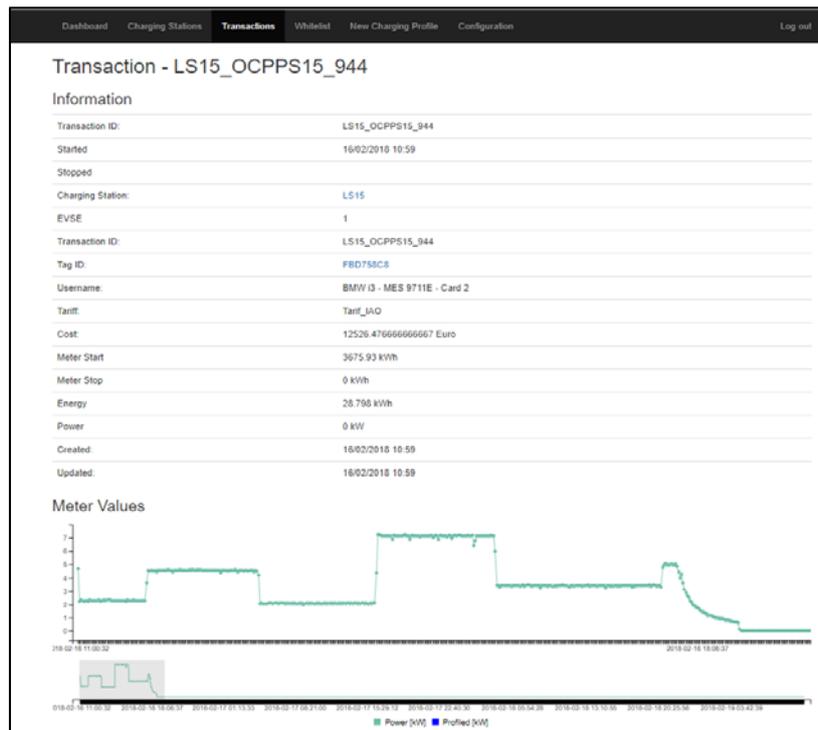


Abbildung 3: Dispositions- bzw. Einsatzplaner

Aufgrund fehlender steuerbarer Ladeinfrastruktur bei den Pilotpartnern, wurde ein prototypisches Ladestations-Backend am Fraunhofer IAO umgesetzt. Dieses war notwendig, um vor Ort am Fraunhofer Instituts-campus Stuttgart (IZS) die Lade- Lastmanagement Steuerung zu evaluieren. Nachfolgend kann man die Steuerung eines Ladevorgangs, hier am Beispiel des Projektfahrzeug BMW i3, betrachten.



Ziel: Untersuchung vorhandener Datenformate und Schaffung gemeinsamer Standardformate für Stammdaten eines Elektromobilitätssystems zur komponentenübergreifenden Verwendung im Rahmensystem sowie zum Austausch von Infrastrukturinformationen beim Sharing

Ergebnis E.5 Bericht "Standardisierung und offene Schnittstellen"

Im Rahmen des AP 5 Standardisierung wurden die zum Projektzeitraum bereits vorhandenen Standards in der Domäne des Flottenmanagements und des Lademanagements untersucht.

Mit der Unterstützung durch die Partner, allem voran die IN GmbH genannt, wurden Standards gesammelt und in einem Sachbericht zusammengeführt.

Im Rahmen dieses Arbeitspakets konnten im Fachbereich der Elektromobilität zwei nennenswerte Defizite bzw. Gaps identifiziert werden. Bei den Defiziten geht es um die standardisierte Modellierung von Elektrofahrzeug-Stammdaten und die dazugehörige Schnittstelle, sowie die Schnittstelle zwischen EMP- bzw. Fahrstromanbietern und deren Abrechnungssystemen und Flottenmanagementsystem Herstellern. Anders als bspw. die Schnittstellen im Bereich der Ladestationskommunikation zwischen Ladestationshardware und Backoffice-Anwendungen, sind diese Schnittstellen im aktuellen Stand der Technik nicht vorgesehen. Diese Defizite werden im Detail im Sachbericht E.5 erläutert.

Da diese Daten für die gesamtheitliche Betrachtung des zukünftigen Mobilitätssystems und die fortschreitende und teilweise dringend notwendige Digitalisierung in diesem Gebiet notwendig sind, ist dies ein signifikantes Ergebnis des Verbundprojekts eMobility-Scout und die beteiligten Partner.

Im Nachgang des Projektabschlusses soll ein offener Standard (siehe auch OpenAPI, <https://github.com/OAI/OpenAPI-Specification>) auf Github veröffentlicht werden. Github ist ein Open Source Software Repository. Auch andere Standards, wie OCHP (Link: <https://github.com/e-clearing-net/OCHP>) oder OCPI (Link: <https://github.com/ocpi/ocpi>) werden hier an die Community übergeben.

Durch die Veröffentlichung der Ergebnisse als offener Standard sollen die Forschungsergebnisse der Community übergeben und einfach zugänglich gemacht werden, um diese weiter zu entwickeln. Über sogenannte Forks können hier die Community-Mitglieder selbstständig neue Inhalte erarbeiten und dadurch an dem offenen Standard teilnehmen.

Mit diesem Beitrag konnte das Ziel der Untersuchung bereits vorhandener Datenformat und die Schaffung eines neuen gemeinsamen Standardformats für das Elektromobilitätssystem vielversprechend erreicht werden.

Ziel: Entwicklung intelligenter Methoden und Technologien für die übergreifende Energieoptimierung in Energiesystemen

Ergebnis E.2.6 Bericht „Konzeption Energiemanagement/Smart Facility“

Im AP 2.6 wurde ein Konzept für die intelligente Steuerung von Energiesystemen erarbeitet. Dazu wurden alle zu betrachtenden Bereiche erfolgreich bearbeitet, so dass die wesentlichen Schnittstellen und Konzepte für die Implementierungsphase zur Verfügung stehen. Die Umsetzung der gesamten Funktionalität wurde dazu auf einzelne Microservices aufgeteilt. Die Domänentrennung erfolgte hier auf die jeweiligen zuständigen Partner. Neben der für die Umsetzungsphase in AP3 notwendigen Software-Architektur, wurden User Stories mit den Projekt- und Assoziierten-Partnern in Arbeitstreffen erarbeitet und dokumentiert.

Es wurde eine Software-Architektur konzipiert die das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten von dem Energiemanagement des eMobility-Scout Systems definierte. Dabei wurden ereignisbasierte Prozesse, Datentypen und Schnittstellen entworfen und unter den technischen Partnern abgestimmt.

Das Fraunhofer IAO hat des Weiteren für die mathematische Lösung des vorliegenden Optimierungsproblem Methoden und Algorithmen und Ladestrategien untersucht. Für die Ausweitung des Optimierungsproblems von den Ladestationen auf das Gesamtenergiemanagementsystem wurde ein wissenschaftliches Vorgehensmodell erarbeitet.

Ergebnis E.3.5 Aggregiertes Funktionsmodell „Energiemanagement/Smart Facility“

Im Rahmen des Arbeitspaket 3.5 wurde ein Prototyp für ein intelligentes Energiemanagement von Fuhrparkflotten und elektrischen Energieanlagen umgesetzt. Dafür wurde ein mehrstufiges Vorgehensmodell entwickelt, um aus einem komplexen Energiesystem, mit verschiedenen steuerbaren und nicht-steuerbaren Anlagen und dazugehörigen Produzenten, automatisiert ein Optimierungsproblemmodell zu erstellen. Hierfür wurde das Beispiel Energiesystem des Flughafen Stuttgart betrachtet. Im Rahmen der Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IAO in dem Feld intelligenter Energiesysteme, wurde der Prozess der optimierten Steuerung der Anlagen betrachtet. Hierbei wurden Optimal Control Ansätze untersucht und auf den im eMobility-Scout Projekt vorliegenden Anwendungsfall übertragen. Ein vielversprechender Ansatz war das Modell-Prädiktive-Steuerungsfahren (engl. Model-Predictive-Control) Verfahren. Basierend auf Prognosen können so die Anlagenparameter gesteuert werden, um einen Sollwertzustand in der Zukunft zu erreichen, ohne die harten Systemgrenzen zu verletzen.

Um aus dem jeweils vorliegenden Energiesystem ein Optimierungsproblem zu generieren, wurde der entwickelte Software-Prototyp so entworfen, dass dieser einen web-basierten Energiesystem-Editor enthält, mit dem das Energiesystem in Form strukturierter Datenmodelle für Erzeuger, Verbraucher und Speicher digital abgebildet werden und mit einem elektrischen Energienetz verbunden werden konnten. Beispielhaft ist dies in der nachfolgenden Abbildung 4 zu sehen. Die kreisförmigen Komponenten entsprechen hier den Anlagen. Die Verbindungen zwischen den Komponenten sind gerichtet und definieren die Flussrichtung der elektrischen Energie, um Erzeuger und Verbraucher bzw. Speicher – die einen bidirektionalen Fluss haben – miteinander zu verbinden.

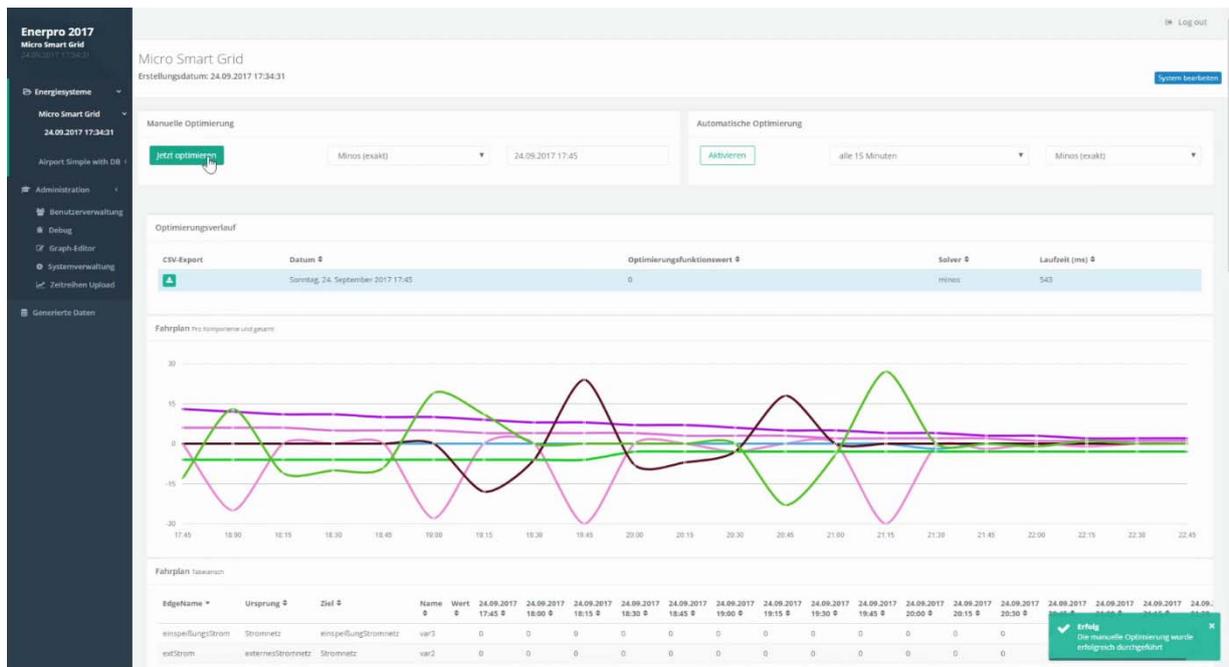


Abbildung 6: Exemplarische Sollwertvektoren als Ergebnis für einen vorgegeben Zeithorizont

Basierend auf den Ergebnissen aus den vorausgegangenen Projekten wurde die Komponente zum gesteuerten Laden weiterentwickelt und basierend auf den neu gewonnenen Erkenntnissen zur Nutzung eines MILP umgesetzt. Ein exemplarisches Ergebnis eines Ladeplans kann in der Abbildung 7 betrachtet werden. Hierbei ist zu sehen, wie ein Fuhrpark mit 30 Fahrzeugen entsprechend reguliert wird, basierend auf den vorgegebenen Randwerten, unter Einbeziehung einer Kostenprognose, einer Erzeugungsprognose und der Disposition der Fahrzeuge.

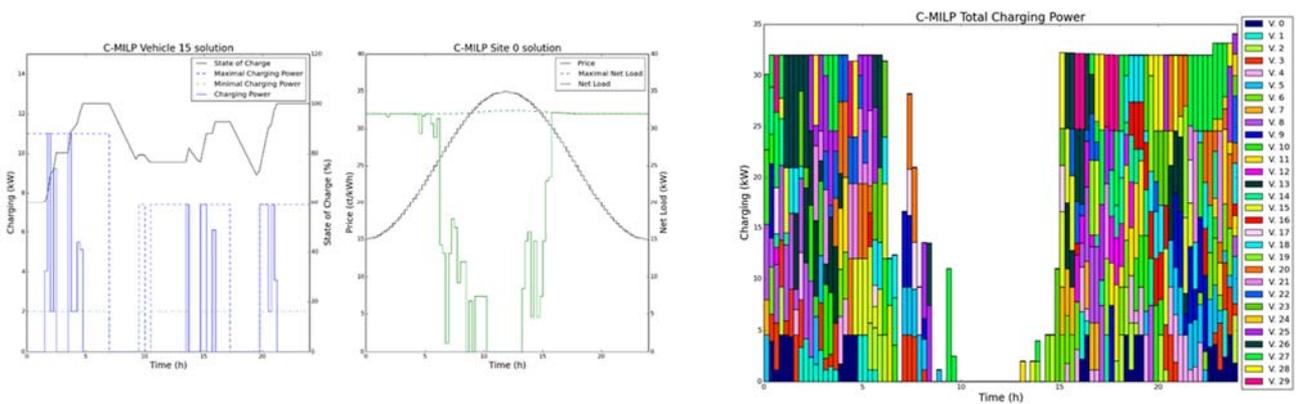


Abbildung 7: Visualisierung der Ladepläne eines Fuhrparks mit 30 Fahrzeugen unter Berücksichtigung der Systemgrenzen

Ziel: Entwicklung eines Lösungsbündels für die Planung und den Aufbau von Elektrofuhrparks

Die Arbeitspakete der AP 2.2 und AP 3.2 mit dem thematischen Fokus des Aufbaus und Planung von elektrisch betriebenen Fuhrparks wurde als Unterauftrag an die Hochschule Esslingen (HSE) vergeben. Die HSE hat die Arbeitspakete in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAO bearbeitet. Für das Fraunhofer IAO war die

enge Zusammenarbeit wichtig, um die Ergebnisse des Verbundprojektes in Bezug auf die Gesamtarchitektur und die Integration von Softwaretechnischen Komponenten, direkt in die Ergebnisse der HSE einfließen zu lassen.

Ergebnis E.2.2 Bericht „Konzeption Auslegung und Optimierung Flotte/Infrastruktur

Als Ergebnis des AP 2.2 wurde ein Konzept für eine Softwarekomponente erarbeitet, die es Unternehmen ermöglicht basierend auf den vorhandenen Fuhrparknutzungsdaten in Form von (digitalisierten) Fahrtenbüchern oder später in Form von in eMobility-Scout getätigten Fahrzeugbuchungen kontinuierlich den gesamten Fuhrpark auf das Elektrifizierungspotential zu untersuchen und passende elektrische Fahrzeuge vorzuschlagen. Im Rahmen der Konzeptionsphase war es erforderlich die benötigten Datenmodelle zu definieren und potentielle Datenquellen für die Modelldaten zu identifizieren. Im Rahmen von Nutzerbefragungen mit den Pilotpartner BVG als auch weiteren externen, nicht an dem Verbundprojekt beteiligten Unternehmen, wurden die Bedarfe der Unternehmen abgefragt und das erstellte Konzept für die Nutzerführung und die inhaltliche Gestaltung sowie Funktionalitäten, in einem agilen, iterativen Prozess, validiert und angepasst. Das fertige Konzept für die Umsetzung der benötigten Komponente, entspricht dem Ergebnisbericht E.2.2.

Ergebnis E.3.2 Aggregiertes Funktionsmodell „Auslegung und Optimierung Flotte/Infrastruktur“

Im AP 3.2 wurde das in AP2.2 ausgearbeitete Konzept in Form eines Funktionsmodellprototypen, nachfolgendend „Fleet-Optilyzer“ genannt, umgesetzt. Der in einer Microservice-basierten Softwarearchitektur gebaut und über die im Verbundprojekt abgestimmten Schnittstellen in das eMobility-Scout Gesamtsystem integriert. Der 5-stufige Prozesse ist in der Abbildung 8 dargestellt.

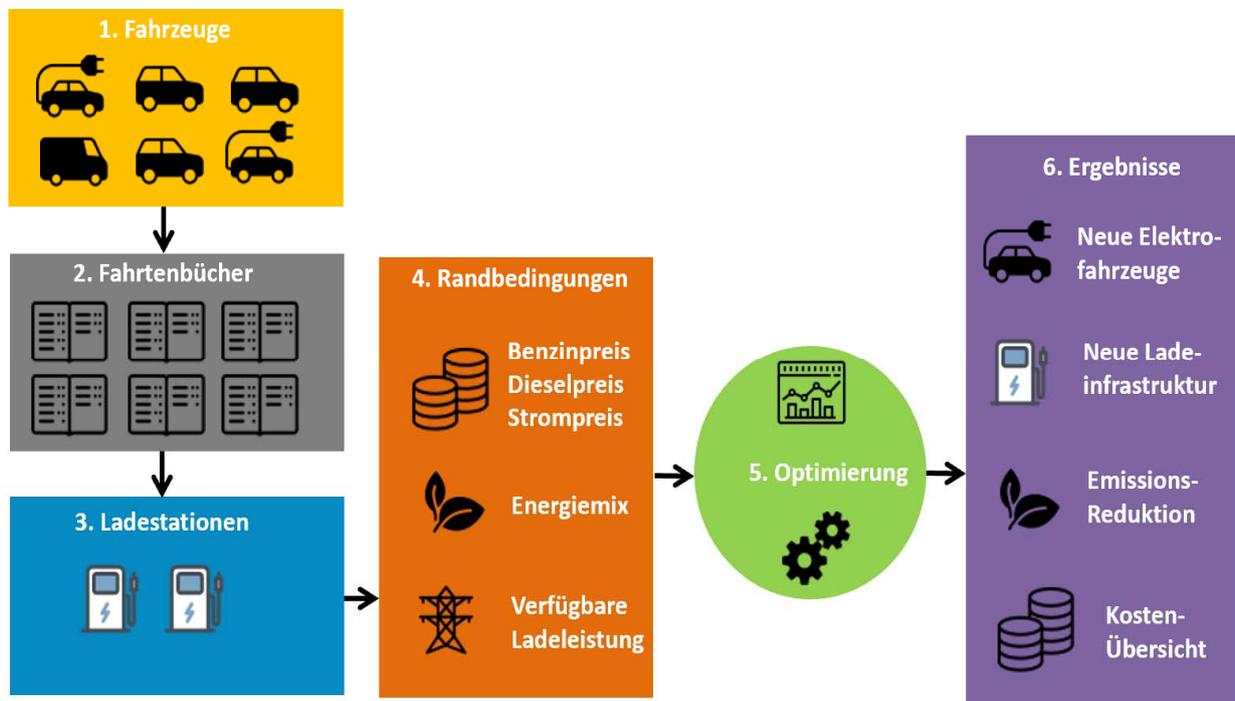


Abbildung 8: Vorgehensweise des Fleet Optilyzers

Im ersten Schritt muss über die bereitgestellten Schnittstellen eine Flotte aufgebaut werden. Dabei gibt es entweder die Möglichkeit, eine Liste von Fahrzeugen in einer CSV-Datei hochzuladen, oder Fahrzeuge von

Hand in die Flotte zu integrieren. Das Frontend stellt für beide Fälle Benutzeroberflächen bereit. Der einfachste und bequemste Weg ist, die Flottendaten direkt aus der eMobility - Scout Plattform in den Fleet Optimizer zu importieren. Hierzu steht zu Beginn des Workflows für den Nutzer ein Button bereit, mit dem sämtliche Flottendaten in den Fleet Optimizer übertragen werden können.

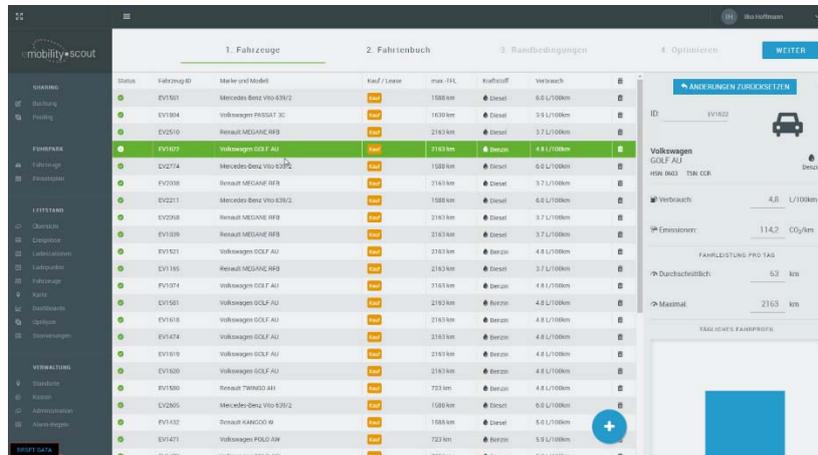


Abbildung 9: Fahrzeugeleiste mit Editor (rechts)

Falls die oben beschriebene Importfunktion nicht genutzt wird, kann der Fleet Optimizer auch als Standalone – Tool genutzt werden. Hierzu können die Flottendaten entweder manuell eingetragen (wie in Kapitel 2.3.1.3 beschrieben) oder mit Hilfe einer CSV - Tabelle eingelesen werden.

Alternativ zur eMobility-Scout Importfunktion und zum Hochladen einer CSV-Datei, lassen sich Fahrzeuge auch von Hand hinzufügen. Dies bietet sich vor allem für sehr kleine Flotten an, in denen die Präparation der CSV-Datei mindestens genauso lange dauert, wie das einfache Hinzufügen der Fahrzeuge von Hand.

Hat der Nutzer seine Flotte aufgebaut, das heißt es existiert mindestens ein Pool mit mindestens einem Fahrzeug, so kann er zum zweiten Schritt übergehen, nämlich dem Hochladen einer Fahrtenliste. Fahrtenlisten werden dabei poolweise hochgeladen, also immer für einen gesamten Pool.

Der Schritt des Hochladens einer Fahrtenliste ist allerdings optional und lässt sich überspringen. Dazu muss dieser Schritt im Frontend bewusst zum Überspringen markiert werden, damit sich der Nutzer im Klaren darüber ist, dass er hier Optimierungspotenzial liegen lässt. Wird er übersprungen, kann sofort zur Optimierung übergegangen werden. In der Optimierung werden dann statt einer echten Fahrtenliste, die Fahrprofile der Fahrzeuge genutzt.

Input Pool:

Anzahl an Fahrzeugen: 20
Emissionen: 68,47 t CO₂/Jahr
Kraftstoff-Verbrauch: 27389 L/Jahr
Strom-Verbrauch: 0 kWh/Jahr
Fix-Kosten: 53261 €/Jahr
Anschaffungs-Kosten: 572894 €
Restwert-Einkünfte: 192705 €

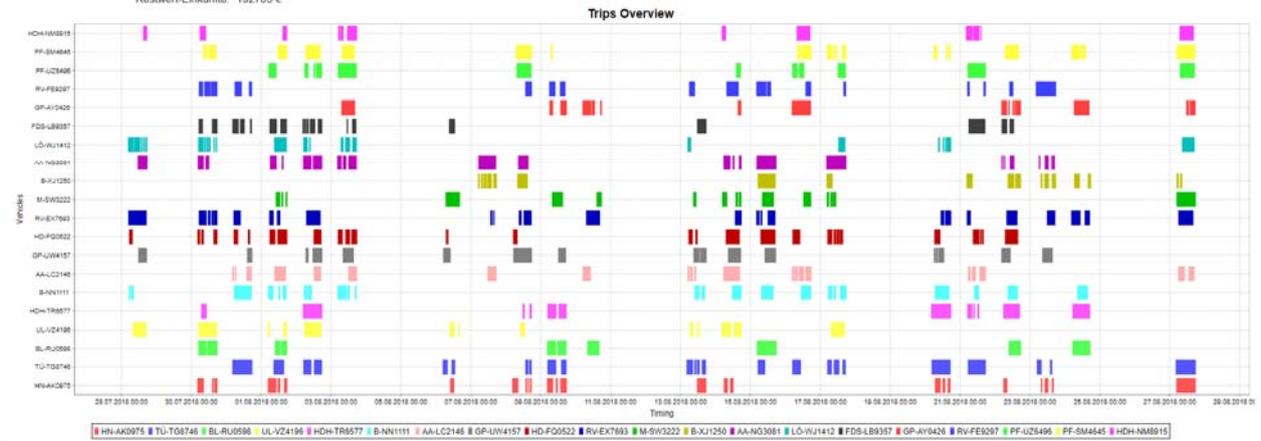


Abbildung 10: Grafische Darstellung der Fahrtenbucheinträge für jedes Fahrzeug als Eingangsdatensatz

Hat der Nutzer seine Flotte aufgebaut und eine Fahrtenliste hochgeladen, oder diesen Schritt zum Überspringen markiert, kann eine Optimierung gestartet werden.

Optimierungen werden standortweise durchgeführt. Das bedeutet, dass immer nur ein ganzer Standort auf einmal optimiert werden kann. Ein einzelner Pool eines Standorts kann nicht unabhängig optimiert werden. Verschiedene Standorte sind, was die Optimierung betrifft, vollkommen unabhängig voneinander, und lassen sich deshalb auch unabhängig voneinander optimieren.

Der Grund für die Optimierung nach ganzen Standorten ist, dass davon ausgegangen wird, dass die Ladesäulen an einem Standort, von allen Pools gemeinsam zum Laden genutzt werden, und nicht jeder Pool seine eigene Sammlung an Ladesäulen bekommt.

Nachdem eine Optimierung für einen Standort erfolgreich abgeschlossen wurde, können die Ergebnisse angesehen werden. Die Ergebnisdarstellung ist in den nachfolgenden Abbildungen, Abbildung 10 bis Abbildung 11 zu sehen.

Abbildung 13 zu sehen.

Ein Optimierungsergebnis enthält mehrere Ergebnisse, jeweils mit unterschiedlicher Gewichtung zwischen Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit. Der Nutzer kann zwischen den Ergebnissen mit Hilfe eines Sliders wechseln. Wichtig für das Ergebnis ist die „total cost of ownership“, (TCO). Dahinter stecken die einmaligen Anschaffungskosten, die laufenden jährlichen Fixkosten sowie die Betriebskosten des Fuhrparks.

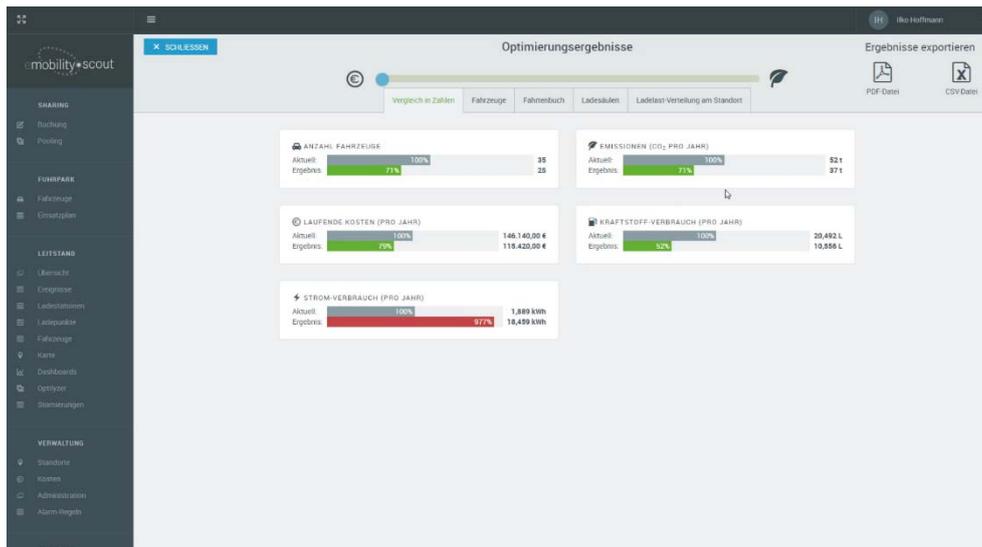


Abbildung 11: Optimierungsergebnisse - Übersicht

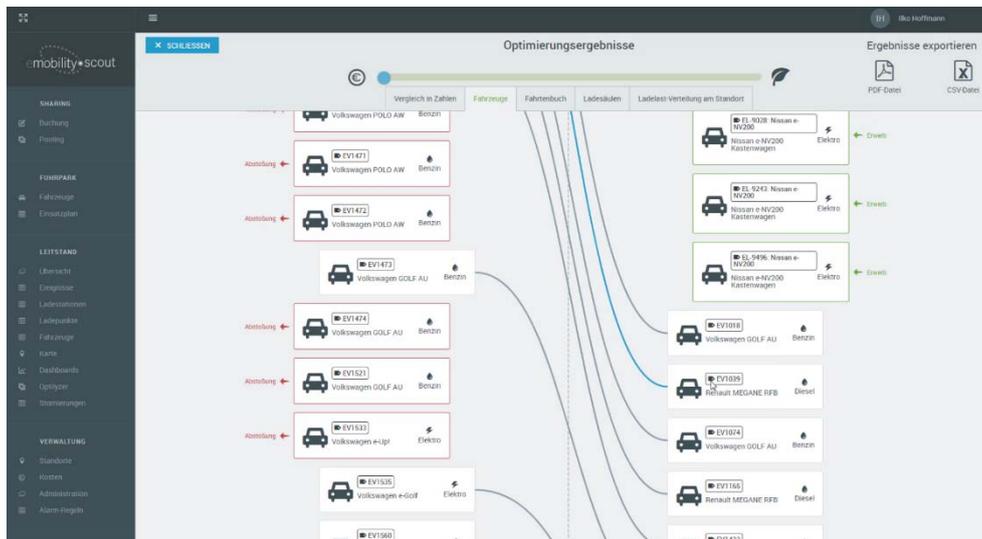


Abbildung 12: Optimierungsergebnisse – Darstellung Input - Pool und optimierter Pool



Abbildung 13: Optimierungsergebnisse – Darstellung der optimierten Fahrtenverteilung

Neben der Betrachtung der Fahrzeugflotte und deren Zusammensetzung, wird zusätzlich die zum jeweiligen Zeitpunkt anliegende Last am Standort betrachtet. Wird die vorgegebene Last am Standort zu einem Zeitpunkt überschritten, ist dies keine gültige Lösung für den Optimierer. Dadurch kann vermieden werden Fahrzeuge in einer Art zu ersetzen, die eine zu große Gleichzeitigkeit am Haus- bzw. Netzanschluss des Flottenstandorts erzeugen.

Ziel: Entwicklung von Abrechnungsverfahren beim Sharing von Infrastrukturen

Im Rahmen der AP 2.4 und 3.4 sollte ein Teilen der Ladeinfrastruktur ermöglicht werden. Hierzu sollte unternehmenseigene Ladeinfrastruktur anderen Nutzergruppen zur Verfügung gestellt werden und die von anderen Ladestationsbetreibern von der unternehmenseigenen Fahrzeugflotte genutzt werden können. Beide Anwendungsszenarien entsprechen dem Konzept des „Roamings von Ladeinfrastruktur“. Dafür war es notwendig als Teil der ganzheitlichen E-Mobilitätsplattform auch ein Abrechnungsverfahren umzusetzen.

Ergebnis E.2.4 Bericht „Konzeption Sharing Infrastruktur“

Als Teil des Arbeitspakets AP2.4 wurde zusammen mit dem Partner IN ein Konzept zur Realisierung dieses Ziels erstellt. Das Konzept enthielt, vergleichbar mit den anderen Konzepten die Trennung der Prozess-Verantwortlichkeiten zwischen den Partnern. Das Fraunhofer IAO war hierbei für die Tarifierung, die Abrechnung und die Rechnungs-Erstellung zuständig. Dazu wurden im Rahmen des Konzeptes Schnittstellen und Datenmodelle untersucht, die diese Prozesse ermöglichen. Zusätzlich wurde ein Konzept für die Integration der Roaming-Plattform e-Clearing.net über das OCHP-Protokoll erstellt.

Ergebnis E.3.4 Aggregiertes Funktionsmodell „Sharing Infrastruktur“

Das Funktionsmodell Sharing Infrastruktur wurde vom Fraunhofer IAO in der Form drei verschiedener Webservice-basierten Diensten mit REST-Schnittstellen umgesetzt. Dazu zählte ein Abrechnungsservice zur Erstellung von Rechnungen in Form von PDF-Dateien basierend auf Ladetransaktions-Records (Charge Data Records, kurz CDR) und vorgegebenen Ladetarife, die über einen separaten Dienst des Fraunhofer IAO bezogen und verwaltet werden konnte. Zusätzlich dazu, wurde die Plattform e-Clearing.net prototypisch angebunden und gegen deren Qualifizierungs-Server zur Identifikation von Fehlern bei der Software-

Entwicklung evaluiert. Es konnte gezeigt werden, dass über das Aggregierte Funktionsmodell Ladetransaktions-Records von anderen CPO und EMPs bezogen werden konnten, und eigene, selbst erstellte Transaktions-Daten an die Plattform übertragen werden konnten. Damit konnte die Integration in die Gesamtanwendung nach dem vorherigen Konzept erfolgreich verifiziert werden.

Übergreifende Arbeiten

Neben den durch die Ziele in der Teilvorhabensbeschreibung (TVB) definierten Arbeitspakete, wurden weitere Arbeitspakete im Rahmen des Verbundprojekts vom Fraunhofer IAO bearbeitet.

Ergebnis E.3.9 Gesamtdemonstrator eMobility-Scout

Unter dem Ergebnis des Gesamtdemonstrator eMobility-Scout kann man alle notwendigen Aktivitäten der Zurverfügungstellung der eMobility-Scout Anwendung zusammenfassen. Darunter fallen einerseits die im Projektzeitraum gewonnenen Soft-Skills, sowie die softwaretechnische Implementierung und Integration der einzelnen Komponenten zu einem großen funktionalen und für den Nutzer auch nutzbaren Softwaresystem als web-basierte Anwendung.

Dafür wurde einerseits Know-How im Bereich der Scrum aufgebaut. Zusammen mit den Partnern im Projekt wurde das Vorgehensmodell Scrum als Grundlage für den Softwareentwicklungsprozess gewählt. Das Fraunhofer IAO setzte bereits zuvor in Studienprojekten, zusammen mit den Studenten, in der Lehre dieses Vorgehensmodell erfolgreich ein. Hierbei wurde aber nur die Rolle des Product Owners durch das Fraunhofer IAO eingenommen. Damit auch das Projektmanagement und die Softwareentwicklung unter den Scrum Gesichtspunkten durchgeführt werden konnte, haben alle Projektmitarbeiter an einer Scrum-Master Schulung teilgenommen, um als Scrum-Master zertifiziert zu werden. Im Rahmen des Projekts konnte gelernt werden wie Scrum als Vorgehensmodell in den „Forschungsalltag“ integriert werden kann und welche Herausforderungen sich dadurch ergeben. Da das Fraunhofer IAO durch seine Tätigkeiten als Forschungseinrichtung keine Erfahrung in der klassischen produkt-orientierten Softwareentwicklung mit echten Kunden hat, konnten hierdurch wertvolle Erfahrungen und Techniken erlernt, erprobt und umgesetzt werden, die für die Arbeit am Projekt eMobility-Scout und ähnliche Nachfolgeprojekte sehr wertvoll sind.

Für die Bereitstellung einer Gesamtanwendung als Gesamtdemonstrator hat das Fraunhofer IAO zusammen mit den technischen Partnern Carano und In GmbH die technischen Voraussetzungen geschaffen, die Anwendung als eine web-basierte Anwendung an den Kunden unter der Sub-Domain „test.emobilityscout.de“ auszuliefern. Dabei wurden die jeweils einzelne Anwendung der Partner als Module gemeinsam und durch intelligent gestaltete Übergänge als ein Gesamtdemonstrator den Testnutzern zur Verfügung gestellt. (siehe Ergebnis E.3.1).

Ergebnis E.4.3 Bericht „Technische Pilotierung Flughafen Stuttgart“

Im Arbeitspaket „Technische Pilotierung Flughafen Stuttgart“ war eine prototypische Anwendung und Evaluation der eMobility-Scout Plattform geplant. Unter anderem sollte hierbei die bereits existierende Elektrofahrzeugflotte in die Plattform eingebunden und verwaltet werden. Ein Großteil der am Flughafen bereits bestehenden Ladeinfrastruktur unterstützte keine gängigen Standards (s. OCPP 1.5 oder höher). Die Steuerung der Elektrobusflotte basiert auf einer kundenspezifisch, für diesen Flughafen-Anwendungsfall entwickelten Siemens „Twin“ Schnellladestation. Diese Ladestation kann nur über eine Siemens S7 Steuerung

integriert werden. Dies war nicht Teil des Projekts. Dies erforderte eine Anpassung der ursprünglich geplanten Arbeiten.

Zusammen mit dem Flughafen Stuttgart wurden im Projektverlauf im Rahmen von Arbeitstreffen die für Sie relevanten Software-Komponenten der Plattform identifiziert. Zusammen mit der IN-GmbH hat das Fraunhofer IAO unterstützt die bereits am Flughafen Stuttgart auf dem öffentlichen Gelände (vor dem Terminal) installierten Ladestationen mit SIM-Karten zu bestücken und die Konnektivität zum im Projekt bereitgestellten Ladestations-Backend herzustellen.

Das Fraunhofer IAO hat die Evaluation der Ladestationssteuerung und Ladeplanoptimierung anhand einer Referenzimplementierung am eigenen Standort dem Fraunhofer Institutscampus Stuttgart durchgeführt. Dazu wurde ein Projektfahrzeug eingesetzt, das eine 3-phasige Ladung mit bis zu 11 kW Gesamtleistung durchführen konnte. Das Fahrzeug konnte mit den vor Ort installierten Ladestationen, über eine herstellereinspezifische Anpassung des OCPP 1.5 Kommunikationsprotokolls, gesteuert geladen werden. Die Steuerung der Ladevorgänge durch vorgegebene Ladepläne konnte erfolgreich anhand der dort bereits vorhandenen steuerbaren Ladeinfrastruktur gezeigt werden. Dabei kamen die gleichen Komponenten wie die am Flughafen Stuttgart zum Einsatz. Alle an diesem AP beteiligten technischen Partner konnten damit die Einsatzfähigkeit Ihrer Komponenten auch in anderen Anwendungsszenarien zeigen.



Abbildung 14 – Flughafen Stuttgart Stromtankstellen im halböffentlichen Bereich

Ergebnis E.6 Bericht "Betriebs- und Geschäftsmodelle"

Im Rahmen des Arbeitspakets 6 hat das Fraunhofer IAO die Geschäftsmodelle im Bereich von Software- und Cloud-Anwendungen für eine ganzheitliche Elektromobilitätsplattform untersucht. Dabei wurde in einer Kooperation mit einem Studentenprojekt an der ebenfalls in Stuttgart angesiedelten Universität Hohenheim, Stuttgart, die möglichen Geschäftsmodelle einer solchen Plattform untersucht, bereits im Markt agierende Unternehmen identifiziert und deren Geschäftsmodelle anhand der Business-Model-Canvas Methodik betrachtet. Der offene Ansatz der Plattform bzw. der als ganzheitliches Rahmensystem konzipierten Architektur konnte als erfolgsversprechend und skalierbare Möglichkeit gesehen werden. Eine vergleichbare Lösung ist bis Erstellungszeitpunkt des Schlussberichts nicht auf dem Markt vertreten.

Ergebnis E.7 Bericht "Compliance, Datenschutz und Recht"

Das Fraunhofer IAO hat im Rahmen des AP 7 vor allem die Implikationen der eintretenden DSGVO untersucht. Das Inkrafttreten der DSGVO hatte zur Folge, dass die vom Fraunhofer IAO bereitgestellten Softwarekomponenten in der Fraunhofer Gesellschaft zentral registriert werden mussten und entsprechende interne Dokumentationspflichten auferlegt wurden. Des Weiteren hat sich das Projektteam des Fraunhofer IAO mit den notwendigen Anforderungen an die DSGVO beschäftigt um in Zukunft den Weiterbetrieb der prototypisch entwickelten Softwarekomponenten zu sichern. Zusätzlich dazu wurden die entwickelten Softwaresysteme auf deren Datensicherheit hin geprüft, da diese über das Internet den Partnern bereitgestellt werden.

Ergebnis E.8 Zusammenarbeit mit Begleitforschung und anderen Projekten

Im Projektverlauf hat das Fraunhofer IAO an diversen Veranstaltungen im Rahmen der Begleitforschung teilgenommen. Dabei wurden Veranstaltungen der Arbeitsgruppen und Taskforces, (Normung, „Zentral verfügbare Emobility-Dateninfrastruktur“, „Wirtschaftliche Relevanz vernetzter AC/DC Ladeinfrastrukturteilnehmen“, „Recht“, „Lastmanagement“) besucht und die in dem Projektverlauf gewonnene Expertise eingebracht.

Zusätzlich dazu hat das Fraunhofer IAO an dem projektübergreifenden Austausch im Förderprogramm IKT EM3 in Illmenau teilgenommen und die bis dahin vorhandenen Erkenntnisse im Projekt mit den Teilnehmern und anderen Konsortien geteilt.

Auch andere Veranstaltungen der Begleitforschung (Innovations(t)raum, Auftaktveranstaltungen) hat das Fraunhofer IAO besucht und stets aktiv daran teilgenommen.

Dadurch konnten oft neue Erkenntnisse gewonnen und im Gesamtvorhaben eingebracht werden.

Ergebnis E.9.1 Bericht „eMobility-Scout Öffentlichkeitsarbeit“

Das Fraunhofer IAO war für die Verbreitung im Teilprojekt und in Kooperation mit dem Projektpartner Carano auch für die Verbreitung im Gesamtprojekt zuständig. Als Teil dieses Arbeitspakets wurde ein Kommunikationskonzept mit Zuarbeit des IAO ausgearbeitet.

Um den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in Richtung Öffentlichkeit und weiterer relevanter Stakeholder zu gewährleisten, wurden verschiedene Kommunikationskanäle durch das IAO bespielt. In der Kooperation mit Carano ist das IAO zuständig für die Projektwebsite und einen Twitter Account (Twitter Account Handle: @eMobilityScout). Die Projektwebsite wurde vom IAO entworfen, gehostet, gewartet und laufend mit Informationen über das Projekt, projektrelevante Neuigkeiten, Veranstaltungen, Publikationen etc. aktualisiert. Für die Repräsentation des Projekts auf Veranstaltungen hat das Fraunhofer IAO ein Konzept für ein Roll-up erarbeitet und realisieren lassen.

Ergebnis E.9.2 Bericht Anwendertreffen

Im Rahmen des Arbeitspakets 9.2 „Anwenderkreis“ hat das Fraunhofer IAO den 2. Anwenderkreis „eMobility-Scout“ in Stuttgart in seinen Räumlichkeiten ausgerichtet. Dazu hat das Fraunhofer IAO einen Vortrag mit dem Titel „Operative Steuerung: Fuhrparkeinsatzplanung für E-Fahrzeuge“ beigetragen. Dies sollte dazu beitragen, die wissenschaftlichen Inhalte und Notwendigkeit von Fuhrparkeinsatzplänen an interessierte Unternehmen zu kommunizieren und Ausblick auf die zu erwartenden Projekthinhalte geben. Das Fraunhofer IAO hat als Teil des Verbundprojekts an allen Anwenderkreistreffen teilgenommen.

An der „eMS-Roadshow“, welche nach dem offiziellen Projektende Ende 2018 im April 2019 in Berlin durchgeführt wurde, hat das Fraunhofer IAO teilgenommen und einen Beitrag mit dem Titel „Prognosebasiertes Lade- und Lastmanagement für Elektrofahrzeugflotten“ als Ergebnis der Projekteinhalte beigesteuert. Damit konnte das Fraunhofer IAO die im Rahmen des Verbundprojekts untersuchten Kernkomponenten und Erkenntnisse einer Öffentlichkeit vorstellen.

Ergebnis E.10 Projektmanagement

Im Rahmen des Projektmanagements hat das IAO die als AP-Manager zugewiesenen Arbeitspakete technisch und organisatorisch geleitet. Die Unterstützung der Vorbereitung und Durchführung der Projektabstimmungen gehört zu den regelmäßigen Tätigkeiten. Das IAO hat bei der Ausarbeitung Arbeitspaketergebnisse unterstützt und Eine Projektmanagementplattform für die Koordination von Projektpartner übergreifenden Aufgaben (Ticketsystem) und die Informationsverbreitung auf Basis von der Softwareanwendung „Redmine“ bereitgestellt.

2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Den bewilligten Personalkosten von 1.306.723,86 € sowie den veranschlagten Reisekosten in Höhe von 43.350,00 € stehen zum Zeitpunkt der Berichtserstattung in der Endabrechnung tatsächliche Personalausgaben in Höhe von 1.383.191,83 € sowie Reisekosten in Höhe von 22.580,90 € gegenüber.

Mit dem für Unteraufträge kalkulierten Posten von 133.000 € wurde ein Unterauftrag in Höhe von 132.919 € zzgl. MWSt in Höhe von 25.254,62 € an die Hochschule Esslingen vergeben.

Insgesamt stehen den ursprünglich geplanten Kosten in Höhe von 1.397.714,90 € tatsächliche Ausgaben in Höhe von 1.397.467,57 € gegenüber.

Einen detaillierten zahlenmäßigen Nachweis mit der genauen Aufschlüsselung der einzelnen Positionen erhalten Sie gesondert zu diesem Dokument aus zentraler Stelle in unserem Hause und sollte zum Zeitpunkt dieser Berichtsanzfertigung bereits vorliegen.

2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die in eMobility-Scout betrachteten thematischen Schwerpunkte der Elektromobilität in Kombination mit weitreichenden Cloudbasierten Lösungskonzepten unter Einbeziehung der Digitalisierung aller in diesem Kontext stehender Prozesse in Unternehmen, sind in dieser Form auch nach Projektende noch einmalig.

Bezüglich des Einsatzes von gewerblichen Elektrofahrzeugflotten, existieren keine geeigneten IKT-Lösungen und auch nach Projektende wenig entsprechende Anwendererfahrungen. Im Projekt mussten anders als erwartet noch viele neue technische und organisatorische Fragestellungen untersucht werden und falls nicht lösbar Alternativen zu diesen gefunden werden.

Um diese Fragestellungen zu beantworten, war es definitiv notwendig, ohne direkten Kundenauftrag, z.B. eines großen Unternehmens, eine innovative IKT-Lösung zu erarbeiten. Forschungs-, Entwicklungs- und Integrationsaufwände für die einzusetzenden Technologien und angestrebten Lösungen waren erheblich und konnten weder von den zukünftigen Anwendern noch von den Technologieanbietern aus eigener Kraft geleistet werden.

Gleichzeitig ist festzustellen, dass das Fraunhofer-Institut nicht alleine in der Lage gewesen wäre, dieses Vorhaben durchzuführen, weder aus finanztechnischen Gründen noch im Hinblick auf das erforderliche technische und organisatorische Know-how, da das gemeinsame Know-how des Projektkonsortiums für die erfolgreiche Durchführung des Gesamtprojektes erforderlich war.

Aufgrund dieser Erfordernisse, Risiken und des erheblichen Investitionsbedarfs war eine Zuwendung Dringend notwendig, damit der Antragsteller das Vorhaben in der Lage war durchzuführen.

2.4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung

Lfd. Nr.	Verwertungsaktivität (geplante / realisierte Verwertung)	Zeithorizont
1	<p>Anforderungen und Geschäftsprozesse im Management von Flotten und Energiesystemen</p> <p>Publikation für eine breite Öffentlichkeit, beispielsweise als Studie, in einer Fachzeitschrift, etc.</p>	
2	<p>Methoden und Technologien zur Planung und zum Aufbau von E-Fuhrparks und Infrastruktur</p> <p>Wissenschaftliche Verwertung in Form von Publikationen in Fachzeitschriften, Vorstellung des Vorhabens und der Ergebnisse auf Fachtagungen und Messen</p> <p>Schaffung von Dienstleistungs- und Beratungsangeboten für Fuhrparkbetreiber und die Automobilindustrie</p> <p>Eigene Nutzung in weiteren Industrie- und Forschungsprojekten.</p>	<p>Ab Projektmonat</p> <p>12 fortlaufend</p>
3	<p>Ganzheitliches Rahmensystem</p>	<p>2 Jahre</p>

	<p>und Basisarchitektur für Elektromobilität und Energie</p> <p>Verwertung der Ergebnisse durch die Industriepartnerunternehmen (u.a. Projektpartner Carano);</p> <p>Publikation in Fachzeitschriften, Präsentation der Ergebnisse auf eigenen und ext. Veranstaltungen; Transfer in Bildung (Vorlesungen an Hochschulen);</p> <p>Weiterentwicklung zu Softwarekomponenten, die als Produkt vermarktet oder der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden können;</p> <p>Eigene Nutzung in weiteren Industrie- und Forschungsprojekten.</p> <p>Projektvorstellung (Vortrag) vor chinesischer Delegation Vorträge (2 mal)</p> <p>Publikation und Präsentation auf Konferenz EVS30, Stuttgart: "Microservice-Architecture - a Practical Approach to Developing a Distributed Heterogeneous-Fleet-Management-Platform"</p>	<p>In ersten Gesprächen mit potentiellen Industrie-Kunden, Einsatz im Projekt LamA</p> <p>Oktober 2016</p> <p>EVS30 von 9-11.10.2017</p>
4	<p>Methoden, Technologien und Funktionsmodelle für das übergreifende Energiemanagement</p> <p>Verwertung der Ergebnisse durch die Industriepartnerunternehmen (u.a. Projektpartner IN GmbH);</p> <p>Eigene Beratungsdienstleistungen für Anwender und Industrieunternehmen;</p> <p>Publikation in Fachzeitschriften, Präsentation der Ergebnisse auf eigenen und</p>	<p>2 Jahre</p> <p>In ersten Gesprächen mit potentiellen Industrie-Kunden, Einsatz der Ergebnisse im Forschungsprojekt LamA – Laden am Arbeitsplatz, Nutzung in der Lehre für Abschlussarbeiten</p>

	<p>ext. Veranstaltungen; Transfer in Bildung (Vorlesungen an Hochschulen);</p> <p>Eigene Nutzung in weiteren Industrie- und Forschungsprojekten.</p>	
5	<p>Methoden und Technologien für die Abrechnung geteilter-Infrastrukturen</p> <p>Verwertung der Ergebnisse durch die Industriepartnerunternehmen (u.a. Projektpartner IN GmbH);</p> <p>Lizensierung der Technologien</p> <p>Publikation in Fachzeitschriften, Präsentation der Ergebnisse auf eigenen und ext. Veranstaltungen; Transfer in Bildung (Vorlesungen an Hochschulen);</p> <p>Eigene Nutzung in weiteren Industrie- und Forschungsprojekten.</p>	
6	<p>Ergebnisse und Erkenntnisse aus Pilotversuch am Flughafen Stuttgart</p> <p>Publikation in Fachzeitschriften, Präsentation der Ergebnisse auf eigenen und ext. Veranstaltungen; Transfer in die Wirtschaft</p> <p>Eigene Nutzung in weiteren Industrie- und Forschungsprojekten.</p>	1 Jahr
7	<p>Standardisierungserfahrungen</p> <p>Publikation in Fachzeitschriften, Präsentation der Ergebnisse auf eigenen und ext. Veranstaltungen; Transfer in die</p>	<p>1 Jahr</p> <p>Publikation geplant (siehe Abschnitt 2.1 – E.5)</p>

	Wirtschaft Eigene Nutzung in weiteren Industrie- und Forschungsprojekten.	
8	Lehre und Transfer Studentenprojekt EMS für Studierende der Softwaretechnik am Institut IAT; Studentenprojekt EMS-Geschäftsmodelle und Öffentlichkeitsarbeit mit der Universität Hohenheim Studentenprojekt „Optimierungsumgebung“ für Studierende der Softwaretechnik am Institut IAT;	April 2016 – April 2017 Oktober 2016 – Jan 2017 April 2017 – Oktober 2017

2.4.1. Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte

Während des Projektlaufs wurden keine Erfindungen getätigt. Basierend auf den Ergebnissen und Erkenntnissen aus dem Projekt, wurde die Marke „ubstack“, unter dem amtlichen Aktenzeichen 30 2017 109 629.5 am 22. September 2017, als Wortmarke beim Deutschen Patent und Markenamt (DMPA) angemeldet.

2.4.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Nach Projektende werden die vom Fraunhofer IAO entwickelten Dienste, unter der Marke „ubstack“ als Teil einer Software-as-a-Service basierten Cloud-Plattform zusammengefasst. Services können somit einfach über die Cloud zur Verfügung gestellt werden. Die Multimandantenfähigkeit der einzelnen Komponenten macht dies für das Fraunhofer IAO wirtschaftlich möglich, da die Aufwände hierfür sehr gering sind und gleichzeitig eine stetige Weiterentwicklung der Software-Komponenten in Rahmen von neuen Projekten möglich ist. Es wird gegenwärtig geprüft für die Verwertung der gewonnenen Forschungsergebnisse vor allem im Bereich des gesteuerten, fahrplanbasierten Ladens eine Ausgründung als Spin-Off sinnvoll ist.

Wirtschaftlich hohe Erfolgsaussichten wird nach dem Projektende vor allem der Komponente der Ladeplan-Erstellung beigemessen. Die im Projekt eMobility-Scout entwickelte Cloudbasierte Lösung für das fahrplanbasierte Laden unterscheidet sich dabei stark von Konkurrenzlösungen wie bspw. der von dem Unternehmen „TheMobilityHouse“, die einen lokalen Ladesteuerungs-Controller am Ladestandort einsetzen. Die Cloudbasierte Lösung ist hierbei erwartungsgemäß einfacher für eine große Anzahl an Standorten skalierbarer und dadurch wirtschaftlicher einsetzbar, mit weniger Aufwand für den Kunden und gleichzeitig höherer Flexibilität.

Basierend auf den gewonnenen Ergebnissen im Projekt konnten die Konsortialpartner bereits wirtschaftliche Erfolge verzeichnen und die Ergebnisse aus der Forschung in die Wirtschaft übertragen.

2.4.3. Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende

Die wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten nach Projektende sind hervorragend. Das Projekt eMobility-Scout hat den Grundstein für die weitere strategische wissenschaftliche und wirtschaftliche Nutzung der beschriebenen Projektziele gelegt. Durch die Kapselung einzelner Funktionskomponenten in einer skalierbaren Form können diese in neuen Projekten auf einfache Art und Weise wiederverwendet

werden. Vor allem in weiteren wissenschaftlichen Forschungsprojekten bietet die Cloud-basierte Bereitstellung der Software über einfache REST-Schnittstellen perfekte Voraussetzungen, die Forschungsergebnisse anderen Partnern zur Verfügung zu stellen.

Nach der erfolgreichen Zusammenarbeit mit der Hochschule Esslingen im Bereich des „Optilyzer“-Fuhrparkoptimierers soll auch die technische Kompetenz wiederverwendet und im Rahmen zukünftiger gemeinsamer Forschungsprojekte weiter ausgebaut werden.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist für das Fraunhofer IAO vor allem der thematische Schwerpunkt des entwickelten Vorgehensmodells für die modellbasierte Optimierung komplexer Energiesysteme von großer Bedeutung und soll im Rahmen weiterer Projekte adressiert werden. Nur so kann eine einfache Integration von Smart Grids und beteiligten IoT-Komponenten, wie z.B. insbesondere vernetzte Fahrzeuge, wirtschaftlich integriert werden.

Auch das Thema gesteuertes Laden von Elektrofahrzeugflotten ist durch den Diesel-Skandal und damit verbundene Anreizsysteme für den Einsatz von Elektrofahrzeugen in der betrieblichen Mobilität von hoher Bedeutung, um Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen, ohne die daraus entstehenden Engpässe im Energieversorgungsnetz missachten zu müssen.

Derweil konnte das Fraunhofer IAO ein weiteres durch das BMWi gefördertes Anschlussprojekt, LamA – Laden am Arbeitsplatz, angehen. Weitere Skizzen für Anschlussprojekte in thematisch ähnlich gearteten Programmen sind bereits eingereicht oder aktuell in Ausarbeitung.

2.4.4. Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Telematik-Daten Bereitstellung aus den Fahrzeugen

Wie bereits im IKT 2 Programm, hat auch in diesem Projekt eMobility-Scout im Rahmen des IKT 3 Programms, die Schwäche von tragfähigen, wirtschaftlichen Lösungen zum Bezug von Fahrzeugzustandsdaten aufgezeigt. Leider konnten diese nur durch zusätzliche Einbauten erfasst und den Projektpartnern zur Verfügung gestellt werden. Im Projektverlauf konnte identifiziert werden, dass es hierzu bereits eine ISO Standardisierung (siehe ISO 20078) gibt, diese aber auch nur von einer kleinen Anzahl von OEMs unterstützt werden wird. Da die Bereitstellung von Zustandsdaten aus Fahrzeugen verschiedene neue Wertschöpfungsmöglichkeiten außerhalb der OEMs ermöglicht ist hier weitere Forschung erforderlich.

Netzintegration von Ladestandorten

Obwohl das Forschungsfeld des gesteuerten Ladens bereits seit einigen Jahren bearbeitet wird, gibt es in Bezug auf das Thema der Netzintegration von Ladestandorten viele ungeklärte Fragen. Bei Netzbetreibern, Anwendern und Flottenbetreibern. Vor allem bezieht sich dies auf die Bereitstellung von Netzkapazitäten aus übergeordneten Netzen, wie bspw. dem Verteilnetz. Hier sind die Verteilnetzbetreiber noch technologisch, als auch regulatorisch, nicht so weit fortgeschritten. Die Entwicklung der eMobility-Scout Plattform hat gezeigt, dass eine Vielzahl von neuen Marktakteuren Lösungen im Bereich der Elektromobilität und der Energie(systeme) entwickeln. Diese Lösungen müssen in Zukunft in Hinsicht auf das Thema der „Plattform-Ökonomien“ zusammenspielen, Daten austauschen und miteinander interagieren können. Mit dem zunehmenden Markthochlauf der Elektromobilität wird sich hierbei eine neue Dynamik entwickeln, die es

erfordert größere Ladestandorte mit intelligenten Ladelösungen auszustatten. Diese müssen sich mit dem Netzbetreiber austauschen um Netzkapazitäten zur Verfügung zu stellen.

Das Fraunhofer IAO ist hierbei proaktiv im Rahmen des BMWi geförderten Projektes LamA - Laden am Arbeitsplatz beteiligt, die notwendigen Prozesse und Systemarchitekturen zu optimieren und die Vorstellungen und Interessen der verschiedenen Stakeholder miteinander abzustimmen. Auch bei weiteren ähnlichen Projekten in Bezug auf die intelligente Steuerung von Energiesystemen wird das Fraunhofer IAO in Zukunft sein in eMobility-Scout gewonnenes Wissen einbringen und arbeitet zum Erstellungszeitpunkt dieses Berichts an weiteren Projektanträgen.

2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Der ZE verweist hier auf die Nennung der Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens im Konsortialbericht im gleichnamigen Kapitel.

2.6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

Die erfolgten und geplanten Veröffentlichungen sind im Konsortialbericht im gleichnamigen Kapitel beschrieben.

5. Liste der Veröffentlichungen

Die Liste der Veröffentlichungen ist zentral im Konsortialbericht erfasst.

6. Liste über Schutzrechtsanmeldungen

Die Liste der Schutzrechtsanmeldungen ist zentral im Konsortialbericht erfasst.

7. Indikatoren

Ziel:	Indikator / Kriterium:	Anzahl im Berichtsjahr
<u>Öffentliche Sichtbarkeit</u> der im Projekt entwickelten Lösungen in Fach-öffentlichkeit und Gesellschaft:	<ul style="list-style-type: none"> • Publikationen in national und international anerkannten Zeitschriften und Buch-Fachverlagen 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • Medienresonanz (Zeitungen, TV etc.) 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • eigene Newsletter, Flyer, Broschüren etc., 	10
	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentation der Projektergebnisse auf Messen, Kongressen, Workshops etc. 	4
	<ul style="list-style-type: none"> • Traffic auf Webseite / Zugriffszahlen 	112.462 unique IPs ¹
<u>Aus dem Projekt resultierende Innovationen:</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Prototypen und fortgeschrittene Demonstratoren 	6
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorprodukte 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • Pilotanwendungen 	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Plattformen 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • innovative Dienstleistungen, Prozesse, Produkte oder Geschäftsmodelle 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • Produktverbesserungen 	0
	<ul style="list-style-type: none"> • Standards 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • Patentanmeldungen und Patente 	0

¹ Ausgewertet aus dem Apache2 Acces-Log ausgelesene Unique Requests (Seitenaufrufe) mit IP-Filterung, ohne Filterung von Bots für den Zeitraum 2016-2018 (2016 = 21167; 2017 = 33760; 2018 = 57535)

Erhebliche <u>technische Vorteile</u> der entwickelten Lösungen gegenüber dem Stand der Technik	• nicht patentierbare Technologien (z.B. Algorithmen)	4
	• Gebrauchsmuster	0
	• Markenrechte	1
Durch das Projekt initiierte <u>Markterschließungsaktivitäten</u> , <u>Nachahmer- und Nachfolgeprojekte</u> oder <u>weiterführende Technologieentwicklungen</u> :	• Gründung von Innovationszentren	0
	• Community-Building im Umfeld der Förderung (neue Kooperationen mit Unternehmen, Forschungseinrichtungen oder Stärkung langfristiger Kooperationen)	0
	• Nachfolgeprojekte und Folgeinvestitionen	3
	• bekannt gewordene Nachahmer-Initiativen	0
Aus dem Förderprojekt (während oder nach Abschluss der Förderphase) resultierende <u>wirtschaftliche Erfolge</u> :	• Ausgründungen	0
	• neu geschaffene oder gesicherte Arbeitsplätze	0
	• neue Aufträge	0
	• Umsatzsteigerung	0
	• Verbesserung der Marktposition	0
	• neue Kunden bzw. Kundengruppen	0
	• Lizenzen	0
Vorliegen von <u>Risikostrategien</u> für den Umgang mit technischen und nicht-technologischen Entwicklungen (z. B. Rechtsrahmen, Preisverfall, fehlende Nutzerakzeptanz, Datensicherheitsprobleme usw.) für die Verwertungsphase des Projekts:	• Festlegung und Einhaltung von Meilensteinen	1
	• Bildung von Rückstellungen	0
	• Entwicklung von Alternativkonzepten und -technologien	1

Document control sheet

1. ISBN or ISSN n/a	2. Type of document Final Report
3. Title Final Report of the Fraunhofer IAO for their sub-project of eMobility-Scout – A holistic E-Mobility platform for commercial fleets with electric vehicles and shared infrastructures.	
4. Author(s) (family name, first name(s)) Ostermann, Julien Hoffmann, Ilko Stetter, Daniel	5. End of project December 2019
	6. Publication date June 2019
	7. Form of publication Document (PDF)
8. Performing organization(s) name, address Institution of the sub-project: Fraunhofer-IAO, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart All other institutions of the project: Carano Software Solutions GmbH, Alt Moabit 90, 10559 Berlin Berliner Verkehrsbetriebe, Holzmarktstraße 15-17, 10179 Berlin Fraunhofer-IAO, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart Technische Universität Dresden, Mommsenstr. 9, 01069 Dresden	9. Originator's report no.
	10. Reference no. 01 ME 15006D
	11. No. of pages 33
12. Sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Scharnhorststr. 34-37 10115 Berlin Postanschrift: 11019 Berlin	13. No. of references 0
	14. No. of tables 2
	15. No. of figures 14
16. Supplementary notes	
17. Presented at (title, place, date)	
18. Abstract In the context of E-Mobility, the project is about designing, implementing and evaluating a holistic IT platform for commercial fleets with electric vehicles and shared infrastructures. The goal is to optimize the use of these resources through an IT platform. The platform intends to give monetary and ecological incentives to “electrify” commercially used vehicle fleets. Using an agile approach, an IT platform was implemented that follows state-of-the-art design paradigms: The platform is open, distributed, multi-tenancy enabled, cloud-enabled and service-oriented. With the main partner <i>BVG</i> and the associated partner, <i>Airport Stuttgart</i> the platform was rolled out, piloted and evaluated. The corresponding results – from the Fraunhofer IAO’s sub-projects point-of-view – are documented in this Final Report.	
19. Keywords E-Mobility, Fleet Management, Energy Management, Smart Charging, Charging Infrastructure, Fleet Optimization, Energy Optimization, Building Control, Vehicle Telemetry, OBU, OCPP, Roaming	
20. Publisher	21. Price