

Forschungscampus Mobility2Grid

Energiewende und Elektromobilität in vernetzten und urbanen Arealen

Abschlussbericht

Themenfeld 6: Digitale Räume

FZI Forschungszentrum Informatik

Roman Pilipchuk, Luise Kranich

Stand: [31.05.2021]



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Förderkennzeichen: 03SF0522A

Laufzeit des Vorhabens: 60 Monate

Berichtszeitraum: Januar 2016 - Dezember 2020

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Inhalt

Vorwort: Ergebnisse und Gesamtziele des Verbundprojekts	2
I. Kurz Darstellung	3
1. Aufgabenstellung.....	3
2. Vorhabensvoraussetzungen	5
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	6
4. Anknüpfung an den wissenschaftlichen und technischen Stand	7
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	14
II. Eingehende Darstellung	15
1. Verwendung der Zuwendungen und erzielte Ergebnisse	15
2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	22
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	22
4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung	23
5. Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens von dritter Seite.....	24
6. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse	24

Vorwort: Ergebnisse und Gesamtziele des Verbundprojekts

Vorangegangene Forschungsarbeiten im Bereich der digitalen Plattformen haben sich überwiegend mit dem Thema Daten beschäftigt oder waren industriegetriebene, proprietäre Lösungen, welche nicht offen für alle Teilnehmer*innen waren. Parallel dazu entstand durch die Energie- und Mobilitätswende ein Zusammenwachsen der Sektoren der erneuerbaren Energien und der Mobilität. So stieg auch der besondere Bedarf nach einer Integration der Dienste zwischen den Sektoren, um die Herausforderungen der Energie- und Mobilitätswende durch eine Verknüpfung bestehender Dienste zu neuen Mehrwertdiensten zu überwinden.

Das Verbundprojekt Themenfeld 6 „Digitale Räume“ widmete sich diesen Herausforderungen und erforschte wissenschaftliche Fragestellungen mit dem Ansatz einer offenen digitalen Plattform. Diese fungiert als Marktplatz, um die Verknüpfung von Diensten aus Energie und Mobilität zu neuen und innovativen Mehrwertdiensten zu realisieren und auf diesem Wege die Energie- und Mobilitätswende digital zu unterstützen. Innerhalb des Themenfelds widmeten sich die Projektpartner den folgenden thematischen Schwerpunkten:

- Der Entwicklung einer offenen digitalen Plattform zur Erforschung von Forschungsfragen rund um die Verknüpfung digitaler Dienste aus den Sektoren Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit zu Mehrwertdiensten
- Der Erforschung diverser Fragestellungen zu IT-Qualitätsattributen (z.B. IT-Sicherheit, Datenschutz, Plattformarchitektur) einer offenen digitalen Plattform als Marktplatz für Mehrwertdienste in den Bereichen Energie und Mobilität
- Der partizipativen Erforschung neuer Mehrwertdienste, gemeinsam mit den verschiedenen Stakeholdern in Expertenrunden der Research & Technical Development Labs (R&TD-Labs)
- Der Erprobung, Optimierung und Evaluierung neuer Prozesse der IT-Entwicklung durch partizipative Ansätze
- Dem Transfer gewonnener wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Forschung, Lehre und Industrie

Die beteiligten Projektpartner FZI Forschungszentrum Informatik, DAI-Labor, EICT European Center for Information and Communication Technologies und InnoZ Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel weisen alle eine umfangreiche Historie an erfolgreich durchgeführten Projekten sowie die benötigte Expertise auf. So konnte das Verbundprojekt über die Projektlaufzeit alle 20 Meilensteine erfolgreich abschließen und die gewonnenen, wissenschaftlichen Ergebnisse in zahlreichen wissenschaftlichen und öffentlichen Publikationen, auf Konferenzen, Messen und in Lehrveranstaltungen an Forschung und Industrie weitergeben. Mit der entwickelten M2G-Plattform¹ konnten wissenschaftlichen Fragestellungen zur Plattform sowie zu den Mehrwertdiensten erfolgreich erforscht und erprobt werden. An dieser Stelle sollen kurz die *Highlights* der Arbeiten im Themenfeld 6 genannt werden, auf die im folgenden Bericht sowie in den Abschlussberichten der weiteren Themenfeldpartner eingehender eingegangen wird. Über die Projektlaufzeit wurden in mehreren Runden die sogenannten R&TD-Labs durchgeführt, bei denen gemeinsam mit diversen Expertinnen und Experten an Blaupausen für innovative Mehrwertdienste gearbeitet wurde. In Kooperation mit dem Themenfeld 2 „Smart Grid Infrastrukturen“ sowie dem Querschnittsfeld 7 „Betrieb und Verwertung“ wurde ein prototypischer Mehrwertdienst namens CampusNavi² entwickelt und erforscht, welcher Dienste der Energie, Mobili-

¹ M2G-Plattform: <https://plattform.m2g-portal.de/>

² CampusNavi: <https://plattform.m2g-portal.de/CampusNavi/>

tät und Nachhaltigkeit verschiedener Unternehmen miteinander zu einer integrierten Campus Navigation verknüpft und so neue Mehrwerte schafft. In mehreren Lehrveranstaltungen wurden die Inhalte des Themenfeldes 6 gelehrt und gemeinsam mit den Studierenden an konkreten Fragestellungen und Studien, wie z.B. der Usability für Dienst anbietende, des Themenfeld 6 gearbeitet. So sind unter anderem auch prototypische Dienste für die M2G-Plattform entstanden. Insgesamt hat das Themenfeld 6 in über 20 wissenschaftlichen Publikationen und über 50 kleineren und größeren Vorträgen, Meilensteinberichten und Medienbeiträgen die Erkenntnisse und Ergebnisse des Projekts in verschiedenen Formaten an Wissenschaft und Industrie transferiert.

I. Kurz Darstellung

1. Aufgabenstellung

Wie im gesamten Forschungscampus Mobility2Grid (M2G) wurden auch im Themenfeld 6 „Digitale Räume“ sowohl technische als auch organisatorische Innovationen an der Schnittstelle zwischen Energie- und Mobilitätssystemen erforscht. Das Gesamtziel des Themenfeld 6 „Digitale Räume“ lag darin, Ansätze zu erforschen, welche die Energie- und Mobilitätswende auf digitalem Wege unterstützen können. Der in Berlin liegende EUREF-Campus diente dabei als ein Erprobungs- und Referenzquartier, um die Eckwerte einer dezentralen Versorgungswirtschaft für eine nachhaltige Stadtentwicklung zu beschreiben. In diesem Reallabor wurden auch die Forschungsthemen des Themenfeld 6 erforscht, prototypisch realisiert und erprobt. Darunter fallen sowohl technologiegestützte Methoden zur Einbindung und Vernetzung von Akteur*innen (Nutzende, Dienstleistende, Dienst anbietende, Daten anbietende, etc.) als auch eine offene Infrastruktur zum intelligenten und sicheren Datenaustausch der Einzelkomponenten (Fahrzeuge, Ladeinfrastruktur, Sensoren, Applikationen, etc.). Ziel des Themenfeld 6 war es, Synergien zwischen Mobilitäts- und Energiesystem zu erforschen und anhand digitalisierter Dienste erlebbar zu machen. Hierbei wurde unter Einbindung aller relevanten Stakeholdergruppen wie Entwickler*innen und Anwender*innen eine offene digitale Dienstplattform erforscht und nutzergerecht ausgestaltet. Diese sollte der Entwicklung innovativer M2G-Dienste, die zur Verknüpfung der Sektoren Energie und Mobilität dienen, ermöglichen. M2G-Dienste können beispielsweise das Ziel haben, das Laden von Elektroautos und das Energiemanagement von Ladestationen zu verknüpfen, um die Kopplung von Energie- und Mobilitätssystemen zu ermöglichen und so eine nachhaltige Mobilität sowie eine nachhaltige Energieversorgung voranzutreiben. Mithilfe partizipativer Methoden und unter Einbeziehung aller Stakeholder wurde sichergestellt, dass die Funktionalitäten der Dienstplattform auch für alle Beteiligten einen Mehrwert bringen und nutzergerecht ausgestaltet wurden.

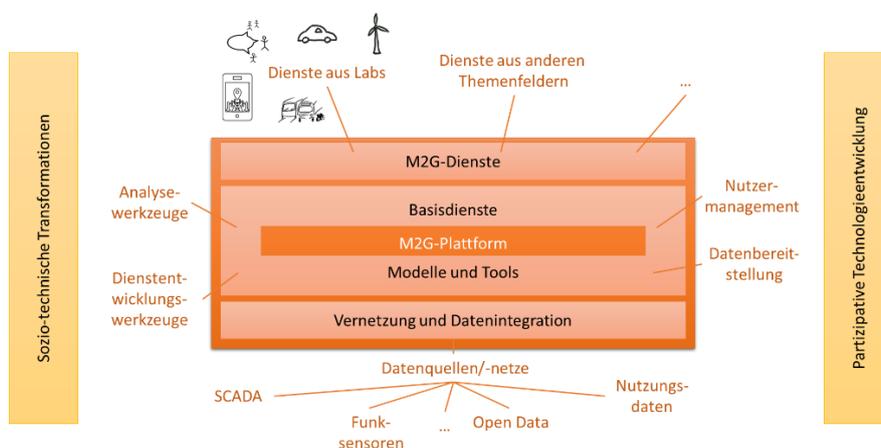


Abbildung 1: Zeigt die Strukturübersicht der geplanten Dienstplattform.

Abbildung 1 veranschaulicht die anfänglich geplante Struktur der Dienstplattform. Unter Einbeziehung von partizipativen Technologien und der Entwicklung von prototypischen Dienstbeschreibungen in den Research and Technical-Development-Labs (R&TD-Labs) sollte eine geeignete Architektur für die Dienstplattform ausgestaltet werden. Innerhalb der Dienstplattform liegt der Fokus des Themenfeld 6 auf der Erforschung und Erprobung von Technologien zur sicheren und benutzerfreundlichen Verknüpfung von Diensten zu neuen Mehrwertdiensten. Das FZI widmete sich in seinem Teilvorhaben dabei der Erforschung und Erprobung der M2G-Plattform³ - einer Dienstplattform, welche es Unternehmen aus den Sektoren Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit ermöglicht, bestehende Dienste in die M2G-Plattform zu integrieren und anschließend Dienstentwickler*innen befähigt, diese Dienste zu neuen Mehrwertdiensten zu verknüpfen und weiterzuentwickeln. Dabei umfassen die Forschungsfragen des FZI Herausforderungen rund um die Ausgestaltung einer solchen Dienstplattform unter Verknüpfung von Anforderungen aus der Energie- und Mobilitätswende sowie unter Einbeziehung von Fragestellungen zur Technologie, Architekturmodellen, IT-Sicherheitsaspekten, Datenschutzaspekten, Benutzerfreundlichkeit und IT-Governance. Darüber hinaus widmete sich das FZI der Koordination des Themenfeldes sowie der Unterstützung der anderen Forschungspartner des Themenfeld 6 bei ihren Forschungsfragen. Dies beinhaltet zum Beispiel die partizipative Softwareentwicklung in den unterschiedlichen Anwendungsfeldern oder die Dienstentwicklungen innerhalb der R&TD-Labs.

Die Erforschung und Erprobung der Dienstplattform – M2G-Plattform – widmete sich dem Schlüsselfaktor für das Zusammenwachsen von Energie- und Mobilitätssystem auf digitalem Wege. „Mobility2Grid“ (M2G) bedeutet dabei, dass zwei Systemwelten miteinander verknüpft werden, die bisher weitgehend voneinander getrennt waren. Wie die hierfür benötigte Kommunikation der unterschiedlichen Systeme auch mit Nutzer*innen auf unterschiedlichen Ebenen organisiert werden kann, war eine der zentralen Forschungsfragen. Mithilfe einer offenen Plattformarchitektur sollen M2G-Dienste für alle Nutzer*innen verfügbar gemacht werden. Für die einzelnen Daten-/Dienstanbieter*innen können so Aufwände und Zeiträume für die Weiterentwicklung der Dienste bis zur Anwendungsreife reduziert und die Qualität der einzelnen Dienste erhöht werden. Dienste auf der M2G-Plattform bilden dabei die Grundlage für die Entwicklung neuer Mehrwertdienste. Solche Mehrwertdienste schaffen neue Möglichkeiten für alle beteiligten Akteur*innen und fördern eine stetige Annäherung der Sektoren Mobilität und Energie. Häufig kann erst durch das Verschalten von Diensten das Potential und der Mehrwert erkannt werden. Daher war es notwendig, eine offene Daten- und Dienstplattform, wie es die M2G-Plattform ist, zu entwickeln und zu erforschen, um der Kreativität und Innovation solcher Mehrwertdienste Rechnung zu tragen. Ein weiterer Forschungsgegenstand des FZI war daher die Erforschung von Fragestellungen rund um die Bereitstellung und Entwicklung von Mehrwertdiensten auf einer offenen digitalen Dienstplattform.

Um die erforschten Fragestellungen erlebbar zu machen, arbeitete das FZI mit den anderen Partnern zusammen, um Demonstratoren zu entwickeln mit denen der Nutzen der M2G-Plattform sowohl für Nutzer*innen als auch für Daten- und Dienstanbieter*innen, beispielsweise über Demonstrations-Apps und Demonstrations-Webseiten, „sichtbar“ gemacht wird. Das FZI schuf zusammen mit den anderen Projektpartnern also eine Kommunikation zwischen Akteur*innen der M2G-Plattform auf drei Ebenen: als Vermittler von Nutzer*innen und Nutzungsgruppen, als Vermittler zwischen Nutzer*innen und Entwickler*innen von Diensten sowie als Vermittler zwischen Daten- und Dienstanbieter*innen.

Das FZI widmete sich zusammengefasst der Generierung und Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse der folgenden Ziele im Themenfeld 6:

³ M2G-Plattform: <https://platform.m2g-portal.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

- Der Erhebung und Erforschung von Anforderungen (z.B. Plattformfunktionalitäten) und Forschungsfragen rund um IT-Qualitätsattribute (z.B. IT-Sicherheit, Plattformarchitektur) an eine offene digitale Dienstplattform sowie der Entwicklung von Mehrwertdiensten
- Der Entwicklung und dem Betrieb der M2G-Plattform gemeinsamen mit dem DAI-Labor, wobei das FZI bei der Entwicklung vorrangig für konzeptionelle Aspekte sowie für die Ausgestaltung der Frontend-Komponenten zuständig ist
- Der Entwicklung von prototypischen Mehrwertdiensten
- Der Entwicklung von Mehrwertdienstbeschreibungen
- Der Kompetenzentwicklung beim Umgang mit komplexen, interdisziplinären Themen
- Der Unterstützung des Projektpartners EICT bei der Erprobung und Optimierung neuer Prozesse der IT-Entwicklung
- Der Unterstützung des Projektpartners InnoZ bei den R&TD-Labs

Die gewonnen Erkenntnisse sind sowohl in die Erstellung wissenschaftlicher Arbeiten wie Bachelor- und Masterarbeiten aber auch in Dissertationen eingeflossen und wurden zudem auch auf nationalen und internationalen Konferenzen verbreitet. Darüber hinaus sollen die Erkenntnisse, die gesammelte Expertise als auch die entwickelten Methodiken und Tools in anderen Forschungsthemen sowie in zukünftigen Forschungsprojekten des FZI zum Einsatz kommen und gegebenenfalls erweitert und auf neue Fragestellungen angepasst werden.

2. Vorhabensvoraussetzungen

Die Voraussetzungen in Bezug auf die vorhandenen Expertisen des Antragstellers für die Projektdurchführung wird im Nachfolgenden zusammengefasst.

Seit 1985 befasst sich die gemeinnützige Einrichtung FZI Forschungszentrum Informatik mit angewandter Forschung im Bereich der Informationstechnologie sowie dem Transfer von Wissen aus der Forschung in die Wirtschaft und Gesellschaft. In seiner Schnittstellenrolle zwischen universitärer Forschung und praktischer Anwendung widmen sich die Forschungsgruppen des FZI der Konzeption und Erprobung von Software-, Hardware- und Systemlösungen in den verschiedenen Teildisziplinen der Informatik. Für die in diesem Vorhaben erforschten Fragestellungen sind einige der vorangegangenen Industrie-, EU- und national-geförderten-Forschungsprojekte des FZI relevant.

Innerhalb der Forschungsprojekte „CloudTeams“, „Kehl“, „Notfallerkennung“ und „Theseus“ hat das FZI an Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz in den Sektoren Energie, Quartiere, IoT und kollaborativer Softwareentwicklung gearbeitet. Innerhalb der Forschungsprojekte „Energiemanagement mit intelligenten Haushaltsgeräten“, „Smart Grid Integration“, „SmartEnergy@FIZ“ und „Sol2Heat“ wurde an verschiedenen Fragestellungen zu Smart-Grids geforscht. Mit den Projekten „AUTOPLES“, „EFA“, „OpEneR S 500 Intelligent Drive“, „SimCelerate“, „EnopTraFlow“, „Green Navigation“, „I-eMM“, „RegioMOVE“ sowie zahlreichen vorangegangenen Forschungsprojekten hat das FZI Expertise rund um die Elektromobilität und den elektrifizierten Wirtschafts- und öffentlichen Verkehr gesammelt. Innerhalb der zentralen Themen des Themenfeld 6 weißt das FZI Expertise in Themen der Human-Environment-Interaction mit den Forschungsprojekten „AHEAD“, „Human Brain Project“ und „MobEDA“, in Themen des Intelligenten Parkraummanagements mit den Forschungsprojekten „MagicMaps2go“, „PLAY“ und „SaDaaS“, in Themen zu digitalen Plattformen mit den Forschungsprojekten „RESCAR 2.0“, „Spitzencluster Elektromobilität Süd-West“, „Gutachten zur Online-Bürgerbeteiligung“, „PaaS“, „PartSense“ und „xDELIA“ und in Themen des Umwelt- und Energiefeedbacks in den Forschungsprojekten „ReApp“ und „wEnPro“ aus.

Im Besonderen stellt die Begleitforschung zum BMWi-Technologieprogramm „Smart Data“, die das FZI leitete, eine wichtige Vorarbeit und in der Anfangsphase von Mobility2Grid ein hilfreiches „Sounding

Board“ dar. Innerhalb der Fachgruppen der Querschnittsfelder „Wirtschaftliche Potenziale und gesellschaftliche Akzeptanz“, „Rechtsrahmen“ und „Sicherheit“ wurden mit Vertreter*innen aus Forschung, Industrie und Gesellschaft diverse Fragestellungen zu den technologischen und gesellschaftlichen Grundlagen datenzentrierter Plattformen, Produkte und Dienste diskutiert.

Innerhalb der Arbeiten im Themenfeld 6 konnte das FZI nun Expertise für die benötigte digitale Infrastruktur inklusive zugehöriger Schnittstellen, Methoden und Prozesse für die Verbindung der Energie- und Mobilitätswende auf digitalem Wege sammeln.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Trotz der Geschäftsniederlegung des InnoZ zum 30.11.2018 wurden alle Aufgaben und Meilensteine des InnoZ für das Jahr 2018 fristgerecht und erfolgreich abgeschlossen. Das Konsortium hat in Absprache mit dem Projektträger die verbleibenden Aufgaben und Meilensteine des InnoZ unter den Partnern FZI und EICT aufgeteilt. Die Personenmonate in den beschriebenen Arbeitspaketen des Arbeitsplans sowie die Ressourcenplanung bilden die ursprünglich geplanten sowie die zusätzlichen Arbeiten für den Zeitraum 2019 und 2020 (in Klammern) ab. Aus den Themenschwerpunkten und bisherigen Arbeiten im Verbund ergab sich somit der folgende Arbeitsplan.

Arbeitspaket 6.0: Koordination des Verbundes

Leitung: FZI, Aufwand FZI: 3 PM

In den R&TD-Labs werden einzelne Entwicklungsschritte der Plattform und der einzelnen M2G-Dienste immer wieder durchlaufen. Die nicht über den Gesamtprozess abgedeckten koordinierenden Aufgaben der einzelnen Aufgaben in den Arbeitspaketen werden in diesem, AP 6.0 zusammengefasst.

Arbeitspaket 6.1: Prozessmanagement und -evaluation

Leitung: FZI, Aufwand FZI: 14 (+1,4) PM

Die drei Phasen (Ideen & Nutzungsszenarien, Design & Test, Transfer) werden zwar für jedes Konzept, Produkt und jede Dienstleistung durchlaufen, sind aber je nach Thema der R&TD-Labs unterschiedlich lang. Über die laufende Evaluation der Entwicklungsprozesse sollen abschließend Erkenntnisse darüber erlangt werden, welche Prozesse und Akteurskonstellationen sich besonders für welche Art von M2G-Produkten, -Dienstleistungen und -Konzepten eignen.

Für jedes Lab werden die relevanten Prozesse und mögliche Geschäftsmodelle mit ihren speziellen Chancen und Herausforderungen definiert. Dieses Arbeitspaket wird kontinuierlich über die gesamte Projektlaufzeit aktiv bearbeitet. Auf jedes Projektjahr folgt eine Evaluation der Entwicklungsarbeiten über Workshops und es werden gemeinsam Empfehlungen für das nächste Projektjahr erarbeitet.

Unterarbeitspakete:

- AP 6.1.1 Koordination Gesamtprozess
- AP 6.1.2 Prozessdefinition
- AP 6.1.3 Organisation der Labs
- AP 6.1.4 Abstimmung der Schnittstellen
- AP 6.1.5 Prozessevaluation

Arbeitspaket 6.2: Anforderungsanalyse

Leitung: InnoZ, Aufwand FZI: 12,5 (+2,2) PM

Zunächst sollen über eine Umfeldanalyse die Lab-Themen systematisch analysiert sowie der Stand der Technik und die jeweiligen Rahmenbedingungen bestimmt werden. Die Entwicklung von Ideen und Nutzungsszenarien wird ihren Schwerpunkt zu Beginn der Förderphase haben, aber es werden auch als Auftakt für neue Entwicklungsschwerpunkte während des gesamten Projektzeitraums immer wieder arbeitsintensive Phasen auftreten. Außerdem werden gegen Ende des dritten Projektjahrs neue R&TD-Lab-Themen entwickelt und ggf. bestehende Labs abgeschlossen.

Unterarbeitspakete:

- AP 6.2.1 Stakeholder-Analyse
- AP 6.2.2 Nutzeranforderungen für die Labs
- AP 6.2.3 Technische Anforderungen in den Labs
- AP 6.2.4 Anforderungen an die M2G-Plattform

Arbeitspaket 6.3 Design und Test

Leitung: DAI, Aufwand FZI: 10,5 (+3,4) PM

Im Rahmen der Design- & Testphase sollen a) eine M2G-Dienstplattform bereitgestellt und erweitert, b) konkrete M2G- Dienste entwickelt, c) drahtlose Sensoren in die bestehende Infrastruktur integriert und d) innovative, partizipative Entwicklungskontexte erprobt und evaluiert werden.

Unterarbeitspakete:

- AP 6.3.1 Konzeption der Dienstplattform
- AP 6.3.2 Konzeption von M2G-Diensten in den R&TD-Labs
- AP 6.3.3 Implementierung der Plattform
- AP 6.3.4 Implementierung und Integration der Dienste
- AP 6.3.5 Funktionstests & erste Evaluation (Dienste + Plattform)

Arbeitspaket 6.4 Transfer

Leitung: EICT, Aufwand FZI: 7 PM

Ein wesentlicher Teil des Vorhabens „Digitale Räume“ besteht im Aufbau einer Austauschplattform und der Förderung von Initiativen für Dienste auf der M2G-Plattform. Die entwickelten Dienste und deren Bündelung auf der Plattform bieten den Ansatzpunkt für weitere Aktivitäten zur kontinuierlichen Entwicklung und Weiterentwicklung. Dieses Potenzial zu heben, ist die zentrale Aufgabe des Arbeitspaketes 6.4. Über weitreichende Netzwerke der verantwortlichen Partner werden die Potenziale der „Digitalen Räume“ propagiert und weiterführende Aktivitäten initiiert.

Unterarbeitspakete:

- AP 6.4.1 Bereitstellung und Betrieb der Plattform
- AP 6.4.2 Transfer in Anwendergruppen
- AP 6.4.3 Transfer in F&E-Projekte
- AP 6.4.4 Weiterentwicklung des Konzeptrahmens

	M1-6	M7-12	M13-18	M19-24	M25-30	M31-36	M37-42	M43-48	M49-54	M55-60
TF 6 - "Digitale Räume"										
AP 6.1 - Prozessmanagement und -evaluation										
Meilensteine AP 6.1	◆ 1			◆ 2	◆ 3			◆ 4		◆ 5
AP 6.2 - Anforderungsanalyse										
Meilensteine AP 6.2	◆ 6	◆ 7			◆ 8	◆ 9				◆ 10
AP 6.3 - Design & Test										
Meilensteine AP 6.3		◆ 11		◆ 12		◆ 13		◆ 14		◆ 15
AP 6.4 - Transfer										
Meilensteine AP 6.4			◆ 16	◆ 17		◆ 18	◆ 19		◆ 20	
M2G Review & Conference	Start 1.Labs	▲		▲	▲		▲	Start 2.Labs	▲	▲
		Forschungsarbeiten		◆ Meilenstein		▲ Review		▲ M2G Conference		

Abbildung 2: Zeigt die Übersicht der Arbeitspakete und Meilensteine im Themenfeld 6.

4. Anknüpfung an den wissenschaftlichen und technischen Stand

Gleichwohl es bereits technologische Grundlagen wie zum Beispiel Dienstplattformen oder Kontext-/semantische Modelle gibt, auf denen im Themenfeld 6 aufgebaut wurde, befand sich integrierte Dienste für die Domänen Mobilität und Energie zum Projektstart noch in einer sehr frühen Entwicklungsphase. Dies liegt einerseits daran, dass diese Märkte hoch reguliert sind und von bisher wenigen Akteur*innen dominiert werden und andererseits daran, dass der bisherige Forschungsfokus auf Daten

und nicht auf Diensten lag. Für das Themenfeld 6 und die Arbeiten des FZI ergaben sich relevante Entwicklungen vor allem in der Domäne der Plattformarchitekturen (siehe Abbildung 1) sowie in den anwendungsspezifischen Diensten, an welchen in den R&TD-Labs geforscht wurde.

4.1. Plattform Entwicklungen

Die Erforschung von Plattformen als Konstrukt des Zusammenwirkens mehrerer Akteure*innen als Anbietende oder Nachfragende von Gütern einer Domäne ist ein interdisziplinärer Forschungsbereich. Dies zeigen beispielsweise die Forschungen in der Betriebs-⁴ und Volkswirtschaftslehre^{5,6}, in den Sozialwissenschaften⁷ und in der Wirtschaftsinformatik⁸. Der Themenbereich der Plattform-Governance hat sich dabei zu einem aktiven Forschungsfeld entwickelt.^{9,10,11,12,13,14} Allerdings werden hier vorrangig produktionsorientierte Domänen betrachtet, während Governance von Plattformen, die digitale Dienste und Anwendungen anbieten, bisher unerforscht blieben.

Ein Ziel der Mobilitätswende ist die Abschaffung des Autos als ein notwendiges Mittel für individuelle Mobilität.¹⁵ Um dieses Ziel zu verwirklichen, testen viele Kommunen Konzepte, welche die individuelle Benutzung des eigenen PKWs minimieren sollen. Dabei sind einige Konzepte entstanden, welche entstehende Dienste und Dienstleistungen im Bereich der Mobilität bündeln. Hier spielte die „Datafizierung“¹⁶ der Domänen Mobilität und Energie eine ausschlaggebende Rolle. Denn diese führte erst zu zahlreichen digitalen Diensten und Anwendungen. Hieraus entstand der Bedarf, diese zu bündeln, was meist über proprietäre Plattformen geschah. Diese bauten nicht nur auf geschlossenen Technologien auf, sondern waren auch isoliert für eine spezifische Domäne umgesetzt. Mobility as a Service (Maas)¹⁷ beschreibt die Integration verschiedener Arten von Transportdienstleistungen in einem Mobilitätsdienst, welche auf Abruf zugänglich gemacht werden. MaaS-Lösungen werden häufig als proprietäre Plattformen umgesetzt, welche auf eine beschränkte Menge spezifischer Dienste meist von einem oder einiger weniger Unternehmen ausgelegt sind. Beispiele für solche Angebote sind Jelbi¹⁸, Moovit¹⁹

⁴ A. Gawer (2009): Platforms, Markets and Innovation. In Edward Elgar Publishing.

⁵ T. R. Eisenmann, G. Parker, M. Van. Alstyne (2008): Opening Platforms: How, When and Why?. In Platforms, Markets and Innovation.

⁶ J. Manner, D. Nienaber, M. Schermann, H. Krcmar (2013): Limits of Imitating Marketplace Design: The Case of an Automotive Service Marketplace.

⁷ M. Semmann und C. Grotherr (2017): How to Empower Users for Co-Creation – Conceptualizing an Engagement Platform for Benefits Realization. In International Conference on Wirtschaftsinformatik.

⁸ A. Tiwana, B. Konsynski, A. A. Bush (2010): Platform Evolution: Coevolution of Platform Architecture, Governance, and Environmental Dynamics. In Information Systems Research.

⁹ E. Brousseau (2007): The Economics of Digital Business Models: A Framework for Analyzing the Economics of Platforms. In Review of Network Economics.

¹⁰ P. C. Evans und A. Gawer (2016): The Rise of the Platform Enterprise- A Global Survey.

¹¹ J. Manner, D. Nienaber, M. Schermann, H. Krcmar (2013): Six Principles for Governing Mobile Platforms. In Proceedings of Wirtschaftsinformatik.

¹² G. Parker und M. Van. Alstyne (2012): A Digital Postal Platform: 1 Definitions and a Roadmap. In MIT Center for Digital Business.

¹³ M. Schreieck (2016): Design and Governance of Platform Ecosystems – Key Concepts and Issues for Future Research. In ECIS.

¹⁴ A. Hein, M. Böhm, H. Krcmar (2018): Platform Configurations within Information Systems Research: A Literature Review on the Example of IoT Platforms. In Multikonferenz Wirtschaftsinformatik.

¹⁵ Heimliche Hauptstadt der Verkehrswende: <https://www.verkehrswendebuero.de/leipzig-heimliche-hauptstadt-der-verkehrswende/> [Zugriff: 31.03.2021]

¹⁶ Forbes, The Datafication of Human Resources: <https://www.forbes.com/sites/joshbersin/2013/07/19/the-datafication-of-human-resources/#7defcf183318> [Zugriff: 31.03.2021]

¹⁷ MaaS Alliance: <https://maas-alliance.eu/> [Zugriff: 31.03.2021]

¹⁸ Jelbi: <https://www.jelbi.de/en/home/> [Zugriff: 31.03.2021]

¹⁹ Moovit: <https://moovit.com/> [Zugriff: 31.03.2021]

und VOS²⁰. Mit Mobility on Demand (MoD) wird individuelle Mobilität durch spontane Inanspruchnahme einer Mobilitätsdienstleistung bezeichnet, welche meist durch eine App ermöglicht wird. Beispiele bestehender ÖPNV-Angebote sind die Dienste Berlkönig²¹ und CleverShuttle²², welche die Möglichkeit für einen gemeinsamen on-Demand Verkehr bieten und die Begriffe Mitfahrgelegenheit und Sammeltaxi zusammenfassen. Konzepte der geteilten und der Micro-Mobilität (d.h. Nutzung von Kleinstfahrzeugen wie eScootern) werden auch unter dem Begriff der New Mobility zusammengefasst. Realisierte Konzepte finden sich beispielsweise in den Apps TIER²³ oder CIRC²⁴. Forschungsarbeiten zu Plattformen, die sich nur auf den Bereich der Mobilität beschränken, finden sich im Zusammenhang zur Umweltfreundlichkeit.^{25,26,27,28} Weitere Forschungsarbeiten beschäftigen sich in diesem Zusammenhang mit der Bereitstellung von Daten und partizipativen Technologien innerhalb von Mobilitätsplattformen.²⁹ Neben Weiteren haben sich der Rat für Formgebung, das Zukunftsinstitut sowie die Nationale Plattform Elektromobilität mit ihren wiederkehrenden Abhandlungen „Design e-Mobility“³⁰ und „Fortschrittsbericht“³¹ Forschungsergebnisse zu den diversen Themen der Elektromobilität vorgestellt, welche in der Forschung des Themenfeld 6 innerhalb einiger Meilensteine Berücksichtigung fanden. Innerhalb der Projektarbeiten des Themenfeld 6 wurden einige Drittanbieterdienste aus dem Bereich Mobilität innerhalb der M2G-Plattform³² eingebunden. So beispielsweise die Mobilitätsdienste Call-a-Bike³³ oder Flinkster³⁴ innerhalb der Kooperation mit DB Fuhrparkservice und Themenfeld 3. Als weitere Drittanbieterdienste im Bereich Mobilität seien noch die BVG Suche³⁵ und die Berliner Kiez-Karte³⁶ genannt. Innerhalb des prototypischen Mehrwertdienstes CampusNavi³⁷, welche das Themenfeld 6 entwickelt hat, werden Mobilitätsdienstleistungen und Energiedienstleistungen innerhalb eines Dienstes gebündelt.

²⁰ VOS Verkehrsgemeinschaft Osnabrück: <https://www.vos.info/service-angebot/vospilot.html> [Zugriff: 31.03.2021]

²¹ Berlkönig: <https://www.berlkoenig.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

²² CleverShuttle: <https://www.clevershuttle.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

²³ TIER: <https://www.tier.app/> [Zugriff: 31.03.2021]

²⁴ CIRC: <https://www.circ.com/> [Zugriff: 31.03.2021]

²⁵ E. Piccinini, C. K. Flores, D. Vieira, L. M. Kolbe (2016): The Future of Personal Urban Mobility – Towards Digital Transformation. In MKWI.

²⁶ D. Tilson, K. Lyytinen, C. Sørensen (2010): Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. In Information Systems Research.

²⁷ J. L. Funk (2015): IT and sustainability: New strategies for reducing carbon emissions and resource usage in transportation. In Telecommunications Policy.

²⁸ D. Banister (2008): The sustainable mobility paradigm. In Transport Policy.

²⁹ A. Yadav, P. Hasan, S. Ojo, E. Curry (2017): The Role of Open Data in Driving Sustainable Mobility in Nine Smart Cities. In ECIS.

³⁰ Rat für Formgebung und Zukunftsinstitut, Design e-Mobility https://www.zukunftsinstitut.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Auftragsstudien/design_e-mobility.pdf [Zugriff: 31.03.2021]

³¹ Nationale Plattform Elektromobilität, Fortschrittsbericht: https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2019/12/NPM_Fortschrittsbericht_2019.pdf [Zugriff: 31.03.2021]

³² M2G-Plattform: <https://plattform.m2g-portal.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

³³ Call-a-Bike: <https://www.callabike.de/de> [Zugriff: 31.03.2021]

³⁴ Flinkster: <https://www.flinkster.de/index.php> [Zugriff: 31.03.2021]

³⁵ BVG Suche: <https://www.bvg.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

³⁶ Berliner Kiez-Karte: <https://kiez-karte.berlin/> [Zugriff: 31.03.2021]

³⁷ Themenfeld 6, CampusNavi: <https://plattform.m2g-portal.de/CampusNavi/> [Zugriff: 31.03.2021]

Digitale Plattformen haben selbst aber auch Einfluss auf die Mobilität, wie zum Beispiel auf die Verkehrsführung³⁸, und sie sammeln auch wertvolle Daten und Informationen über die Stadt und die Verkehrsplanung, wie am Beispiel der chinesischen Mobilitätsplattform Didi Chuxin zu sehen ist.³⁹ Diese betreibt nicht nur Ladestationen für e-Autos, sondern auch Werkstätten, und verkauft Verkehrsdaten an die Stadtverwaltung. So können proprietäre Plattformen auch zu Problemen wie Cherry-Picking oder Nudging führen. Beim Ersteren werden profitable Gebiete gegenüber unprofitablen bevorzugt, sodass ein Dienst im unprofitablen Gebiet kaum oder gar nicht angeboten wird. Beim Letzteren üben Dienste Einfluss auf ihre Nutzer*innen aus, um Sie zu gewissen Kaufentscheidungen zu verleiten, wie es beispielsweise kommerzielle Kartendienste durch vorgeschlagene Routen tun.⁴⁰ Bundespolitisch wird deshalb die Rolle von offenen digitalen Plattformen für die Mobilität vorangetrieben. Bei diesen stehen meist jedoch Daten anstatt von Diensten im Vordergrund. Zum Beispiel wird mit der mCLOUD⁴¹ eine offene digitale Plattform zum Verwalten und Teilen von Mobilitätsdaten entwickelt. Weiterhin wurde während der EU-Ratspräsidentschaft zum Beispiel der Aufbau einer Mobilitätsplattform im Rahmen des „New Mobility Approach“ angekündigt.⁴² Ziel ist es, eine gemeinsame Plattform zu schaffen, die vorhandene Daten in den einzelnen Mitgliedsstaaten vernetzen soll.

In dem Sektor Energie werden digitale Plattformen ebenfalls für das Bündeln von Daten verwendet.^{43,44} Auf den gebündelten Daten kann anschließend eine Vielzahl verschiedener Analysen durchgeführt werden. Weitere Forschungsarbeiten drehen sich um den Aufbau und das Design von solchen Plattformen, besonders um die heterogenen Datenquellen des Energiesektors zu vereinen.^{45,46} Auch hier beschäftigt man sich vorrangig mit Plattformen für Daten und nicht für Dienste. Wie eine entsprechende domänenübergreifende Plattform beschaffen sein muss, bleibt also zu erforschen. Diesem Thema widmet sich das FZI im Themenfeld 6.

4.1.1. Datenmanagement

Für die M2G-Plattform des Themenfeld 6 stehen zwar Dienste im Vordergrund, jedoch sind Daten ebenfalls von Interesse, da diese eine Grundlage für neue Dienste bieten können. Somit wurde für die gesammelten Daten in der M2G-Plattform eine Datenverwaltung und persistente Speicherung integriert. Für beide Aufgaben kommen Datenbanken mit Datenbankmodellen (DBM) zum Einsatz. Aufgrund verschiedener sich entwickelnder Anwendungsszenarien gibt es heutzutage viele unterschiedliche DBMs⁴⁷. Das zu verwendende Datenbankmodell muss demnach entsprechend des Einsatzzwecks und dessen Anforderungen optimal ausgewählt werden. Es kann nicht einfach ein übliches DBM, wie

³⁸ How Moovit went from opportunity to a \$900M exit in 8 years: <https://techcrunch.com/2020/08/11/how-moovit-went-from-opportunity-to-a-900m-exit-in-8-years/?guccounter=1> [Zugriff: 31.03.2021]

³⁹ New Mobility Trends, China Leads The Way: <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/New-mobility-trends-China-leads-the-way.html> [Zugriff: 31.03.2021]

⁴⁰ Die Kartendienste haben großen Einfluss auf Städte: <https://background.tagesspiegel.de/mobilitaet/die-kartendienste-haben-grossen-einfluss-auf-staedte> [Zugriff: 31.03.2021]

⁴¹ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), mCloud: <https://www.mcloud.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁴² BMVI (2020): <https://www.bmvi.de/DE/Ministerium/Eu-Ratspraesidentschaft/eu-ratspraesidentschaft.html> [Zugriff: 31.03.2021]

⁴³ T. Jetzek, M. Avital, N. Bjorn-Andersen (2014): “Data-Driven Innovation through Open Government Data”. In Journal of theoretical and applied electronic commerce research.

⁴⁴ S. A. Kim, D. Shin, Y. Choe, T. Seibert, S. P. Walz (2012): Integrated energy monitoring and visualization system for Smart Green City development. In Automation in Construction.

⁴⁵ M. Bosler, C. Jud, G. Herzwurm (2017): Connected-Car-Services: eine Klassifikation der Plattformen für das vernetzte Automobil. In HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik.

⁴⁶ R. Shyam, H. B. Bharathi Ganesh, Sachin Kumar, Prabakaran Poornachandran (2015): Apache Spark a Big Data Analytics Platform for Smart Grid. In Procedia Technology.

⁴⁷ S. Tiwari (2011): Professional NoSQL. John Wiley & Sons.

das relationale DBM, ohne Voruntersuchungen eingesetzt werden.⁴⁸ Durch die korrekte Wahl des DBMs können im späteren Entwicklungsverlauf meist viel Aufwand und Kosten eingespart werden.⁴⁹ Für das Themenfeld 6 hat im Rahmen der Erhebung, Speicherung und Verarbeitung von Daten der Datenschutz einen hohen Stellenwert. Es musste sichergestellt werden, dass keine schutzwürdigen Daten erhoben werden und aus den gesammelten Daten keine sekundären, schutzwürdigen Informationen ableitbar sind. Forschungsansätze zur Vermeidung dieser Problematik wurden z.B. im Bereich der Heimautomatisierung und des Smart Metering vorgestellt.^{50,51}

4.1.2. IP-Netze und Datensicherheit in IP-Netzen

Bei der ursprünglichen Entwicklung der Feldbusprotokolle für dedizierte Datenleitungen waren Aspekte der Datensicherheit wie Vertraulichkeit und Authentizität nicht im Vordergrund. Diese wurden über die Jahre der Nutzung der IP-Datenetze zunehmend wichtiger. Hier existieren Lösungsansätze auf den verschiedenen Schichten des OSI-Modells⁵², welches das Referenzmodell für die Netzwerkprotokolle ist. So ermöglichen beispielsweise WLAN Verschlüsselungen⁵³ die Absicherung auf dem Layer 2 (Data Link Layer), virtuelle private Netzwerke (VPNs)⁵⁴ die Absicherung auf dem Layer 3 (Network Layer) und Firewalls⁵⁵ die Absicherung auf dem Layer 4 (Transport Layer). Alle Verfahren haben spezifische Vor- und Nachteile, die je nach Anwendungsfall abgewogen werden müssen.

4.1.3. Zugriffskontrolle

Um eine Angleichung zwischen Business- und IT-Modellen im Bereich der Zugriffsverwaltung zu ermöglichen und somit IT-Sicherheit und Datenschutz in Unternehmen zu verbessern, müssen die Domänen Business und IT enger miteinander gekoppelt werden. Auch auf der M2G-Plattform ist die Zugriffsverwaltung für Dienste und Daten von zentraler Bedeutung, da sie im Spannungsfeld zwischen Businessanforderungen und rechtlichen Anforderungen stehen. Von Seiten der Businessseite sollen kritische und sensible Daten nicht ungewollt an Dritte weiterfließen. Von Seiten des Gesetzgebers sollen Gesetze hinsichtlich des Umgangs mit privaten und kritischen Daten korrekt eingehalten werden.^{56,57} Selbiges gilt natürlich auch für die Daten- und Dienstanbieter der M2G-Plattform, da hier nicht nur Daten, Datenflüsse und Dienste unterschiedlicher Stakeholder miteinander verschaltet werden, sondern auch Unternehmen selbst als Akteur*innen auf der Plattform agieren. Rollenbasierte Zugriffskontrolle ist einer der verbreitetsten Ansätze zum beschränken des Zugriffs auf Daten und Dienste.⁵⁸

⁴⁸ G. Vossen (2000): Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagementsysteme. Oldenbourg Verlag.

⁴⁹ C. Ireland, D. Bowers, M. Newton und K. Waugh (2009): A classification of object-relational impedance mismatch. In Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications. Seiten 36–43. IEEE.

⁵⁰ Sören Finster (2014): Dissertation - Protokolle für privatsphärengerechtes Smart Metering. Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

⁵¹ Oliver Raabe, Mieke Lorenz, Frank Pallas, Eva Weis (2011): Datenschutz im Smart Grid und in der Elektromobilität. In: Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

⁵² International Organization for Standardization (ISO) (1994): ISO/IEC 7498.

⁵³ Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): IEEE 802.11.

⁵⁴ Virtual Private Network (VPN): <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/virtual-private-network> [Zugriff: 31.03.2021]

⁵⁵ Rolf Oppliger (1997): Internet Security: FIREWALLS and BEYOND. In Communications of the ACM. Seiten 92–102. ACM.

⁵⁶ Europäische Union, (2016): Datenschutzgrundverordnung. Verordnung der Europäischen Union zur Verarbeitung personenbezogener Daten EU-weit.

⁵⁷ Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2015): IT-Sicherheitsgesetz. Ein Gesetz der deutschen Bundesregierung zum Umgang und Meldung von IT-Sicherheitsvorfällen in kritischen Infrastrukturen.

⁵⁸ American National Standards Institute and International Committee for Information Technology (2012): INCITS 359-2012 - Role based access control standard.

Ansätze zum Erstellen der notwendigen Rollen und Berechtigungen unterteilen sich in das Role Mining⁵⁹ und das Role Engineering^{60,61}. Hybride Ansätze versuchen das Beste aus beiden Welten zu kombinieren.^{62,63}

4.1.4. Drahtlose Sensornetze

Es existieren viele verschiedene Lösungen im Bereich der drahtlosen Sensornetze. Neben proprietären Verfahren kommen oft Wireless Personal Area Networks (WPANs) auf Basis des Standards IEEE 802.15.4⁶⁴ zum Einsatz. Auf dieser Basis wurden die Protokollfamilien ZigBee⁶⁵ und 6LoWPAN⁶⁶ (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Network) entwickelt. Wesentliche aktuelle Entwicklungen in diesem Umfeld zielen auf den Bereich der Energieeffizienz und die Störanfälligkeit (IEEE 802.15.4e⁶⁴ und 6TiSCH⁶⁷) ab, der Bereich der Datensicherheit ist bei 6LoWPAN bisher noch nicht umfassend gelöst.

4.2. Anwendungsspezifische Entwicklungen

Die anwendungsspezifischen Entwicklungen stellen Themen dar, zu denen im Themenfeld 6 unter anderem auch innerhalb der R&TD-Labs verstärkt geforscht wurde.

4.2.1. Parkraum- und Lademanagement

In Deutschland wurden eine Vielzahl von Projekten zur Elektromobilität gefördert.⁶⁸ So sind auch auf dem EUREF-Campus verschiedene Dienste rund um die Elektromobilität entwickelt und erprobt worden. Hubject⁶⁹ und ubitricity⁷⁰ sind Beispiele für innovative Ladestationskonzepte. Plugsurfer ein Beispieldienst zur Ladestationssuche. Darüber hinaus gewinnen Konzepte rund um das smarte Parken zunehmend an Bedeutung.⁷¹ Das Themenfeld 6 arbeitete innerhalb der R&TD-Labs unter anderem an Themen zum Parkraum- und Lademanagement und hat prototypisch hierfür das CampusNavi entwickelt, in welchem zum Intelligenten Parkraum- und Lademanagement-Konzept am Beispiel des EUREF-Campus geforscht wurde. In einer Kooperation mit dem Themenfeld 2 und Inno2Grid wurde der Dienst EUREF-Parkplätze entwickelt, welcher die Belegung eines Teils der öffentlichen Parkplätze des EUREF-

⁵⁹ B. Mitra, S. Sural, J. Vaidya, und V. Atluri (2016): A survey of role mining. In ACM Computing Surveys 48(4). Seiten 1-37. ACM.

⁶⁰ A. Colantonio, R.D. Pietro, A. Ocello, und N.V. Verde (2009): A formal framework to elicit roles with business meaning in rbac systems. In ACM symposium on access control models and technologies (SACMAT). Seiten 85–94.

⁶¹ R. Crook, D. Ince und B. Nuseibeh (2001): Modelling access policies using roles in requirements engineering. Information and Software Technology. Seiten 979–991.

⁶² HyungHyo Lee, YoungLok Lee, BongNam Noh (2004): A Framework for Modeling Organization Structure in Role Engineering. In International Workshop on Applied Parallel Computing. Seiten 1017-1024. Springer.

⁶³ Ludwig Fuchs, Günther Pernul (2008): HyDRo - Hybrid Development of Roles. In International Conference on Information Systems Security. Seiten 287-302. Springer

⁶⁴ Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE 802.15: <https://www.ieee802.org/15/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁶⁵ ZigBee Alliance, ZigBee Specification: <https://web.archive.org/web/20130627172453/http://www.zigbee.org/Specifications/ZigBee/FAQ.aspx> [Zugriff: 31.03.2021]

⁶⁶ Internet Engineering Task Force (IETF), IPv6 over Low power WPAN (6lowpan): <https://data-tracker.ietf.org/wg/6lowpan/documents/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁶⁷ Internet Engineering Task Force (IETF), IPv6 over the TSCH mode of IEEE 802.15.4e (6tisch): <https://data-tracker.ietf.org/wg/6tisch/about/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁶⁸ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Schaufenster Elektromobilität: <https://www.erneuerbar-mobil.de/en/node/871> [Zugriff: 31.03.2021]

⁶⁹ Hubject: <https://www.hubject.com/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁷⁰ Ubitricity: <https://www.ubitricity.com/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁷¹ S. H. Bayless, R. Neelakantan (2012): Smart parking and the connected consumer. Opportunities for facility operators and municipalities.

Campus mittels Parkplatzsensoren visualisiert. Darüber hinaus wurden Drittanbieterdienste zur Ladesäulensuche^{72,73} und Parkplatzsuche⁷⁴ in die M2G-Plattform integriert.

4.2.2. Multi- und intermodale Mobilität

Multi- und intermodales Mobilitätsverhalten bedeutet eine Kombination verschiedener Verkehrsmittel auf einer (intermodal) oder auf verschiedenen Strecken (multimodal). Damit geht ein erhöhtes Informationsbedürfnis einher, etwa zu Echtzeitabfahrtsdaten für den öffentlichen Verkehr, der Lage von Car- bzw. Bikesharing-Stationen oder Preisen für intermodale Strecken.⁷⁵ Beispiele für solche Dienste sind der DB Navigator oder AnachB, welche jedoch meistens ausschließlich auf den öffentlichen Verkehr fokussiert sind.⁷⁶

4.2.3. CO₂- und Energiefeedback

In der Forschung zum nachhaltigen Konsum wurde viel zum Thema Wirksamkeit von Feedback auf das nachhaltige Verhalten geforscht, so beispielsweise das Einsparpotential im Stromverbrauch beim Einsatz von genauem Feedback durch Smart Metering^{77,78}. Im Bereich der Mobilität wird die Reduktion des Verbrauchs zum Verkleinern des CO₂-Fussabdrucks ebenfalls erforscht.^{79,80,81} Innerhalb des Studierendenprojekts an der TU Berlin wurden zu Themen des CO₂-Verbrauchs Dienste entwickelt. Beispielfähig hierfür zu nennen ist der CO₂-Footprint Rechner, der es erlaubt, den CO₂-Fussabdruck für eine Fahrstrecke mit verschiedenen Fahrzeugmodellen und Motorisierungen zu vergleichen. Zum Thema Nachhaltigkeit wurden auch einige Drittanbieterdienste innerhalb der M2G-Plattform integriert, wie zum Beispiel die electricityMap⁸² und der Oil-Climate Index⁸³.

4.2.4. Partizipationsplattformen und partizipative Technikentwicklung

Partizipative Verfahren können deutlich zur Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen beitragen.⁸⁴ Web- und appgestützte Crowdsourcing-Ansätze gewinnen hierbei an Bedeutung, da sie Potenzial haben, Engagement in Planungsprozessen anzuregen.⁸⁵ Zur stärkeren Integration von Nutzeranforderungen in die Technikentwicklung kommen zunehmend Ansätze aus dem Bereich des Service Designs oder

⁷² GoingElectric: <https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁷³ OpenChargeMap: <https://map.openchargemap.io/#/search> [Zugriff: 31.03.2021]

⁷⁴ ParkU: <https://www.crunchbase.com/organization/parku> [Zugriff: 31.03.2021]

⁷⁵ H. Jonuschat, K. Stephan, M. Schelewsky (2015): Understanding multimodal and intermodal mobility, in Attard Sustainable Urban Transport. Seiten 149-176.

⁷⁶ M. Schelewsky (2013): Die eierlegende Wollmilch-App – Nutzeranforderungen an mobile Informations- und Buchungssysteme für öffentliche und intermodale Verkehrsangebote und Stand der technischen Entwicklung, in Digitalisierung und Innovation. Seiten 299-324. Springer

⁷⁷ B. Birzle-Harder, J. Deffner, K. Götz (2008): Lust am Sparen oder totale Kontrolle? Akzeptanz von Stromverbrauchs-Feedback. Ergebnisse einer explorativen Studie in vier Pilotgebieten im Rahmen des Projektes Intelliekon.

⁷⁸ Mein Stromverbrauch-App: <https://www.co2online.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁷⁹ TREMOD: <https://www.ifeu.de/methoden/modelle/tremod/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁸⁰ Umweltbundesamtes (UBA), Sachstandsbericht (2010): CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland, Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale.

⁸¹ Modalyzer: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Stadt.Land.Digital/Beitraege/IntelligenteRegionenDeutschlands/modalyzer--das-persoенliche-wegetagebuch.html> [Zugriff: 31.03.2021]

⁸² electricityMap: <https://www.electricitymap.org/map> [Zugriff: 31.03.2021]

⁸³ Oil-Climate Index: <https://oci.carnegieendowment.org/#map> [Zugriff: 31.03.2021]

⁸⁴ G. Beck, C. Kropp (2011): Diffusionsszenarien: Verbreitung von Nachhaltigkeitsinnovationen durch Nutzerintegration?. In Nachhaltigkeits-Innovationen durch Nutzerintegration. S. 255-278.

⁸⁵ D.C. Brabham (2010): Crowdsourcing the Public Participation Process for Planning Projects. In Planning Theory. S. 242-262.

des Interaction Designs zum Einsatz.^{86,87} Solche partizipativen Ansätze erhöhen die Akzeptanz von Technologien deutlich.⁸⁸ Es besteht jedoch eine Lücke zur Integration der verschiedenen partizipativen Ansätze in die agile Softwareentwicklung, z.B. mit SCRUM.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Arbeitspakete des Themenfeld 6 wurden in den ersten 3 Jahren in gemeinsamer Arbeit mit den Projektpartnern EICT, DAI-Labor und dem InnoZ bearbeitet. Anschließend hat das InnoZ den Geschäftsbetrieb niedergelegt, sodass innerhalb der letzten 2 Jahre gemeinsam mit den verbleibenden Projektpartnern EICT und dem DAI-Labor die übrigen Projektarbeiten umgesetzt wurden. Darüber hinaus wurde besonders in den Phasen der Anforderungserhebung und innerhalb der arbeiten der R&TD-Labs in enger Kooperation mit einer Vielzahl von Expert*innen aus Wissenschaft und Industrie an verschiedenen Inhalten des Themenfeld 6 gearbeitet. Die Ergebnisse flossen beispielsweise in die Entwicklungsarbeiten der M2G-Plattform, der Entwicklung des prototypischen Mehrwertdienstes CampusNavi sowie in einige der erarbeiteten Meilensteine ein.

Zusammen mit dem DAI-Labor war das FZI an einigen Lehrveranstaltungen der TU-Berlin beteiligt und hat auch selbst Veranstaltungen organisiert und durchgeführt. So wurde in Zusammenarbeit mit den Professor*innen der TU Berlin gesammeltes Wissen des Themenfeld 6 an Studierende weitergeben. Darüber hinaus wurde gemeinsam mit den Studierenden an Use Cases im Zusammenhang mit der M2G-Plattform gearbeitet sowie prototypische Dienste für die M2G-Plattform entwickelt. Bei Letzterem bestand eine Zusammenarbeit mit den Themenfeldern 2 und 3. Weiterhin wurde die Arbeit mit den Studierenden für Studien und der Erforschung wissenschaftlicher Fragestellungen genutzt. So wurde zum Beispiel die Interaktion von Dienstentwicklern auf der M2G-Plattform in der Praxis erforscht.

Innerhalb von Mobility2Grid beteiligte sich das Themenfeld 6 und im Besonderen das FZI an einem regen Austausch mit den anderen Themenfeldern. Innerhalb der Treffen, welche von der Mobility2Grid Geschäftsstelle organisiert wurden, hat das FZI Anknüpfungspunkte zu anderen Themenfeldern gesucht und anschließend in gemeinsamer Arbeit vertieft. Darüber hinaus beteiligte sich das FZI an Themenfeldtreffen und Workshops anderer Themenfelder. Hier brachte das FZI sein gesammeltes Wissen ein und unterstützte bei der Erarbeitung von Inhalten. Eine sehr intensive Zusammenarbeit bestand mit den Themenfeldern 2 und dem Querschnittsfeld 7. Hierbei wurden mehrere Agenten und Dienste für die M2G-Plattform entwickelt, welche das FZI in dem prototypischen Mehrwertdienst CampusNavi gebündelt hat. So wurden bspw. Ladesäulen vom EUREF-Campus und Gebäudeenergiedaten in die M2G-Plattform eingebunden. Ebenfalls wurden Drittanbieterdienste wie bspw. die EUREF-Campus-App in die M2G-Plattform eingebunden. Darüber hinaus wurde mit dem Querschnittsfeld 7 an strategischen Fragestellungen zur M2G-Plattform und den Diensten gearbeitet.

Innerhalb des Unterauftrags mit Inno2Grid wurden Parkplatzsensoren auf dem EUREF-Campus verbaut. Deren Daten wurden anschließend innerhalb der M2G-Plattform bereitgestellt.

Weiterhin bestand über die gesamte Projektlaufzeit eine enge Zusammenarbeit mit der Mobility2Grid Geschäftsstelle. Darüber hinaus hat das FZI als Vorstandsmitglied an der Ausgestaltung der übergeordneten Arbeiten in Mobility2Grid innerhalb der zahlreichen Vorstandssitzungen mitgewirkt.

⁸⁶ K. Bodker, F. Kensing, J. Simonsen (2009): Participatory IT Design, Designing for Business and Workplace Realities. In MIT Press.

⁸⁷ M. Richter, M. D. Flückiger (2009): Usability Engineering kompakt: Benutzbare Software gezielt entwickeln.

⁸⁸ M. Schäfer, D. Keppler (2013): Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung. In Zentrum Technik und Gesellschaft.

II. Eingehende Darstellung

1. Verwendung der Zuwendungen und erzielte Ergebnisse

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ziele der Arbeitspakete mit ihren jeweiligen Ergebnissen und wissenschaftlichen Erkenntnissen für den gesamten Berichtszeitraum vorgestellt. Alle Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit mit den anderen Partnern des Projekts durchgeführt.

1.1. AP6.0: Koordination des Verbundes

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war die Koordination der Projektpartner im Hinblick auf die Repräsentation des Themenfeld 6 und der damit verbundenen Arbeiten im Forschungscampus Mobility2Grid. Dies beinhaltet unter anderem die Zusammenarbeit mit anderen Themenfeldern, anderen Forschungscampi sowie externen Partnern des Forschungscampus M2G. So sollte eine kooperative Zusammenarbeit, ein reibungsloser Ablauf und eine zielführende Ausarbeitung bei allen Projektarbeiten und in der externen Kommunikation gewährleistet werden.

Zur Erreichung dieses Ziels war das FZI als Schnittstelle zwischen dem Themenfeld 6 und den anderen Themenfeldern im Forschungscampus sowie anderen Unternehmen außerhalb des Forschungscampus tätig. Das FZI hat das Themenfeld 6 in verschiedenen Veranstaltungen des Forschungscampus repräsentativ vertreten und dazugehörige Inhalte erarbeitet, beispielsweise als Vorstandsmitglied in den regelmäßigen Vorstandssitzungen, als Sprecher in den Mitgliederversammlungen oder als wissenschaftlicher Repräsentant in diversen Workshops des Forschungscampus. Zudem hat das FZI das Wissen und die Erfahrungen des Themenfeld 6 als aktives Mitglied im Vorstand und in dieser Funktion auch im Austausch mit dem Beirat des Mobility2Grid e.V. für die strategischen und inhaltlichen Entwicklungen des Forschungscampus eingebracht.

In der operativen Durchführung bedeutete die Koordination u.a. auch die Verantwortung für die regelmäßigen Projekttreffen inklusive Vor- und Nachbereitung, Einladungs- und Terminkoordination und insbesondere der Wechsel von Präsenzterminen zu einem sinnvollen Online-Format mit Ausbruch der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020.

Weiterhin hat das FZI bei diversen Anliegen die Abstimmung zwischen den Partnern in bilateralen und partnerübergreifenden Formaten geleitet und so als Schnittstelle in der Kommunikation gegenüber dem Projektträger sowie der Leitung des Forschungscampus Mobility2Grid e.V. fungiert. Ein besonderer Fall bestand in der Geschäftsniederlegung der InnoZ GmbH zum Ende des Jahres 2018. So mussten offene Aufgaben für die Jahre 2019 und 2020 der InnoZ GmbH zusammengefasst sowie hinsichtlich der Ziele des Konsortiums ausgewertet und eine Übergabe relevanter Daten mit der InnoZ GmbH koordiniert werden. Hierfür wurden Treffen und Telefon-Konferenzen organisiert, welche das Ausscheiden der InnoZ GmbH aus dem Themenfeld 6 reibungslos gewährleisten sollten. Zusätzlich fand ein verstärkter Austausch mit der Geschäftsstelle des Forschungscampus sowie den anderen betroffenen Themenfeldern statt. Am Ende dieses Prozesses hat der Partner EICT zusammen mit dem FZI beschlossen, die offenen Aufgaben zu übernehmen, um die Gesamtqualität der Forschungsergebnisse sicherzustellen.

1.2. AP6.1: Prozessmanagement und -evaluation

Ziel dieses Arbeitspaketes waren die Koordination der Partner im gesamten Verbundprojekt innerhalb der gemeinsamen Arbeiten der Arbeitspakete sowie innerhalb der themenfeldübergreifenden Arbeiten im Forschungscampus Mobility2Grid. Im Besonderen zählte hierzu auch die Unterstützung der InnoZ GmbH bei der Organisation der R&TD-Labs und die Unterstützung des EICT bei der Erprobung, Optimierung und Evaluierung neuer partizipativer Ansätze für die IT-Entwicklung.

Das FZI hat als Themenfeldkoordinator den übergeordneten Gesamtprozesses im Themenfeld 6 koordiniert und geleitet. Hierfür wurden durch das FZI in regelmäßigen Abständen interne Projekttreffen und themenfeldübergreifende Workshops geplant, organisiert und veranstaltet, um den inhaltlichen und organisatorischen Abstimmungsbedarf für die Projektarbeiten, Meilensteine und Entwicklungsergebnisse sowie für die Verwaltung der gemeinsamen Dokumentenmanagementplattform zu decken. Sowohl zu den anderen Themenfeldern, zu themenfeldexternen Partnern und dem Vorhaben im Forschungscampus Mobility2Grid als auch hinsichtlich der Abstimmung mit verschiedenen Interessensgruppen, wie die der Anwender*innen, Dienstleister*innen u.a., gab es im Themenfeld einen hohen Abstimmungsbedarf, welcher durch das FZI in einer Vielzahl an Tätigkeiten koordiniert wurde. Dieser beständige Abstimmungsprozess hat sichergestellt, dass der Gesamtprozess mit seinen Evaluationskriterien in den technischen Entwicklungsarbeiten (der Plattform und Dienste) und in der Organisation der R&TD-Lab-Aktivitäten stets erfüllt wurde. Während der gesamten Projektlaufzeit wurden die definierten Kommunikationsstrukturen effektiv genutzt und durch das FZI beständig optimiert und weiterentwickelt.

Innerhalb der partizipativen Technologieentwicklung hat das FZI durch sein Projektmanagement Impulse und den Rahmen für eine gemeinsame Projektarbeit geboten. Dabei wurden neue Prozesse der IT-Entwicklung durch partizipative Ansätze erprobt, optimiert und evaluiert. Hierfür beriet das FZI das EICT beispielsweise zum Meilenstein 1 unter anderem zu technischen Systemvoraussetzungen, zur Einordnung der Plattform für spezifische Anwender- und Dienstanbietergruppen und zu ausgewählten Applikationen, die in den R&TD Labs implementiert werden sollten. In regelmäßigen Interviewtreffen mit dem EICT wurden detaillierte Informationen zum Ablauf, zu Herausforderungen und zu Lösungsansätzen bei den Entwicklungsarbeiten sowie zu Ideen und Anregungen zum Prozessmodell und zu möglichen Methoden in den Prozessschritten ausgetauscht. Dies ermöglichte es dem EICT während der Projektlaufzeit das Prozessmodell für die partizipative Technologieentwicklung aufzustellen und kontinuierlich weiterzuentwickeln. So ist ein partizipatives Prozessmodell entstanden, welches die Expertise, Anforderungen und Interessen der verschiedenen Stakeholder- und Anwendergruppen zusammenbringt, um die Entwicklung innovativer M2G-Dienste (Mehrwertdienste) zu ermöglichen.

1.3. AP6.2: Anforderungsanalyse

Das wesentliche Ziel in Arbeitspaket 6.2 war die Durchführung einer Stakeholderanalyse zur Identifikation und Auswahl der wichtigsten Stakeholder hinsichtlich der offenen, digitalen Plattform (M2G-Plattform) zur Verknüpfung von Basisdiensten aus den Sektoren Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit zu neuen innovativen Mehrwertdiensten sowie der Erhebung von Anforderungen an eine solche Plattform. Ein weiteres Ziel des FZI war die Unterstützung der InnoZ GmbH bei der Ausgestaltung der Themen für die R&TD-Labs und bei der Auswertung der wissenschaftlichen Inhalte und Erkenntnisse der R&TD-Labs für die Ausarbeitung von technischen Anforderungen an Mehrwertdienste und die M2G-Plattform.

In diversen Formatkonzepten und mit verschiedenen methodischen Hilfsmitteln, wie beispielsweise einer Anforderungsmatrix, welche die Stakeholder der M2G-Plattform und ihre Beziehungen untereinander zusammenfasst, wurde ein systematisches Vorgehen für die Anforderungsanalyse entwickelt und durchgeführt. So wurden zum Meilenstein 6 Anforderungen und Bedarfe pro Interessensgruppe erhoben und dokumentiert und im weiteren Verlauf als Leitlinie zur weiteren Anforderungserhebung verwendet. Das Dokument ist dabei so gestaltet, dass es auch in ähnlichen Projekten und Konstellationen wiederverwendet werden kann. Innerhalb mehrerer Veranstaltungen hat das FZI gemeinsam mit seinen Projektpartnern allgemeine Nutzeranforderungen an die M2G-Plattform sowohl technischer Art als auch aus der Informationssicht erhoben und einen Bezug zur Hardware- und Softwarearchitek-

tur hergestellt. So wurden entsprechende informationstechnische Schnittstellen und Entwicklungssprachen definiert, erhobenen technischen Anforderungen strukturiert und für die Umsetzung im Arbeitspaket 6.3 (Design und Test) operationalisiert und mit prototypischen Umsetzungen angereichert. Des Weiteren fanden zahlreiche Schnittstellenaktivitäten zur Erhebung von Anforderungen der anderen Themenfelder des Forschungscampus statt. Diese Aktivitäten waren notwendig, um die Stakeholder- und Anforderungsanalysen so zu gestalten, dass die zukünftigen Informationsdienste und der Datenaustausch durch die zu entwickelnde Plattform angemessen adressiert werden konnten. Die Erkenntnisse aus den Workshops mit den beteiligten Themenfeldern sowie aus verwandten Vorhaben und der Literatur bildeten die Grundlage für die Entwicklung der Governance-Richtlinien sowie der Kriterien für die Auswahl von Inhalten für die M2G-Plattform.

In einer späteren Projektphase wurden die Anforderungen an die M2G-Plattform gemeinsam mit den Projektpartnern in einem Nutzer*innen-Workshop evaluiert und verfeinert. Hierfür wurde ein Workshop-Format ausgearbeitet, zu dem unterschiedliche Stakeholder aus den Bereichen Energie, Mobilität, Nachhaltigkeit und digitale Plattformen eingeladen wurden. So konnten die Alleinstellungsmerkmale der M2G-Plattform sowie zuvor erarbeitete Anforderungen aus Stakeholderumfragen innerhalb des Workshops mit den Stakeholdern evaluiert und auf ihre Aktualität und Vollständigkeit hin ausgewertet werden. Die Ausgestaltung und Umsetzung der zuvor erhobenen Anforderungen innerhalb der M2G-Plattform haben dabei zu hohem Maße mit den Vorstellungen der Stakeholder übereingestimmt. Des Weiteren wurden gemeinsam mit den unterschiedlichen Stakeholdern bei diesem Format sowie in weiteren Formaten Forschungsfragen rund um die Alleinstellungsmerkmale der M2G-Plattform mithilfe von Prototypen und der M2G-Plattform diskutiert und erforscht.

In den verschiedenen Runden der R&TD-Labs war das FZI aktiv an der Ausgestaltung sowie als aktiver Teilnehmer und Diskussionspartner beteiligt. So wurden beispielsweise Fragestellungen zur technischen Machbarkeit und Details zu möglichen Implementierungen erörtert. Im Besonderen war das FZI maßgeblich an der Organisation, Ausgestaltung und Ausarbeitung der Themen für die verschiedenen R&TD-Lab Runden beteiligt. Zum Meilenstein 8 und 9 wurde beispielsweise ein Nutzungsszenario rund um autonome Shuttles sowie zugehörige innovative M2G-Dienste erarbeitet. Zum Meilenstein 10 wurden darüber hinaus Trends in den Bereichen Energie und Mobilität erarbeitet, die Rolle von offenen digitalen Dienstplattformen innerhalb dieser Trends analysiert und zukünftig relevante Mehrwertdienste und Forschungsthemen erörtert. Die in den Workshops und den R&TD-Labs erarbeiteten Szenarien und Dienstbeschreibungen wurden in entsprechenden Berichten zu den einzelnen Meilensteinen des Arbeitspakets dokumentiert.

1.4. AP6.3: Design und Test

Das Ziel in Arbeitspaket 6.3 war es, die diversen Fragestellungen, beispielsweise zur Architektur, zur Plattform-Governance, zur IT-Sicherheit und zum Datenschutz, rund um die digitale Plattform zur Unterstützung der Energie- und Mobilitätswende sowie rund um die Mehrwertdienste zu erforschen. Um die wissenschaftlichen Fragestellungen angemessen zu untersuchen, wurde eine digitale Plattform, die M2G-Plattform¹, konzipiert und prototypisch entwickelt. Zu den Aufgaben des FZI zählte hierbei die Konzeption des Backends und Frontends sowie die prototypische Entwicklung des Frontends und der Plattformfunktionalitäten innerhalb des Frontends. Weiterhin war es Ziel des Arbeitspakets, Forschungsfragen bezüglich der Komposition von Mehrwertdiensten aus heterogenen Basisdiensten unterschiedlicher Unternehmen zu erforschen. Auch in diesem Forschungszusammenhang wurden Mehrwertdienste konzipiert und prototypisch entwickelt. Durch fortwährende iterative Testläufe wurden die gesammelten Forschungsergebnisse mithilfe der M2G-Plattform und der Mehrwertdienste kontinuierlich evaluiert und verfeinert.

Nachdem die wesentlichen Stakeholder und Anforderungen in Arbeitspaket 6.2 identifiziert wurden konnte in Arbeitspaket 6.3 mit der technischen Planung begonnen werden. Hierzu wurde der Stand der Technik erhoben und verschiedene Frameworks und Bibliotheken hinsichtlich der Eignung und Kompatibilität mit den vorhandenen Technologien im Backend (JIAC Framework) vom DAI-Labor miteinander verglichen. Anschließend wurde mit Unterstützung vom DAI-Labor eine technische Architektur ausgearbeitet, welche das Zusammenspiel der Hardware, Middleware und des Frontends beschreibt. Ein Modell, das diese Architektur veranschaulicht, ist in Abbildung 3 dargestellt.

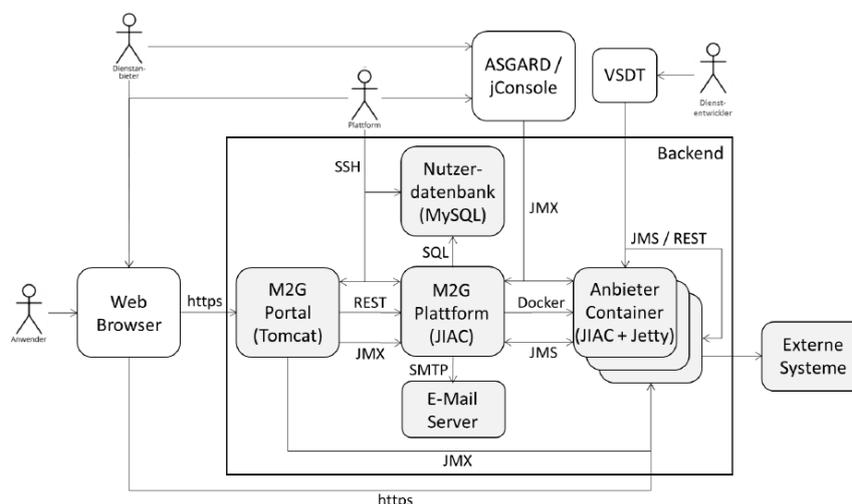


Abbildung 3: Veranschaulicht die übergeordnete technische Architektur der M2G-Plattform.

In Abbildung 3 erkennt man neben der wichtigen Unterscheidung der verschiedenen Rollen der Plattform auch die einzelnen Systeme mit ihren Kommunikationsprotokollen. Die M2G-Plattform zielt dabei vorrangig auf das Business-to-Business Segment ab zur Verfolgung des übergeordneten Ziels der Erforschung, wie Unternehmen bei der Energie- und Mobilitätswende auf digitalem Wege unterstützt werden können. Hierbei liegt ein besonderes Augenmerk auf dem Mehrwertdienstkonzept, also der Verknüpfung von heterogenen Diensten verschiedener Unternehmen über einheitliche und offene Schnittstellen. Zu der Architektur der M2G-Plattform gehören verschiedene Modelle, beispielsweise eine Feinarchitektur der Komponenten der Systeme sowie ein Rollen- und Feature-Diagramm, welches die einzelnen Rollen mit ihren Plattformfunktionalitäten abbildet. Das Rollen- und Feature-Diagramm wurde auf Basis der erhobenen Anforderungen in Workshops und Forschungstreffen des Arbeitspakets 6.2 ausgearbeitet. Um der bislang wenig erforschten Sektorkopplung von Mobilität und Energie im digitalen Raum Rechnung zu tragen, mussten die entworfenen Rollen und ihre Zugriffsrechte sowie rechtliche Rahmenbedingungen gemäß den Aufgaben und Anforderungen der unterschiedlichen Akteur*innen der Sektoren entworfen werden. Über die einzelnen Rollen wird dabei der Funktionsumfang angepasst und personalisiert und so die Benutzer*innenfreundlichkeit gefördert. Die Rollen tragen auch zu einem angemessenen Sicherheits- und Datenschutzkonzept bei. Damit unterscheidet die M2G-Plattform neben dem Administrator zwischen dem/der Plattform-Besucher*in, dem/der angemeldeten Nutzer*in, dem/der Datenanbieter*in und dem/der Dienstanbieter*in. Während angemeldete Nutzer*innen mit Diensten auf der M2G-Plattform interagieren, entwickeln und stellen Daten- und Dienstanbieter*innen Daten und Dienste auf der M2G-Plattform bereit. Insgesamt können die entwickelten Modelle als Blaupausen für Plattformen mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden.

Um die diversen wissenschaftlichen Fragestellungen angemessen zu erforschen, wurde gemeinsam mit dem DAI-Labor die M2G-Plattform entwickelt. Auch die anderen Partner unterstützen bei deren Ausgestaltung. Das Frontend der M2G-Plattform besteht aus mehreren Teilen. Die News-Rubrik repräsentiert die systematisierte Außenrepräsentation des Themenfeld 6 auf der M2G-Plattform. Diese

wurde von allen Partnern beständig mit News-Beiträgen gepflegt. Auf diese Weise wurden aktuelle Entwicklungen, aber auch Informationen zu Vorgehensweisen und Ergebnissen des Themenfelds 6, der Plattform-Community und Interessenten bereitgestellt. Das FZI koordinierte diesen Prozess. Das Benutzerprofil ermöglicht angemeldeten Nutzer*innen die Administrierung des eigenen Accounts sowie eine optionale persönliche Darstellung, welche das Ziel hat, die Kommunikation der Plattform-Community untereinander zu stärken. Eigens zu diesem Zweck arbeitete das FZI Interessens- und Expertisebereiche aus, welche die Sektoren die die M2G-Plattform miteinander koppelt, abbildet. So können angemeldete Nutzer*innen, Daten- und Dienst anbietende ihre Interessens- und Expertisebereiche in den einzelnen Sektoren darstellen und Personen mit spezifischen Interessen und Expertisen für die Entwicklung von Mehrwertdiensten finden. Das Dashboard stellt den zentralen Einstiegspunkt für die Plattform-Nutzenden dar. Diese können aus einer Reihe von Energie-, Mobilitäts- und Nachhaltigkeits-Diensten Favoriten zusammenstellen und nutzen.

Mit der Datenanbieter-Rolle bekommt der/die Nutzende Zugriff auf die Datenverwaltung. Diese ermöglicht es, Datensätze verschiedener Formate auf der M2G-Plattform bereitzustellen und zu verwalten. Diese Datensätze sind besonders vor dem Hintergrund der Dienstentwicklung zu betrachten. So sollen Dienstentwickler*innen und Datenanbieter*innen enger in Kontakt gebracht werden, um miteinander innovative Mehrwertdienste zu entwickeln. Mit der Dienstanbieter-Rolle bekommt der/die Nutzende Zugriff auf die Anwendungsverwaltung, in welcher Dienste bereitgestellt und verwaltet werden können. Eine wichtige Erkenntnis, welche sich aus der iterativen Evaluation der Dienstanbieter*innen auf der M2G-Plattform ergab, war, dass es sich bei den agierenden Personen nicht um Beschäftigte in Managementpositionen handelt, sondern um operative Mitarbeiter*innen, die im Auftrag handeln. Folglich sind bei der Architektur einer Dienstplattform wie der M2G-Plattform Code nahe Funktionalitäten, wie der Download von Logfiles und detaillierte Informationen zum Lebenszyklus der Dienste, besonders zu berücksichtigen. Eine weitere beispielhafte Entwicklung, welche aus der Erforschung der verschiedenen Fragestellungen rund um die Mehrwertdienste entstanden ist, ist die vernetzte Agentensicht. Diese ist in der Anwendungsverwaltung integriert. Die vernetzte Agentensicht stellt ein Ergebnis dar, welches aus der Erforschung der Frage „Wie lässt sich die Komplexität von transitiv vernetzen Mehrwertdiensten geeignet darstellen?“ entstanden ist. Die vernetzte Agentensicht visualisiert die Übersicht über verfügbare und bereits verschaltete Basis- und Mehrwertdienste mittels Graphen. Dabei sind abhängige Dienste als Knoten repräsentiert, miteinander vernetzt, ihre verantwortlichen Dienstleister farblich im Knoten hinterlegt und die bereitgestellten Funktionalitäten über das anklicken der jeweiligen Knoten abrufbar. Weiterhin erforschte und entwickelte das FZI eine M2G-Ontologie, welche die Domänen Mobilität, Energie und digitale Infrastrukturen zusammenführt und es ermöglicht, Dienste, Daten und Anwendungen eindeutig zu klassifizieren und auffindbar zu machen.

Das FZI war auch für die Themen IT-Sicherheit und den Datenschutz zuständig. Hierfür wurden verschiedene Sicherheitsmaßnahmen, von Session-Tokens bis zu Zertifikaten auf ihre Eignung untersucht und in der M2G-Plattform umgesetzt. Die entwickelten Sicherheitskonzepte wurden vom DAI-Labor ebenfalls im Backend realisiert. Während der Projektlaufzeit gab es größere und kleinere gesetzliche Neuerungen. So kam auch die Datenschutzgrundverordnung zum Tragen. Das FZI behandelte dieses Thema von Beginn an und berücksichtigte dieses bei allen Entwicklungsarbeiten. So wurden beispielsweise die allgemeinen Geschäftsbedingungen, Einwilligungserklärungen und die Datenschutzrichtlinien ausgearbeitet und beständig aktualisiert.

Neben den vorangegangenen Forschungsfragen widmete sich das FZI auch Fragestellungen zur Zugriffskontrolle in dem komplexen Geflecht aus unternehmerischen Geschäftsprozessen und der Verknüpfung von Diensten über Unternehmensgrenzen hinweg. Hierbei wurde an einem Ansatz geforscht, welcher Zugriffskontrollanforderungen aus Geschäftsprozessen extrahiert, um rollenbasierte Zugriffskontrollrichtlinien zu generieren. Dieser Ansatz wurde prototypisch als Dienst entwickelt und in die

M2G-Plattform eingebunden. Beispielsweise können Unternehmen, welche Dienste auf der M2G-Plattform bereitstellen, diesen Dienst nutzen, um initiale Richtlinien für den Zugriff auf diese Dienste aus ihren Geschäftsprozessen abzuleiten. Darüber hinaus wurde erforscht, wie die extrahierten Zugriffsberechtigungen verwendet werden können, um die zugehörige IT-Architektur auf ihre Einhaltung hin zu überprüfen. Ein weiteres Highlight war die Erforschung der Rollenkonzepte und Identitäten von realen und potentiellen Akteur*innen innerhalb der Dienste und Dienstkonzepte der M2G-Plattform. So wurde eine Matrix ausgearbeitet, welche Akteur*innen zu verschiedenen Rollen gruppiert und deren Anforderungen und Bedürfnisse an Dienste, Identitätsdaten, Datenschutz und Zugriffskontrolle beschreibt. Auf dieser Basis wurden mehrere Teilszenarien detaillierter ausgearbeitet und als Teil des Berichts „Konzept Weiterentwicklung der Prototypen“ strukturiert dargestellt und veröffentlicht.

Das FZI forschte zu Mehrwertdiensten und entwickelte diese auch im Zusammenhang mit Studierenden innerhalb von Lehrveranstaltungen. So wurde beispielsweise gemeinsam mit dem DAI-Labor die TU-Lehrveranstaltung „Programmierpraktikum Intelligenter Softwaresysteme“ durchgeführt, in welcher zwei größere Studierendengruppen sich an Forschungsergebnissen zur M2G-Plattform und den Mehrwertdiensten erprobten und unter Anleitung jeweils einen Dienst für die M2G-Plattform entwickelten. So konnte das Themenfeld 6 im Realbetrieb die selbst erforschten und entwickelten Konzepte mit den Studierenden testen und gleichzeitig zwei prototypische Mehrwertdienste aus den Bereichen Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit gewinnen. Es wurde ein generischer Micro Smart Grid Visualisierungsdienst entwickelt und integriert. Dieser arbeitet auf den Daten des Micro Smart Grids des DAI-Labors. Zudem wurde ein CO₂-Verbrauchsrechner erstellt, welcher über eine Menge von detaillierten Fahrzeugmodellen verfügt, für die der spezifische CO₂-Verbrauch einer Strecke berechnet werden kann. Das Themenfeld 3 „Vernetzte E-Mobilität“ hat bei der Ausarbeitung von Anforderungen an eine der Studierendengruppen unterstützt.

Die vom FZI und dem DAI-Labor und unter deren Anleitung entwickelten Dienste dienten auch der Evaluation der Funktionalitäten der M2G-Plattform. Beispielsweise wurde die Interaktion von Dienstentwickler*innen mit der M2G-Plattform und der Anwendungsverwaltung begutachtet und Erkenntnisse gesammelt, welche wiederum in die Entwicklungsarbeit eingeflossen sind. Hervorzuheben sind die Entwicklungsarbeiten zur prototypischen Umsetzung des Demonstrator-Szenarios aus den 1. R&TD-Labs. Themenfeld- und unternehmensübergreifend wurde das CampusNavi entwickelt, welches demonstrativ eine Dienstbeschreibung am Beispiel des EUREF-Campus implementiert, die in den 1. R&TD-Labs ausgearbeitet wurde. Gleichzeitig veranschaulicht der Mehrwertdienst CampusNavi, wie durch eine Zusammenarbeit von Unternehmen aus den Bereichen Mobilität, Energie und Nachhaltigkeit, innovative Mehrwertdienste aus Basisdiensten entstehen können ohne proprietäre Protokolle zu verwenden. Das CampusNavi, welches in Abbildung 4 dargestellt ist, stellt eine prototypische Navigation der Zukunft dar, bei der Stakeholder wie Navigationsunternehmen, Arealbetreibende, Ladesäulenbetreibende und Parkplatzbetreibende für einen integrierten Mehrwertdienst zusammengekommen sind. Es integriert in eine Navigation arealbezogene Informationen des EUREF-Campus wie Unternehmensstandortdaten und Standorte von Fahrradständern, Echtzeit-Ladesäulendaten mit Buchungsoptionen, Echtzeit-Parkplatzbelegungsdaten, Daten zum Anteil der erneuerbaren Energien im Campusstrom und CO₂-Verbrauchsdaten von mehreren Gebäuden auf dem EUREF-Campus. Das FZI und das DAI-Labor arbeiteten hierfür mit dem Themenfeld 2, Querschnittsfeld 7, Schneider Electric, Inno2Grid und der EUREF AG zusammen. Das CampusNavi ist ein Beispiel dafür, wie Unternehmen nicht nur Daten, sondern auch Dienste miteinander auf einfache und nachhaltige Art und Weise teilen und verknüpfen können. Der Mehrwert des CampusNavi wurde gemeinsam mit Schneider Electric und Actemium in einer kleinen Studie evaluiert, bei welcher das EICT mit seinem Know-how zum Studiendesign unterstützte. Ergebnisse zeigten, dass neben der erweiterten Navigation und den Echtzeitdaten

zu Ladesäulen und Parkplätzen insbesondere die Aspekte der Nachhaltigkeit für Angestellte und Besucher*innen, welche das CampusNavi nutzten, von Interesse und besonderem Mehrwert waren.

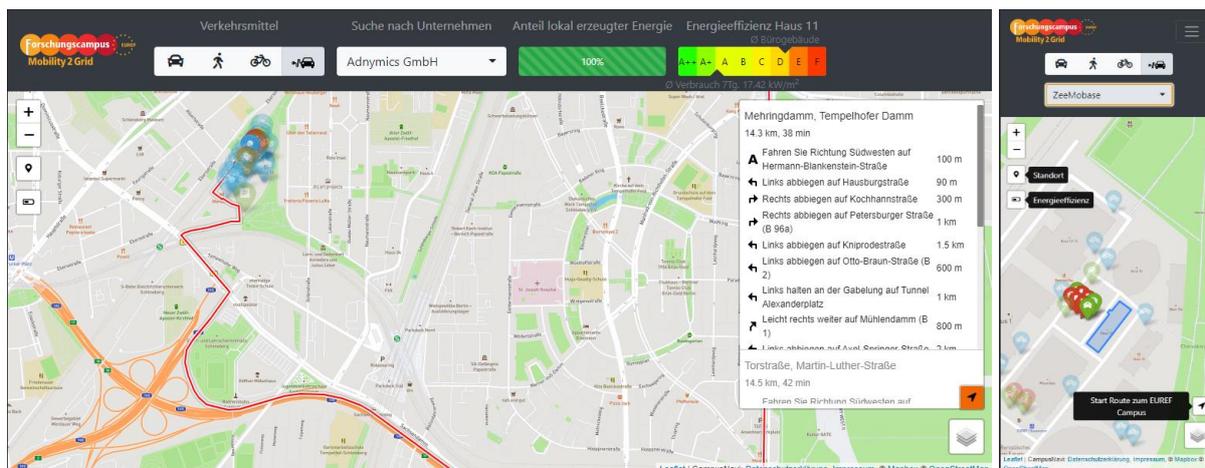


Abbildung 4: Zeigt das CampusNavi links in der Webansicht und rechts in der mobilen Ansicht.

Das Arbeitspaket wurde mit dem Meilenstein 15 abgeschlossen, zu dem das FZI gemeinsam mit dem DAI-Labor Konzepte zur Weiterentwicklung der Dienste und der M2G-Plattform ausgearbeitet hat.

1.5. AP6.4: Transfer

Ziel dieses Arbeitspaketes war es, die im Themenfeld 6 gewonnenen Erkenntnisse einem breiten Interessenten- und Anwendendenkreis zu öffnen und diese in den Expert*innen-Communities zu verbreiten. Neben den eigenen Tätigkeiten des FZI für die Verbreitung von wissenschaftlichen Ergebnissen in die Forschung, Lehre und Industrie, galt es das EICT bei den übergeordneten Transferaktivitäten zu unterstützen. Weiterhin war es Teil dieses Arbeitspaketes, gemeinsam mit dem DAI-Labor die Bereitstellung und den Betrieb der M2G-Plattform zu gewährleisten.

Das Themenfeld 6 bemühte sich um einen engen Austausch mit Experten und Expertinnen in den einzelnen Teildisziplinen. Über die gesamte Projektlaufzeit nahm das FZI als Experte an diversen Workshops teil und war auf Statustreffen anderer Themenfelder vertreten. Diese und weitere durch das Themenfeld 6 organisierte Formate wurden genutzt, um gewonnenes Wissen auszutauschen und Anknüpfungspunkte zur Zusammenarbeit zu identifizieren.

In Bezug auf die Lehre wurde zum Meilenstein M17 ein Konzept für ein Weiterbildungsprogramm durch das FZI ausgearbeitet, welches angehenden und erfahrenen Softwareentwickler*innen sowie technischen Leiter*innen in Industriebetrieben die nötigen technischen, rechtlichen und nutzungsbezogenen Kenntnisse zur Umsetzung von Projekten für die Realisierung digitaler Infrastrukturen vermittelt. Das Weiterbildungskonzept fokussiert sich auf Technologien und Ansätze zur Verknüpfung der Mobilitäts- und Energiedomänen durch digitale Dienstleistungen und Daten über die gesamte Datenwertschöpfungskette. Hierfür wurde ein Konzept bestehend aus sechs Modulen konzipiert, welches theoretische und praktische Kenntnisse in Hardwaretechnik, Softwaretechnik, Datenbank- und Webanwendung sowie zu analytischen Methoden zur Identifikation und Einbindung der rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen vermittelt. Darüber hinaus war das FZI in verschiedenen Konstellationen an Lehrveranstaltungen der TU Berlin beteiligt und vermittelte gewonnenes Wissen an junge Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen. So zum Beispiel im „Programmierpraktikum Intelligenter Softwaresysteme“ oder in der Vorlesung „Life Cycle Management“.

Das FZI leitete und koordinierte den Prozess, in welchem alle Projektpartner in regelmäßigen Abständen News-Beiträge für die News-Rubrik der M2G-Plattform schrieben. Auf diese Weise wurden aktuelle Entwicklungen, aber auch Informationen zu Vorgehensweisen und Ergebnissen des Themenfelds 6, der Plattform-Community und Interessent*innen bereitgestellt. Ein größerer wissenschaftlicher Beitrag wurde seitens des FZI in dem M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“ mit dem umfangreichen M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“ geleistet. Zusammen mit Projektpartnern und ausgewiesenen Expert*innen wurde gezeigt, wie Energie und Verkehr in der Theorie zusammengedacht und in der Praxis zusammengebracht werden kann. So wurden Inhalte aus den Projektarbeiten in Themen erörtert, wie dem Potenzial digitaler Plattformen unterschiedliche Domänen zu verbinden, der Verwaltung und Generierung von Mobilitätsdaten und ihr Einfluss auf das individuelle Verhalten und entsprechende Geschäftsmodelle, den Akzeptanzansätzen für Elektromobilität, der datenbasierten Nutzbarkeit von autonomen Fahrzeugen, den rechtlichen Aspekten des Dateneigentums bei der Benutzung der Infrastruktur der E-Mobilität sowie dem Potenzial für die Verwaltung von verteilten Elektromobilitätssystemen durch Distributed Ledger Technologien.

Einige weitere Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit seien im Folgenden hervorgehoben:

- Beitrag im FZI Newsletter und dem FZI Newsblog zum Themenfeld 6 und den Arbeiten des FZI, welcher durch das EICT koordiniert und mitgestaltet wurde
- Beitrag vom FZI zu digitalen Mobilitätsanwendungen und ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft in den News der Zukunft Mobilität
- Foliensatz zu Forschungsfragen und Ergebnissen des Themenfeld 6, welcher in der ZeeMoBase dauerhaft ausgestrahlt wird
- Workshop und Vortrag des Themenfeld 6 auf der M2G-Konferenz „Lab2Reality“
- Vortrag auf der Hauptstadtkonferenz Elektromobilität zu verschiedenen Arbeiten des Themenfeld 6

Schlussendlich fand der Transfer von gewonnenen Erkenntnissen auch in zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen des FZI statt, welche gemeinsam mit den zuvor erwähnten Veröffentlichungsmaßnahmen und vielen weiteren im Kapitel II.6 detaillierter aufgelistet werden.

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Zuwendung des FZI floss zum größten Teil in das wissenschaftliche Personal und die studentischen Hilfskräfte. Dabei ist zu beachten, dass das FZI sich nicht nur der Erforschung wissenschaftlicher Fragestellungen innerhalb des Themenfeld 6 gewidmet hat, sondern auch die leitende Tätigkeit der Konsortialführung inne hatte. Dabei wurde das Konsortium in den ersten zwei Jahren durch eine promovierte Wirtschaftsingenieurin geleitet, um dem Fokus auf die Anforderungserhebung und den zu Anfang verstärkt notwendigen Projektmanagement-Tätigkeiten Rechnung zu tragen. Anschließend wurde das Projekt von einem Doktoranden der Informatik übernommen, um den verstärkten Fokus der Entwicklungsarbeiten sowie der Schärfung der wissenschaftlichen Fragestellungen der Informatik zu berücksichtigen. Ein weiterer Teil der Zuwendungen wurde aufgewendet für den wissenschaftlichen Transfer der gewonnenen Ergebnisse des Themenfeld 6 der auf vielfältige Weise - von wissenschaftlichen Veröffentlichungen über Messe- und Konferenzteilnahmen bis hin zur Ausrichtung von Workshops - erfolgte.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Das FZI hat die finanziellen Mittel ausschließlich darauf verwendet, das Projekt wie in der Aufgabenstellung und Planung beschrieben durchzuführen. Die geleisteten Arbeiten wurden nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten durchgeführt und waren im Hinblick auf die angestrebten wissenschaftlichen

Ergebnisse notwendig und angemessen. Wie unter Kapitel II.1 aufgeschlüsselt wurden unter Zuhilfenahme verschiedener wissenschaftlicher Methoden und unter Einbeziehung von Expert*innen Anforderungen für eine offene Dienstplattform im Bereich der Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit erhoben. Die Anforderungen unterlagen im Besonderen dem Schwerpunkt der Verknüpfung von Basisdiensten zu innovativen Mehrwertdiensten, weil ohne diese Verknüpfung eine Sektorkopplung nicht realisiert werden kann. Auf dieser Basis wurde die M2G-Plattform entwickelt, welche Unternehmen die Möglichkeit bietet, auf einfache und einheitliche Art und Weise proprietäre Dienste zu neuen Mehrwertdiensten zu verknüpfen. Die M2G-Plattform wurde innerhalb des Themenfeld 6 und auch durch das FZI dazu genutzt, um die Forschungsfragestellungen zu offenen digitalen Plattformen, welche in Kapitel I.1 beschrieben sind, zu erforschen. Die Erforschung von Fragestellungen zu Mehrwertdiensten fand in den wiederkehrenden R&TD-Labs sowie in den Ausarbeitungen zu prototypischen Mehrwertdiensten statt. Innerhalb der verschiedenen Themenfeld-internen und -übergreifenden Evaluationen wurden wissenschaftliche Erkenntnisse praktisch umgesetzt und erprobt. So sind neben der Entwicklung der M2G-Plattform sowie der Integration von Drittanbieterdiensten auch einige Dienste und Mehrwertdienste innerhalb der M2G-Plattform entwickelt, erforscht und evaluiert worden. Die gewonnenen Forschungsergebnisse wurden über die gesamte Projektlaufzeit auf vielfältige Art und Weise verbreitet. Die verschiedenen Publikationen, Konferenzpräsentationen sowie Vorstellungen auf Messen und Veranstaltungen werden im Detail in Kapitel II.6 vorgestellt. Darüber hinaus war das FZI an mehreren Lehrveranstaltungen hauptverantwortlich oder unterstützend beteiligt, in denen wissenschaftliche Erkenntnisse des Themenfeld 6 an junge Wissenschaftlicher*innen weitergegeben wurden. Neben den inhaltlichen Arbeiten hat das FZI als Themenfeldkoordinator die Vernetzung des Themenfelds mit den anderen Themenfeldern in Mobility2Grid vorangetrieben, die Weiterentwicklung des Forschungscampus in verschiedenen Sitzungen wie beispielsweise den Vorstandssitzungen mitgestaltet sowie die partnerübergreifenden Arbeiten innerhalb des Themenfelds koordiniert.

4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung

Das Forschungszentrum Informatik (FZI) ist eine gemeinnützige Stiftung des bürgerlichen Rechts und verfolgt als solche mit den im Themenfeld 6 geschaffenen Produkten, Applikationen und Dienstleistungen keine wirtschaftlichen Ziele, sondern eine wissenschaftliche Erkenntnisabsicht mit starkem, vorwettbewerblichen und gesellschaftlichen Anwendungsbezug. Durch die gemeinsame Arbeit an hochinnovativen Lösungen möchte das FZI als gemeinnützige Stiftung und Forschungsinstitut für anwendungsorientierte IKT-Forschung und Technologietransfer seine Kenntnisse weiter ausbauen und sich bundesweit stärker mit Anwendungspartner*innen vernetzen. Dies ermöglicht dem FZI auch in Zukunft, neueste Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung an seine Partner*innen weiterzugeben und gemeinsam an neuen Inhalten zu forschen. Folglich war das vorrangige Ziel des FZI im Themenfeld 6 die Generierung und Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse. So werden Folgeaufträge und Forschungsprojekte mit Anwendungspartner*innen auch über die Projektlaufzeit hinaus angestrebt.

Konkret wurden Erkenntnisse zu agilen und partizipativen Entwicklungsprozessen im Rahmen der R&TD-Labs, Erkenntnisse zu den erforschten Themen innerhalb der R&TD-Labs sowie Konzepte zur laufenden Einbindung von Stakeholdern in den Entwicklungsprozessen gesammelt. Innerhalb der R&TD-Labs wurde vertieft an Trends der Elektromobilität und der Erneuerbaren Energien gearbeitet. So konnten neue Erkenntnisse zu beispielsweise Themen der autonomen Shuttles in Quartieren oder auch Nachhaltigkeitsansätzen für Mobilitätskonzepte mit Expert*innen erarbeitet und weitergenutzt werden. Im Kontext der technischen Umsetzung erforschte das FZI diverse Fragestellungen der Informatik rund um die Themen der offenen digitalen Plattform und des Mehrwertdienstkonzepts im Bereich der Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit. Antworten auf Fragestellungen wurden unter anderem zur IT-Architektur, IT-Governance, dem Datenschutz und der IT-Sicherheit gewonnen. An diesen sowie

den anderen Themen des FZI im Themenfeld 6 besteht ein weitreichendes Interesse der Wissenschaftsgemeinschaft, welches an der hohen Anzahl an Konferenzen und Publikationsoptionen zu erkennen ist. Die Verbreitung der wissenschaftlichen Erkenntnisse durch das FZI wird im Weiteren in Kapitel II.6 ausgeführt.

Die weitere Verwertung und potentielle Weiterentwicklung der M2G-Plattform und der Plattform-Dienste innerhalb des Forschungscampus Mobility2Grid obliegt dem DAI-Labor, welches der verbleibende Partner des Themenfelds 6 in der zweiten Förderphase ist.

5. Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens von dritter Seite

Die Forschung innerhalb von Projekten in den Bereichen der digitalen Plattformen hat sich über die letzten Jahre weiterentwickelt. Obwohl Forschung und Projektrealisierung an verwandten Schnittstellen arbeiten, beschäftigen sie sich dennoch mit einem fundamental andersartigen Forschungsansatz als dem welcher im Themenfeld 6 verfolgt und erforscht wurde. Somit gibt es keine signifikanten Entwicklungen oder Forschungsergebnisse die von dritter Seite bekannt geworden sind, welche eine Anpassung der Projektziele erfordert oder der Durchführung des Vorhabens im Themenfeld 6 entgegenstanden hätten.

Zu den im vorangegangenen Abschnitt erwähnten Projekten zählen beispielsweise das Forschungsprojekt vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mCLOUD⁸⁹ oder auch das Industrieprojekte Jelbi⁹⁰ der BVG. Bei beiden geht es um eine digitale Plattform, jedoch nicht mit dem Ziel, Dienste aus den Sektoren Energie und Mobilität miteinander zu verbinden, um die Energie- und Mobilitätswende zu unterstützen. Mit der mCLOUD wurde eine offene digitale Plattform zum Verwalten und Teilen von Mobilitätsdaten entwickelt. Der Fokus liegt also auf Daten, während es bei der M2G-Plattform um die Bereitstellung von Diensten geht. Die Forschungsfragen und technischen Herausforderungen sind dabei grundlegend unterschiedlich. Industrieprojekte wie Jelbi stellen mehrere Mobilitätsdienste in einem proprietären Dienst bereit. Sie bieten jedoch keine Lösung, wie man eine Vielzahl heterogener Dienste aus dem Bereich Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit auf eine einheitliche Art und Weise innerhalb einer offenen Dienstplattform bereitstellt, um Dienstentwicklern*innen anschließend die Möglichkeit zu geben, diese Dienste zu neuen Mehrwertdiensten zu verknüpfen und weiterzuentwickeln. Hier verbirgt sich der Unterschied maßgeblich in der technischen Ausgestaltung und den technischen Möglichkeiten. Nach einer eingehenderen Analyse der bisherigen Forschungsprojekte von dritter Seite konnte festgestellt werden, dass sich Projekte im thematischen Umfeld dennoch mit grundsätzlich anderen Fragestellungen beschäftigen. Weitere Projekte hinsichtlich des wissenschaftlichen und technischen Stands wurden in Kapitel I.4 beschrieben.

6. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

6.1. Projektberichte und Medienartikel

- A. Beuster, F. Bernal, H. Jonuschat und O. Levina (2016): „Meilensteinbericht 1 - Prozessmodell für partizipative Technologieentwicklung – Design und Evaluation“. Im Alfresco der TU Berlin.
- H. Jonuschat und O. Levina (2016): „Meilensteinbericht 6 – Anforderungsanalyse Nutzeranforderungen allgemein“. Im Alfresco der TU Berlin.
- O. Levina, J. Keiser und T. Geithner (2016): „Meilensteinbericht 11 - Bereitstellung der M2G-Plattform“. Im Alfresco der TU Berlin.
- R. Pilipchuk, J. Keiser und T. Geithner (2017): „Meilensteinbericht 12 - Bereitstellung der M2G-Plattform“. Im Alfresco der TU Berlin.

⁸⁹ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), mCloud: <https://www.mcloud.de/> [Zugriff: 31.03.2021]

⁹⁰ Jelbi: <https://www.jelbi.de/en/home/> [Zugriff: 31.03.2021]

- O. Levina und R. Pilipchuk (2017): „Meilensteinbericht 17 - Weiterbildungskonzept IT“. Im Alfresco der TU Berlin.
- R. Pilipchuk (August 2018): „Themenfeld 6 - Digitale Räume“. In News-Rubrik der M2G-Plattform.
- R. Pilipchuk (August 2018): „Exemplarische Dienstentwicklung für die M2G-Plattform an einem durchgespielten fiktiven Szenario“. In News-Rubrik der M2G-Plattform.
- H. Jonuschat, I. Deibel und R. Pilipchuk (2018): „Meilensteinbericht 9 - Nutzungsszenarien für M2G-Dienste rund um fahrerlose Shuttles“. Im Alfresco der TU Berlin.
- R. Pilipchuk, J. Keiser und T. Geithner (2019): „Meilensteinbericht 14 - Dienste rund um die M2G-Plattform“. Im Alfresco der TU Berlin.
- R. Pilipchuk (April 2019): „M2G-Plattform v2 Features“. In News-Rubrik der M2G-Plattform.
- R. Pilipchuk (Dezember 2019): „Die vernetzte Agentensicht auf der M2G-Plattform“. In News-Rubrik der M2G-Plattform.
- O. Levina und R. Pilipchuk (2020): „Meilensteinbericht 10 - Themen für eine dritte Lab-Runde - Innovative Mobilitätsdienstleistungen“. Im Alfresco der TU Berlin.
- A. Beuster und R. Pilipchuk (Julie 2020): „M2G-Plattform – Offene digitale Plattform als Marktplatz für Mehrwertdienstleistungen“. Im FZI Newsblog.
- A. Beuster und R. Pilipchuk (Julie 2020): „M2G-Plattform – Offene digitale Plattform als Marktplatz für Mehrwertdienstleistungen“. In FZI Webseite. [Link](#).
- A. Beuster und R. Pilipchuk (2020): „Meilensteinbericht 4 - Konzept neue Forschungsfelder“. Im Alfresco der TU Berlin.
- O. Levina (August 2020): „Digitale Mobilitätsanwendungen und ihre Auswirkungen auf die Gesellschaft“. In Zukunft Mobilität. [Link](#).
- R. Pilipchuk (August 2020): „M2G-Plattform – Offene digitale Plattform als Marktplatz für Mehrwertdienstleistungen“. In News-Rubrik der M2G-Plattform.
- R. Pilipchuk (September 2020): „Quantencomputer zur Optimierung des Verkehrs“. In News-Rubrik der M2G-Plattform.
- A. Beuster, R. Pilipchuk, F. Bernal, H. Jonuschat, O. Levina (2020): „Meilensteinbericht 5 - Evaluationsbericht Gesamtprozess“. Im Alfresco der TU Berlin.
- R. Pilipchuk, J. Keiser und T. Geithner (2019): „Meilensteinbericht 15 - Konzept Weiterentwicklung der Prototypen“. Im Alfresco der TU Berlin.
- R. Pilipchuk und L. Kranich (2021): „Abschlussbericht – Themenfeld 6 Digitale Räume, FZI Forschungszentrum Informatik“. In Technischen Informationsbibliothek (TIB).

6.2. Vorträge und Präsentationen

- Workshop Lieferverkehr auf dem EUREF Campus (2016): Vorstellung aktueller Themen des Themenfeld 6 und Zusammenarbeit mit Experten
- Workshop Nutzungsszenarien (2016): Vorstellung aktueller Themen des Themenfeld 6 und Zusammenarbeit mit Experten
- Workshop Partizipative Plattformen in der Zukunft (2016): Vorstellung aktueller Themen des Themenfeld 6 und Zusammenarbeit mit Experten
- DIN studieFORUM (2016): Diskussion zum Thema „Industrie 4.0 - Wie sieht die Welt von morgen aus?“
- Hauptstadtkonferenz Elektromobilität (2016): Vortrag zu Arbeiten des Themenfeld 6
- Leibniz Energy Talk (2016): Vortrag zum Thema „Sektorkopplung durch Digitalisierung?“
- Hannover Messe (2017): Stand Betreuung und Vorstellung des Forschungscampus und der Arbeiten des Themenfeld 6
- Symposium zum Thema Partizipation und Mobilität (2017): Vortrag zu digitalen Räumen und mobiler Partizipation
- Lehrveranstaltung Live Cycle Management (2017): Vortrag zu Arbeiten des Themenfeld 6
- Workshop Sektorkopplung durch Digitalisierung (2018): Vorstellung aktueller Themen des Themenfeld 6 und Zusammenarbeit mit Experten
- M2G-Konferenz Lab2Reality (2018): Vortrag zu Arbeiten des Themenfeld 6
- FZI-Frühlingsfest (2019): Stand und Präsentation der Themen des Themenfeld 6

- Lehrveranstaltung Praktikum Intelligenter Softwaresysteme (2019): Vortrag zu Arbeiten des Themenfeld 6
- Abschlussveranstaltung Praktikum Intelligenter Softwaresysteme (2020): Vorträge zu Arbeiten auf der M2G-Plattform
- Workshop M2G-Plattform Nutzerevaluation (2020): Vorstellung aktueller Themen des Themenfeld 6 und Zusammenarbeit mit Experten

Darüber hinaus fanden eine Vielzahl von Mobility2Grid internen Veranstaltungen, Themenfeld-übergreifenden Workshops und Workshops mit externen Unternehmen statt, bei denen Inhalte des Themenfeld 6 präsentiert und veranschaulicht wurden. Diese werden im Weiteren aufgrund der Vielzahl nicht detaillierter aufgelistet.

6.3. Wissenschaftliche Publikationen

- O. Levina und L. Kranich (2016): „Mobility and the Internet of People: A Morphological Analysis“. In IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress. Seiten 915-920. IEEE.
- O. Levina (2016): „ Digital Platform for Electricity and Mobility: Unifying the two domains“. In EnviroInfo. Seiten 159-164.
- O. Levina (2017): “Deriving Content for an Electricity and Mobility Platform: Digital Spaces as Drivers for Sustainable Mobility”. In EnviroInfo.
- S. Alpers, R. Pilipchuk, A. Oberweis und R. Reussner (2018): “Identifying Needs for a Holistic Modelling Approach to Privacy Aspects in Enterprise Software Systems”. In 4th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP). Seiten 74-82.
- R. Pilipchuk (2018): “Coping with Access Control Requirements in the Context of Mutual Dependencies between Business and IT”. In Proceedings of the 2018 ACM Central European Cybersecurity Conference (CECC). Seiten 16:1-16:4. ACM
- R. Pilipchuk, S. Seifermann und R. Heinrich (2018): “Aligning Business Process Access Control Policies with Enterprise Architecture”. In Proceedings of the 2018 ACM Central European Cybersecurity Conference (CECC). Seiten 17:1-17:4. ACM
- S. Alpers, R. Pilipchuk, A. Oberweis und R. Reussner (2019): “The Current State of the Holistic Privacy and Security Modelling Approach in Business Process and Software Architecture Modelling”. In Journal Information Systems Security and Privacy. Seiten 109-124.
- O. Levina, S. Mattern und F. Kiefer (2019): “Extending Digital Platform Governance with Legal Context”. In Proceedings of the 25th Americas Conference on Information Systems (AMCIS).
- O. Levina (2019): “Digital Platforms and Digital Inequality-An Analysis from Information Ethics Perspective”. In Weizenbaum Conference. Seiten 46-50.
- O. Levina, J. Sürmeli, S. Mattern, S. Willrich, H. Jonuschat, K. Kärgel, S. Heine (vrs. 2021): M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“. Im M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“ Seiten 32. Springer.
 - „Digitalisierung als Antwort auf logistische Anforderungen des urbanen E-Lieferverkehrs“. Im M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“. Im M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“.
 - „Welche Daten und Dienste brauchen automatisierte Shuttles?“. Im M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“. Im M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“.
 - „Digitalisierung und Flottenmanagement von E-Fahrzeugen“. Im M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“. Im M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“.
 - „Digitale Plattformen – Digitale Ökosysteme für E-Mobilität“. Im M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“. Im M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“.
 - „Organisation der Dynamik des Systems Elektromobilität durch Distributed Ledger Technologien“. Im M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“. Im M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“.
 - „Vernetzung und Recht: Ladestruktur der Elektromobilität und die ungeklärte Frage des Dateneigentums“. Im M2G-Buchkapitel „Digitale Vernetzung in der E-Mobilität“. Im M2G-Buch „Vom Labor in die Realität“.