Projekt ROCIN-ECO

Robot Charging Infrastructure Ecosystem (ROCIN-ECO)

Abschlussbericht

21.02.2025

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

AUDI AG
Auto-Union-Str. 1
D-85057 Ingolstadt, Germany

Contact
Matthias Hardt
Phone +49 15257719797
Mail matthias.hardt@audi.de
Web www.audi.com

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 4
1.1. Aufgabenstellung 4
1.2. Projektziele 4
1.3. Planung und Ablauf 7
1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand 12
1.5. Zusammenarbeit 17
2. Projekt 18
2.1. Erzieltes wissenschaftlich-technisches Ergebnis 18
2.1.1. AP1 – Projektmanagement 18
2.1.2. AP2 – Use-Cases und Anforderungen 24
2.1.3. AP3 – Standardisierung und Richtlinienempfehlungen 31
2.1.4. AP4 – ROCIN-ECO-Engineering 35
2.1.5. AP5 – Standortintegration und Demonstration 44
2.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit 47
2.3. Veröffentlichung 47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektplan ROCIN – EC0 8
Abbildung 2: Bewertung der Projektleistung 9
Abbildung 3: Bewertung der Projektleistung 10
Abbildung 4: Bewertung der Projektleistung 11
Abbildung 5: Bewertung der Projektleistung 11
Abbildung 6: Bewertung der Projektleistung 12
Abbildung 7: Projektübersicht 17
Abbildung 8: Tabelle zur Verwaltung des Fortschritts der Projektaufgaben 19
Abbildung 9: Ordnerstruktur des Projekts 20
Abbildung 10: Projektinformation 21
Abbildung 11: Vorhabenstatus ROCIN-ECO 22
Abbildung 12: Projekt Status & Ausblick 22
Abbildung 13: Risikobewertung 23
Abbildung 14: Risikobewertung 23
Abbildung 15: Anwendungsfälle des Projekts 24
Abbildung 16: Benutzer Anwendungsfall 2a Reise 26
Abbildung 17: Benutzer Anwendungsfall 3 Reise 28
Abbildung 18: Externe Personen im Testgelände 29
Abbildung 19: Benutzeranforderungsdokument 29
Abbildung 20: Lastenheft 30
Abbildung 21: Package Space – Seitenansicht (Quelle VDA NA 37-56) 33
Abbildung 22: Package Space – Top Ansicht (Quelle: VDA NA 37-56) 34
Abbildung 23: Kommunikations-Layer in Bezug zu den Use Cases 34
Abbildung 24: Automatisches Anstecken an Audi e-tron 35
Abbildung 25: Kommunikationskonzept zwischen Fahrzeug und Roboter (ACD) 37
Abbildung 26: Testaufbau mit angeschlossenem Laptop mit SW zur Überprüfung des Ladeablaufs - Ladeklappe geöffnet 37
Abbildung 27: Testaufbau mit angeschlossenem Laptop - Stecker gesteckt und Laden ist aktiv 38
Abbildung 28 : Messageablauf unter Verwendung von ISO 15118-20. Blau dargestellte Messages sind wiederverwendete Anteile 39
Abbildung 29: Vereinfachte Darstellung des OBC und dessen Kommunikationspartner 41
Abbildung 30: Versuchsfahrzeug und UWB – Sender in der Testhalle 42
Abbildung 31: Übersicht aller Antennen während der Messung: Langsames Fahren im Innenbereich 43
Abbildung 32: Übersicht der Antennen 0-3 bei der Messung: Langsames Fahren im Innenbereich 43
Abbildung 33: IONITYs Testgelände 44
Abbildung 34: IONITYs Testgelände 45
Abbildung 35: IONITYs Testgelände 46
Abbildung 36: LinkedIn Beitrag 48

1. Einleitung

1.1. Aufgabenstellung

Die Partner des Konsortiums haben das Ziel, eine automatisierte Ladetechnologie für Elektrofahrzeuge, das sogenannte „**Robot Charging Infrastructure Ecosystem (ROCIN-ECO)**“, zu entwickeln. ROCIN-ECO soll daher die weltweit erste vollautomatische, benutzerfreundliche und effiziente Schnellladelösung werden (vgl. siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

ROCIN-ECO soll aus einem mobilen, patentierten taktilen Soft-Roboter-System, dem Roboter-Ladegerät, welches das Ladekabel autonom handhabt und in ein Elektrofahrzeug einsteckt, bestehen. Weitere wichtige Bestandteile des ROCIN-ECO-Systems werden das optimierte High-Power-Charging-Kabel (HPC-Kabel), die automatisierte Ladeklappe auf der Fahrzeugseite sowie die Schnittstellen zwischen den Komponenten des Ecosystems sein. Diese bahnbrechende Innovation reduziert die Ladezeiten von Elektrofahrzeugen mit hoher Leistung um 15%, indem sie durch menschliche Faktoren verursachte Zeitverluste eliminiert, wovon sowohl die Fahrer von Elektrofahrzeugen als auch die Betreiber von Ladestationen (Charge Point Operators - CPOs) profitieren.

Darüber hinaus ist ROCIN-ECO eine unabdingbare Voraussetzung für den Übergang zur autonomen, elektrifizierten Mobilität. Da mehrere Automobilhersteller kurz davorstehen, Fahrzeuge mit automatisiertem Parken auf den Markt zu bringen, ergibt sich daraus eine unmittelbare Chance.

Das Konsortium ist über die gesamte Lieferkette hinweg einzigartig positioniert, um diese Innovation auf den Markt zu bringen, neue Möglichkeiten für den Automobilsektor zu eröffnen und die HPC-Nutzererfahrung zu verändern. Indem das Konsortium Erkenntnisse und Erfahrungen des automatisierten Ladens teilt und technischen Input liefert sowie Vorschläge zur Standardisierung definiert und in Gremien vorstellt, trägt es zu interoperablen Lösungen bei, die schnelle Skaleneffekte und Vorteile für die Nutzer ermöglichen werden.

1.2. Projektziele

Die Dekarbonisierung der Automobilität ist entscheidend für eine nachhaltige Zukunft Deutschlands, während die frühzeitige Einführung von Innovationen im Bereich der E-Mobilität der Schlüssel zum Erhalt und Ausbau der deutschen Führungsposition im Automobilsektor ist.

Eine der zentralen Herausforderungen bei der Einführung von elektrischen Fahrzeugen (EVs) ist die Verringerung der Ladeangst: die Angst, keine Lademöglichkeiten zu finden. Das Aufladen eines EVs dauert (viel) länger als das Tanken eines Verbrennungsfahrzeugs, selbst an modernen High Power Charging (HPC) Stationen dauert es im Durchschnitt 30 Minuten[1]. Dies führt, bei steigender Akzeptanz von E-Autos, zu Warteschlangen an Orten mit hoher Nachfrage, was das Laden noch zeitaufwändiger macht. [2,3,4]

---

[1] Ardan GmbH (December 2017) “Charging Infrastructure In Europe - Status Quo & Market Development Needs”
[2] ABB, (2020), „*How a lack of public ev charging stations is creating big business opportunities*“
[3] The Driven, (2019), „*Norway approaches 250,000 EVs while drivers queue to use fast chargers*”
[4] FAZ, (2019), „Superschlange am Supercharger“, https://www.faz.net/aktuell/technik-motor/motor/tesla-endlose-schlange-an-ladestation-fuer-elektroautos-16538531.html

Lange Ladezeiten haben darüber hinaus ein neues Phänomen hervorgebracht: die Ladewut.[5] Dies wird sich nur noch verschlimmern: Es wird geschätzt, dass die Verbreitung von EVs bis 2030 um das 20-fache ansteigen wird, während die Infrastruktur mit diesem Wachstum nicht mithalten kann. Warteschlangen an Ladestationen können Ladewut auslösen bzw. verstärken, da dadurch wertwolle Zeit der E-Fahrer verbraucht wird und es den Durchsatz der Station verringert. Dies verlangsamt die Akzeptanz von EVs, verschlechtert die Erfahrungen der E-Fahrer und schränkt den Business Case der Ladestationsbetreiber ein.

Das Gesamtziel des Vorhabens ist es, durch den Ansatz der Standardisierung eine herstellerunabhängige Lösung für eine automatisierte Ladetechnologie für Elektrofahrzeuge, das Robot Charging Infrastructure Ecosystem (ROCIN-ECO), zu entwickeln. Das Forschungsprojekt ROCIN-ECO hat das Ziel, die weltweit erste vollautomatische, benutzerfreundliche und effiziente Schnellladelösung zu entwickeln. Es besteht aus einem Roboter-Ladegerät, das das Ladekabel autonom handhabt und an ein Elektrofahrzeug anschließt. Weitere wichtige Bestandteile des ROCIN-ECO Systems sind optimierte HPC-Kabel, automatisierte Ladeklappen auf der Fahrzeugseite und Schnittstellen zwischen den Teilen im Ecosystem.

Aus eigenen Erfahrungswerten weiß das Konsortium, dass es an stark frequentierten HPC-Stationen mindestens 3 Stunden am Tag gibt, die ineffizient sind (die Hauptverkehrszeiten und die Mittagszeit). Während dieser Stunden limitiert die Verfügbarkeit der Ladegeräte die Anzahl der Ladevorgänge auf weniger als 2 Autos pro Stunde, während die durchschnittliche Gesamtladezeit nur 30 Minuten beträgt, wovon der eigentliche Ladevorgang 25 Minuten dauert. Der Hauptgrund für die Ineffizienz des Ladevorgangs ist suboptimales menschliches Verhalten, wie z. B.: Beantworten von Telefonnachrichten vor dem Laden, Anziehen der Jacke, Suchen der Brieftasche, Aktivieren des Ladegeräts, langsamer Transaktionsvorgang, der Gang zum Ladegerät, der Gang zur Toilette vor dem Aufladen, die lange Ladezeit in der Mittagspause und vieles mehr. Der vollautomatische ROCIN-ECO ermöglicht es, diesen Prozess zu optimieren, durch automatisches Einstecken kombiniert mit einem effizienten Warteschlangenprozess. Dadurch kann die durchschnittliche Umsteckzeit von 5 Minuten auf 1 Minute reduziert werden, was eine Optimierung des Durchsatzes auf 2,3 Wagen pro Stunde ermöglicht und somit das Kundenerlebnis verbessert. Diese Innovation reduziert die Ladezeiten für EVs mit hoher Leistung somit um 15%, wovon sowohl die Fahrer der EVs als auch die Betreiber der Ladepunkte (Charge Point Operators, CPOs) profitieren. Darüber hinaus ist ROCIN-ECO eine unabdingbare Voraussetzung für den Übergang zur autonomen, elektrifizierten Mobilität.

Die Demonstration der Technologie soll die Markteinführung beschleunigen und die Marktakzeptanz in der EU und darüber hinaus erhöhen. Das Gesamtziel des Projekts ist es, die über den Stand der Technik hinausgehenden Vorteile des automatisierten Ladens in Bezug auf Zeitgewinn und verbesserte Kundenerfahrung für E-Fahrer zu demonstrieren und die Marktakzeptanz durch marktweite Standardisierung von automatisierten Ladelösungen zu beschleunigen.

[5] The Telegraph, (2017), „Electric car drivers could face queues quarrels christmas “

Um das Gesamtziel zu erreichen, werden die zwei dafür notwendigen Teilziele im Folgenden ausgeführt:

1. Die Innovation zur technischen Reife bringen

1) Optimierung der technischen Integration des Roboter-Ladegeräts in die HPC-Einheit.
2) Ladekabel auf Roboter-Handhabung vorbereiten
3) Testfahrzeug auf automatisches Laden vorbereiten
4) Definieren von drei HPC-Stationslayout-Templates für eine optimierte Ladelogistik
5) Einrichtung eines Life-Cycle-Managementsystems für Instandhaltung, Updates und Reparaturen
6) Vorführung von ROCIN-ECO unter Realbedingung (TRL 8)

2. Das HPC-System auf disruptive Technologien durch offene Standards vorbereiten

1) Definieren von standardisierbaren technischen Anforderungen und Testprotokollen, um branchenweite Mindestanforderungen für automatisches Laden zu definieren
2) Erarbeiten der Mindestanforderungen für automatisiertes Laden aus Sicht der praktischen Umsetzung für ISO, IEC und Förderung der Durchsetzung

Das Ziel von ROCIN-ECO ist die Entwicklung und Demonstration einer interoperablen, standardisierten, automatisierten Ladelösung mithilfe eines Roboters. Unter Berücksichtigung zahlreicher Aspekte für automatisiertes Laden hat das Konsortium den Anspruch, die optimale Technologie zu finden, die eine sorgenfreie Mobilität in ganz Europa ermöglicht.

Das Fördervorhaben ROCIN-ECO hat das Ziel, die weltweit erste nicht-proprietäre, herstellerunabhängige, vollautomatische, benutzerfreundliche und effiziente Schnellladelösung zu entwickeln. Um dies zu erreichen, sollen die Anforderungen an das automatisierte Laden in Normen und Standards überführt werden, weswegen das Konsortium in nationalen, europäischen und internationalen Gremien aktiv vertreten ist. Dabei sind die Anforderungen an das System, insbesondere an die Kommunikationsschnittstellen zwischen Roboter, Ladestation und Fahrzeug, ein zentraler Bestandteil des Projekts. Diese werden anhand von User-Requirements, Use-Cases und technischen Anforderungen definiert, als praktikable Mindestanforderungen festgelegt und in Normungsgremien vorgeschlagen.

Da das System im öffentlichen Raum aufgestellt wird und somit in unmittelbarer Nähe zum Menschen arbeitet, ist das Sicherheitskonzept ein wichtiger Bestandteil. Die Lösung besteht aus einem Roboter-Ladegerät, dass das Ladekabel autonom handhabt und an ein Elektrofahrzeug anschließt. Weitere essentielle Komponenten des ROCIN-ECO Systems sind optimierte HPC Kabel, automatisierte Ladeklappen auf der Fahrzeugseite und Schnittstellen zwischen den Teilen im Ecosystem. An Hand der festgelegten Anforderung werden die einzelnen Komponente entsprechend weiterentwickelt und dieses dann in Form eines Demonstrators/Prototypen auf einen für alle Automobil-OEMs geöffneten Testgelände getestet. Diese Innovation reduziert die Ladezeiten für EVs mit hoher Leistung um 15 %, indem sie durch menschliche Faktoren verursachte Zeitverluste eliminiert, wovon sowohl die Fahrer der EVs als auch die Betreiber der Ladepunkte profitieren. Durch die Offenheit und Herstellerunabhängigkeit der Lösung trägt sie maßgeblich zur Steigerung der Akzeptanz von EVs bei. Darüber hinaus ist ROCIN-ECO eine unabdingbare Voraussetzung für den Übergang zur autonomen, elektrifizierten Mobilität.

Projektziele: ROCIN-ECO

- Definition relevanter Use-Cases, User- und system requirements
- Optimierung der technischen Integration des Roboter-Ladegeräts in den HPC
- Vorbereitung des Testfahrzeugs für das automatisierte Laden

- Definition von HPC-Stationslayoutvorlagen für eine optimierte Ladelogistik
- Demonstration von ROCIN-ECO in einer realen Umgebung
- Definieren von standardisierbaren technischen Anforderungen und Testprotokollen, um branchenweite Mindestanforderungen für automatisches Laden zu definieren.
- Erarbeiten der Mindestanforderungen für automatisiertes Laden aus Sicht der praktischen Umsetzung für ISO, IEC und Förderung der Durchsetzung

Forschungsfragen:

- Evaluierung der Notwendigkeit und Art der Technologie für die Positionierungsunterstützung des Fahrzeugs am Roboter.
- Wie muss die Ladeklappe konzipiert sein (Gummikappen für DC-Pins, Aktuator, Markierungen, Form, etc.)?
- Wie wird die Interaktion zwischen Fahrzeug und Roboter umgesetzt (Kommunikation, Interoperabilität, Pairing, Szenarien, etc.)?
- Wie kann die mechanische Sicherheit in einer öffentlichen Umgebung sichergestellt werden (robuste Funktionen, etc.)?
- Wie muss das Sitelayout optimal gestaltet sein?
- Was sind die Mindestanforderungen an eine automatisierte Ladelösung und an den Standort?
- Welche Park Szenarios sind geeignet?
- Wie kann der gesamte Ladeservice für den Nutzer optimal gestaltet werden?

1.3. Planung und Ablauf

Aktivitäten im Projekt

Um das automatisierte Roboter-Laden zur Marktreife zu bringen, wird das Konsortium die folgenden Aktivitäten durchführen:

- Definition der Anforderungen an das ROCIN-ECO-System, basierend auf dem Stand der Technik, den Kundenfahrten und den Anforderungen an die Schnittstellen (AP2). Dies führt auch zu neuen Stationslayouts, die die automatisierte Ladetechnik optimieren.
- Basierend auf den Systemanforderungen entwickelt das Konsortium einen minimalen, standardisierbaren Anforderungskatalog. Dies ist für zwei Aspekte relevant: für das automatisierte Laden (Kommunikation, Energieübertragung), für die mechanische Sicherheit und Positionierung des Softroboters und für die automatisierte Ladeklappe des Fahrzeugs. Diese Standards werden den entsprechenden Arbeitsgruppen in den Normungsgremien vorgeschlagen, wo die Mitglieder des Konsortiums auf ihre Übernahme hinarbeiten werden. Diese Standardisierungsbemühungen werden sicherstellen, dass zukünftige Entwicklungen von automatisierten Ladelösungen innerhalb eines Level-Playing-Fields entwickelt werden, um die Kompatibilität zwischen Ladeautomatisierungslösungen, Ladegeräten und Fahrzeugen sicherzustellen (AP3).
- Der Prototyp des integrierten Systems mit optimierten Subsystemen und zusätzlichen Schnittstellen wird gebaut und zertifiziert (AP4) und auf dem IONITY-Innovationscampus getestet (AP5). Dies liefert Input für weitere Optimierungen in Vorbereitung auf die Einbindung an einem betriebsbereiten IONITY-Standort.

- Um die Möglichkeit für EV-Hersteller zu schaffen, ihr System zu testen und Akzeptanz für die vorgeschlagenen Standards zu gewinnen, wird das IONITY-Testgelände allen EV-OEMs offenstehen, um ihre Fahrzeuge mit automatisiertem Laden zu testen (AP5).

Das Projekt wurde in mehrere Arbeitspakete unterteilt und Verantwortlichkeiten wurden vergeben. Hierbei tritt **IONITY Gmbh** als Konsortialführer auf und koordiniert die Projektaktivitäten.

ROCIN-ECO				2021						2022						2023						2024					
Arbeitspaket	**Projektleitung**	**START**	**ENDE**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
AP1: Projektmanagement	IONITY	1	30	M1.1																													M1.2
AP 1.1: Projektkoordination	IONITY	1	30																														
	Projektmanager IONITY	1	30	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
AP2: Use-Cases und Anforderungen	IONITY	1	12																														
AP 2.1: Definieren von Anwendungsszenarien	IONITY	1	6																														
	Ingenieur IONITY			0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58																								
	Ingenieur Audi			0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19																								
	Ingenieur TÜV Süd			0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17																								
AP 2.2: Definieren der Benutzeranforderungen	IONITY	4	9									M2.1																					
	Ingenieur IONITY						0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58																					
	Ingenieur Audi						0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19																					
	Ingenieur TÜV Süd						0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22																					
AP 2.3: Definieren der Anforderungen an das System (einschließlich des Fahrzeug)	IONITY	4	12												M2.2																		
	Ingenieur IONITY						0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39																		
	Ingenieur Audi						0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08																		
	Ingenieur TÜV Süd						0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17																		
AP3: Standardisierung und Richtlinienempfehlungen		1	30												M3.1													M3.2					
AP 3.1: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen an die Kommunikationsschnittstelle		1	30																														
	Ingenieur IONITY			0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	Ingenieur Audi			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	Ingenieur TÜV Süd			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
AP 3.2: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen für die Steckererkennung		1	30																														
	Ingenieur IONITY			0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	Ingenieur TÜV Süd			0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
AP 3.3: Festlegung für praktikable Mindestanforderungen für automatisches Parken		1	30																														
	Ingenieur IONITY			0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	Ingenieur TÜV Süd			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
AP 3.4: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen an die Sicherheit in Bezug auf den Roboter		1	30																														
	Ingenieur IONITY			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Ingenieur TÜV Süd			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
AP 3.5: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen für die automatisierte Klappe		1	30																														
	Ingenieur Audi			0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	Ingenieur IONITY			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
AP 3.6: Festlegung von Mindestanforderungen für die automatisierte Elektrik		1	30																														
	Ingenieur IONITY			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Ingenieur TÜV Süd			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
AP4: ROCIN-ECO-Engineering		4	26																										M4.1				
AP 4.1: Erstellung der autonomen Ladeschnittstelle		4	16																														
	Ingenieur IONITY						0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21														
	Ingenieur Audi						0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21														
	Ingenieur TÜV Süd						0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02														
AP 4.2: Anpassung des Hochstrom-Ladekabels und des Ladegeräts		4	19																														
	Ingenieur IONITY						0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25											
	Ingenieur TÜV Süd						0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03											
AP 4.3: Erstellung des Prototyps des Roboter-Ladegeräts		4	26																														
	Ingenieur IONITY						0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17				
	Ingenieur TÜV Süd						0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				
AP 4.4: Adaption des Elektrofahrzeugs		12	26																														
	Ingenieur Audi														0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24				
AP5: Standortintegration und Demonstration		15	30																														
AP 5.1: Planung des Testgeländes		15	18																														
	Ingenieur IONITY																0,69	0,69	0,69	0,69													
	Ingenieur IONITY																0,69	0,69	0,69	0,69													
	Ingenieur TÜV Süd																0,13	0,13	0,13	0,13													
AP 5.2: Bau des Testgelände		19	22																														
	Ingenieur IONITY																				0,25	0,25	0,25	0,25									
	Ingenieur TÜV Süd																				0,33	0,33	0,33	0,33									
AP 5.3: Geschlossene Pilotversuche		15	22																														
	Ingenieur IONITY																								0,85	0,85	0,85	0,85					
	Ingenieur Audi																								0,25	0,25	0,25	0,25					
AP 5.4: Offene Pilotversuche		23	30																														
	Ingenieur IONITY																												0,75	0,75	0,75	0,75	
	Ingenieur Audi																												0,25	0,25	0,25	0,25	
AP 5.5: Dissemination und Kommunikation des Testgeländes		23	30																						M5.1								
	Ingenieur IONITY																								0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	
	Ingenieur Audi																								0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
	Ingenieur TÜV Süd																								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
Insert new rows ABOVE this one																																	

Abbildung 1: Projektplan ROCIN – EC0

AP1 – Projektmanagement

Ziel: Interne Koordination und vertragliche Projektleitung, administrative und finanzielle Projektleitung, kontinuierliche Bewertung der Projektleistungen und Meilensteine

1. Aufbau und Pflege einer angemessenen Kommunikation innerhalb des Konsortiums und angemessenes Management der vertraglichen, administrativen, rechtlichen und finanziellen Aspekte des ROCIN-ECO-Projekts.
2. Erreichen eines erhöhten Qualitätsniveaus für die Ergebnisse des Projekts durch die Förderung einer kohärenten und strukturierten Zusammenarbeit.
3. Überwachung der Risiken im Projekt.

Der Projektmanager ist Projektkoordinator und -administrator und kümmert sich um die Unterstützung der technischen Ausführung der Projektarbeit nach Zeit, Umfang und Ressourcen. Die Überwachung des

technischen Fortschritts erfolgt auf der Grundlage von monatlichen Fortschrittsbesprechungen und dreimonatlichen Fortschrittsberichten, die von den AP-Leitern erstellt werden und eine vom Projektmanager vorbereitete Vorlage für die Überprüfung der Ergebnisse und Meilensteine enthalten.

Zur Projektadministration gehören finanzielle, rechtliche und administrative Themen. Alle Partner sind verpflichtet, die angeforderten relevanten Informationen an die Projektleitung zu liefern. Diese Tätigkeit liefert die Grundlage für strategische Entscheidungen während der Konsortialsitzungen, garantiert die Übereinstimmung der Aktivitäten mit den Projektzielen und liefert einen Nachweis für die Verwertung der erzielten Ergebnisse. Auch das Management von geistigem Eigentum ((Background) Intellectual Property (IP)) wird im Auftrag der Konsortialmitglieder durchgeführt.

Bei der Projektüberwachung führt IONITY Monitoring-Aktivitäten durch, sowohl aus Sicht des Konsortiums als auch aus Sicht der wichtigsten Stakeholder, die im Beirat zusammengeschlossen sind. AP 1 beinhaltet die kontinuierliche Bewertung der Projektleistungen im Vergleich zu den Projektzielen, um die Projektziele zu erreichen. Intern bedeutet dies die Überwachung des Projektfortschritts und die Koordinierung der Input-/Output-Flüsse zwischen den verschiedenen Arbeitspaketen und Aufgaben.

Arbeitspaket	Projektleitung	START	ENDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Gesamt
AP1: Projektmanagement	IONITY	1	30	**M1.1**																													**M1.2**	**6,00**
AP 1.1: Projektkoordination	IONITY	1	30																															
	Projektmanager IONITY	1	30	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	**6,00**

Abbildung 2: Bewertung der Projektleistung

AP2 – Use-Cases und Anforderungen

Ziel 1: Es werden zwei separate Customer Journeys (Use-Cases) erstellt

Ziel 2: Ergebnisse werden in einem User Requirements Document (URD) dokumentiert

Ziel 3: Ergebnisse werden in einem Lastenheft dokumentiert

Das Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Definition der Benutzer- und Systemanforderungen von ROCIN-ECO. Der ernannte Koordinator für dieses Arbeitspaket ist IONITY. Das Konsortium verfolgt einen ganzheitlichen und iterativen Ansatz, bei dem Use-Case-Szenarien (Aufgabe 2.1) die Basis für die Nutzeranforderungen (Aufgabe 2.2) bilden und diese gemeinsam die Grundlage für die Systemanforderungen von ROCIN-ECO (Aufgabe 2.3) formen. Dieses Arbeitspaket steht in Wechselbeziehung zu AP3, um die minimalen realisierbaren Anforderungen für die Standardisierung mit den Systemanforderungen abzugleichen. In AP4 wird die Lösung auf der Basis der Systemanforderungen finalisiert, und in AP5 sollen die Prototypen auf der Basis der Systemanforderungen vor Ort integriert werden. Die Komplementarität der Konsortialpartner sowie die Erfahrung und der Zugang zu einem breiten Netzwerk in der Elektromobilitätsbranche helfen bei der erfolgreichen Durchführung dieses Arbeitspaketes.

Das Konsortium wird interne Workshops durchführen, um zunächst die Use-Case-Szenarien zu spezifizieren, die auf eigenen Erkenntnissen und öffentlichen Informationen zum automatisierten Laden basieren. Dies schließt frühere Pilotprojekte ein: Tesla Snake, Volkswagen V-Charge und die Teilnahme an Standardisierungsgremien (AP3). Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung einer offenen Lösung, die mit zukünftigen Standards konform ist. In diesen Workshops werden alle bekannten Informationen aus den verschiedenen Blickwinkeln geteilt (Nutzererfahrung, Standards, praktische Aspekte, Installationsaspekte, Vorschriften auf öffentlichen Straßen).

Ebenfalls betrachtet werden die folgenden Fragen: Was sind typische physische Layouts von Ionity-/Highway-Standorten? Wie bewegen sich die Leute auf dem Gelände, welches Verhalten wird erwartet und gewünscht? Wie wird das Funktionieren mit verschiedenen Fahrzeugtypen, die unterschiedliche Geometrien und Ladestellen haben, gewährleistet? Außerdem werden alle technischen Möglichkeiten und Charakteristika der Robotik und der Kontext der aktuellen (Sicherheits-/Roboter-) Normen untersucht. Dies inkludiert auch die aktuellen Entwürfe der IEC/ISO-Normen für das robotergestützte Laden (IEC TC69 WG 14, ISO TS 5474-5) für die Kommunikation, Interaktion und Prozessabläufe.

Es werden zwei separate Customer Journeys (Use-Cases) erstellt: eine Customer Journey für manuell gesteuerte Elektrofahrzeuge und eine Customer Journey für selbstparkende oder autonome Elektrofahrzeuge. Diese beiden Kategorien bilden die Basis für weitere Use-Cases (Reservierungen, Warteschlangen, etc.). Das Konsortium wird die Ergebnisse mit dem Beirat teilen und diskutieren und entsprechendes Feedback umsetzen.

Arbeitspaket	Projektleitung	START	ENDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Gesamt
AP2: Use-Cases und Anforderungen	IONITY	1	12																															**17,21**
AP 2.1: Definieren von Anwendungsszenarien	IONITY	1	6																															5,63
	Ingenieur IONITY			0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58																									*3,50*
	Ingenieur Audi			0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19																									*1,14*
	Ingenieur TÜV Süd			0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17																									*1,00*
AP 2.2: Definieren der Benutzeranforderungen	IONITY	4	9									**M2.1**																						5,90
	Ingenieur IONITY						0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58																						*3,50*
	Ingenieur Audi						0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19																						*1,11*
	Ingenieur TÜV Süd						0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22																						*1,30*
AP 2.3: Definieren der Anforderungen an das System (einschließlich	IONITY	4	12												**M2.2**																			5,67
	Ingenieur IONITY						0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39																			*3,49*
	Ingenieur Audi						0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08																			*0,68*
	Ingenieur TÜV Süd						0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17																			*1,49*

Abbildung 3: Bewertung der Projektleistung

AP3 - Standardisierung und Richtlinienempfehlungen

Ziel 1: Definition der Mindestanforderungen für das Produkt der Schnittstellenlösung

Ziel 2: Spezifikation der minimalen realisierbaren Anforderungen für die Steckererkennung

Ziel 3: Spezifikation der Mindestanforderungen für das automatische Parken

Ziel 4: Spezifikation der Mindestanforderungen für Roboter im öffentlichen Raum

Ziel 5: Mindestanforderungsprofil für die automatisierte Klappe

Ziel 6: Spezifikation der realisierbaren Mindestanforderungen für automatisierte Elektrik

Das Ziel dieses Arbeitspakets ist es, praktikable Mindestanforderungen für eine sichere und interoperable automatisierte Hochleistungsladelösung zu definieren, um diese dann in Normungsgremien vorzustellen und vorzuschlagen.

Der ernannte Koordinator dieses Arbeitspakets ist TÜV SÜD. Das Konsortium wird die Mindestanforderungen für automatisiertes Laden mit hoher Leistung in Übereinstimmung mit den Anforderungen des ROCIN-ECO-Systems (Aufgabe 2.3) und des ROCIN-ECO-Engineering (AP4) spezifizieren. Die umsetzbaren Mindestanforderungen werden dann zusammen mit den Erkenntnissen aus der praktischen Umsetzung und Demonstration (AP5) wichtigen Standardisierungsgruppen (ISO und IEC) vorgeschlagen. Alle Konsortialpartner haben Erfahrung mit Standardisierungsaktivitäten und Zugang zum Netzwerk der Standardisierungsgremien, um den Erfolg dieses Arbeitspaketes zu gewährleisten.

Das AP3 ist eine Projektsäule und hat stetige Update-Schleifen auf den AP5 Testing-Serien.

Ziel ist es, für Deutschland einen marktgerechten Standard zu entwickeln, bevor die “Produkt to Market“ Situation entsteht. Somit sollte eine spätere Produktanpassung aufgrund von Standardänderungen im minimalen Bereich liegen und nicht, wie in anderen technologischen Bereichen der Standard, ein quasi anderes Produkt nach dem “Testing“ verlangt aufgrund von Qualität, Interoperabilität und Sicherheit/

Rechtsaspekten. Aus diesem Grund schließt auch das AP3 das Projekt ab, denn alle Input-Faktoren aus AP5 werden aufgenommen, “upgedated“ und dann als *Projekt Quintessenz* nochmals abschließend in die internationalen und nationalen Standardisierungsgremien getragen.

Arbeitspaket	Projektleitung	START	ENDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Gesamt
AP3: Standardisierung und Richtlinienempfehlungen		1	30												**M3.1**														**M3.2**					**29,57**
AP 3.1: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen an die Kommunikationsschnittstelle		1	30																															6,00
	Ingenieur IONITY			0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	4,00
	Ingenieur Audi			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1,00
	Ingenieur TÜV Süd			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1,00
AP 3.2: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen für die Steckererkennung		1	30																															6,00
	Ingenieur IONITY			0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	4,00
	Ingenieur TÜV Süd			0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	2,00
AP 3.3: Festlegung für praktikable Mindestanforderungen für automatisches Parken		1	30																															6,00
	Ingenieur IONITY			0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	5,00
	Ingenieur TÜV Süd			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1,00
AP 3.4: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen an die Sicherheit in Bezug auf den Roboter		1	30																															6,00
	Ingenieur IONITY			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,00
	Ingenieur TÜV Süd			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,00
AP 3.5: Festlegung von praktikablen Mindestanforderungen für die automatisierte Klappe		1	30																															5,57
	Ingenieur Audi			0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	4,57
	Ingenieur IONITY			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1,00
AP 3.6: Festlegung von Mindestanforderungen für die automatisierte Elektrik		1	30																															6,00
	Ingenieur IONITY			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,00
	Ingenieur TÜV Süd			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,00

Abbildung 4: Bewertung der Projektleistung

AP4 – ROCIN-ECO-Engineering

Ziel 1: Erstellung der autonomen Ladeschnittstelle

Ziel 2: Anpassung des Hochstrom-Ladekabels und des Ladegeräts

Ziel 3: Erstellung des Prototyps des Roboter-Ladegeräts

Ziel 4: Adaption des Elektrofahrzeugs für die Komptabilität mit automatisierten Laden

Das Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Erstellung der vor Ort integrierbaren ROCIN-ECO-Lösung. Der ernannte Koordinator für dieses Arbeitspaket ist IONITY. Die Roboterladetechnik wird auf Basis der zuvor definierten Anforderungen (AP2 und AP3) mit den anderen Teilen des Systems integriert und für die Integration vor Ort bereit gemacht (AP5). Die autonome Ladeschnittstelle (AP4.1) verbindet alle Teilsysteme zu einem funktionsfähigen System. Diese bildet die Grundlage für die weiteren Aufgaben: die Anpassung des Hochleistungsladekabels (AP4.2), die Erstellung des Prototyps des Roboterladegeräts (AP4.3) und die Anpassung des Elektrofahrzeugs an ROCIN-ECO (AP4.4).

Arbeitspaket	Projektleitung	START	ENDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Gesamt
AP4: ROCIN-ECO-Engineering		4	26																										**M4.1**					**59,70**
AP 4.1: Erstellung der autonomen Ladeschnittstelle		4	16																															5,70
	Ingenieur IONITY						0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21															2,70
	Ingenieur Audi						0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21															2,70
	Ingenieur TÜV Süd						0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02															0,30
AP 4.2: Anpassung des Hochstrom-Ladekabels und des Ladegeräts		4	19																															16,00
	Ingenieur IONITY						0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25												4,00
	Ingenieur TÜV Süd						0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03												0,50
AP 4.3: Erstellung des Prototyps des Roboter-Ladegeräts		4	26																															23,00
	Ingenieur IONITY						0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17					4,00
	Ingenieur TÜV Süd						0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					0,50
AP 4.4: Adaption des Elektrofahrzeugs		12	26																															15,00
	Ingenieur Audi														0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24					3,60

Abbildung 5: Bewertung der Projektleistung

AP5 – Standortintegration und Demonstration

Ziel 1: Planung des Testgeländes

Ziel 2: Bau des Testgeländes

Ziel 3: Testen des automatisierten Ladens

Ziel 4: Dissemination und Kommunikation, um Ergebnisse zu präsentieren

Das Ziel dieses Arbeitspakets ist die Integration der ROCIN-ECO-Technologie an einer Ladestation von IONITY zur Demonstration und Kommunikation.

Der ernannte Koordinator dieses Arbeitspakets ist IONITY. Ein ROCIN-ECO Prototyp wird auf dem Testgelände von IONITY in München integriert. Das Testgelände ist ein Zugangsgebiet der Stadt München.

Prinzipiell ist dieses Testgelände nicht öffentlich zugänglich, kann aber öffentlich zugänglich gemacht werden im Sinne für die in diesem Projekt beschriebenen Testungen (nicht im Sinne für eine Jedermann-Testung, sondern für Fahrzeuge aus dem Umfeld von IONITY und für andere OEMs).

Dadurch können sich die OEMs auf diese Innovation vorbereiten und die Interoperabilitätsthemen für die Anpassung der EVs für Ladesysteme mit Laderoboter im öffentlichen Raum umsetzen.

Die Testergebnisse werden zur weiteren Optimierung der ROCIN-ECO-Technologie (AP4), als Input für den Vorschlag von Mindestanforderungen für automatisiertes Laden mit hoher Leistung (AP3) und für die Demonstration und Kommunikation verwendet.

Arbeitspaket	Projektleitung	START	ENDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Gesamt
AP5: Standortintegration und Demonstration		15	30																															**20,75**
AP 5.1: Planung des Testgeländes		15	18																															6,00
	Ingenieur IONITY																0,69	0,69	0,69	0,69														2,75
	Ingenieur IONITY																0,69	0,69	0,69	0,69														2,75
	Ingenieur TÜV Süd																0,13	0,13	0,13	0,13														0,50
AP 5.2: Bau des Testgelände		19	22																															2,30
	Ingenieur IONITY																				0,25	0,25	0,25	0,25										1,00
	Ingenieur TÜV Süd																				0,33	0,33	0,33	0,33										1,30
AP 5.3: Geschlossene Pilotversuche		15	22																															4,40
	Ingenieur IONITY																								0,85	0,85	0,85	0,85						3,40
	Ingenieur Audi																								0,25	0,25	0,25	0,25						1,00
AP 5.4: Offene Pilotversuche		23	30																															4,00
	Ingenieur IONITY																												0,75	0,75	0,75	0,75		3,00
	Ingenieur Audi																												0,25	0,25	0,25	0,25		1,00
AP 5.5: Dissemination und Kommunikation des Testgeländes		23	30																						**M5.1**									4,05
	Ingenieur IONITY																								0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31		2,50
	Ingenieur Audi																								0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12		0,95
	Ingenieur TÜV Süd																								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08		0,60

Abbildung 6: Bewertung der Projektleistung

1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Die Ladezeit und das Gesamterlebnis beim Laden von EVs sollte mit dem Tanken an einer Tankstelle vergleichbar sein. Um dies zu erreichen, investieren Autohersteller und CPOs in Fahrzeuge und Infrastruktur, die mit höherer Leistung laden. Mit steigender Ladeleistung steigt auch der Stationsdurchsatz. Jedoch sind menschliche Faktoren ein großes Hindernis:

1) Fahrer neigen dazu, das Auto während des Ladevorgangs zu verlassen und anderen Aktivitäten nachzugehen (telefonieren, essen, etc.). Daher wissen Fahrer i.d.R. nicht, wann der optimale Zeitpunkt ist, um das Ladegerät abzutrennen und wegzufahren (> 80% geladen).
2) Die Erhöhung der Ladeleistung hat das Gewicht des Ladegeräts vergrößert. Dies führt zu einem schwierigeren (und zeitaufwändigeren) manuellen Anschluss des fast 10kg schweren Kabels. Dieser Effekt ist noch größer, wenn das Auto nicht richtig positioniert ist. Das manuelle Anschließen eines Ladegeräts ist besonders für Personen mit geringerer Körperkraft eine Herausforderung.
3) Die Position des Ladeanschlusses am EV ist bei Marken und Modellen nicht standardisiert. Dies erschwert die korrekte Positionierung des Autos vor manuellen Ladegeräten, was zu einer suboptimalen Platzierung des Fahrzeugs und zeitraubenden Verzögerungen führt (z.B. Wenden).

Diese Aspekte beeinträchtigen ein zufriedenstellendes Benutzererlebnis, sie erhöhen die benötigte Zeit und verringern den Durchsatz. IONITY hat auf Basis vorhandener Daten ermittelt, dass eine Sitzung während der Spitzenzeiten im Mittel 30 Minuten dauert (25 Min Laden + 5 Min Umschaltzeit), in denen 41kWh (+/- 100kWh/h) verbraucht werden. Analysen zeigen, dass beim Laden mit hoher Leistung der Einfluss, der durch menschliche Faktoren verursachten Ineffizienz, 15% der gesamten Ladezeit beträgt.

Automatisiertes Laden unter Verwendung von ROCIN-ECO wurde erfolgreich an EVs in geschlossenen Umgebungen demonstriert und erreichte TRL6/7.[6,7] Um TRL8 zu erreichen, wird das gesamte System während des Projekts unter verschiedenen Bedingungen und Anwendungsfällen (Wetter, Sichtverhältnisse, Fahrzeugmodelle) beweisen, dass es zusammenhängend funktioniert. Der Großteil der Entwicklungsarbeit besteht aus den Schnittstellen-/Konzept, dem Design und der Implementierung des Zusammenspiels der oben genannten Komponenten. Das nicht-proprietäre Roboter-Ladegerät von ROCSYS kann Ladeanschlüsse identifizieren, hat geeignete mechanische Eigenschaften, um HPC-Kabel bis zu 20kg zu halten, sich zur gewünschten Einlassposition zu bewegen und das Ladegerät in den erforderlichen Winkel neigen, um das Kabel mit dem Auto zu verbinden. Es ist die derzeit beste Lösung, die die Implementierung und das Testen der Technik in realen Umgebungen ermöglicht, was es zum perfekten System für das ROCIN-ECO-Projekt macht.

Dieses innovative System erhöht die Anzahl der pro Stunde bedienten Fahrzeuge und kann gleichzeitig die Benutzererfahrung verbessern. Es funktioniert wie folgt:

Ein Fahrer parkt sein EV auf einem zugewiesenen Parkplatz, steigt aus und öffnet den Ladeanschluss. Indem er sein EV einfach an der richtigen Stelle abstellt (ISO 15118), über eine mobile App oder die Benutzerschnittstelle an der Ladesäule, beantragt er einen Ladevorgang. Sobald er an der Reihe ist, steckt ROCIN-ECO das Auto an und die Autorisierung/Bezahlung wird über den Ladestecker abgewickelt. Sobald der Ladevorgang läuft, kann der schienengebundene Roboter weiterfahren, um ein anderes EV anzuschließen. Wenn der gewünschte Ladezustand erreicht ist, stoppt ROCIN-ECO den Vorgang, trennt das Kabel und signalisiert dem Fahrer, dass das Auto abgeholt werden kann, damit der Parkplatz schnellstmöglich für einen neuen Ladevorgang zur Verfügung steht. Ziel ist es, mehr Autos pro Stunde bedienen zu können und zu vermeiden, dass der Charger lange Zeit belegt wird, oder das Fahrzeug von 90 – 100% geladen wird unbeaufsichtigt gelassen wird, da der Ladevorgang sehr langsam verläuft. Im Projekt wird die entwickelte Technik auf einem Testgelände getestet, das zwei Parkplätze umfasst, zwischen denen sich der Roboter ungefähr 5 – 7 m bewegt. Die genauen Dimensionen werden während des Projektes untersucht.

Stand der Technik: Technologische Trends beim Laden von E-Fahrzeugen

Der Stand der Technik beim Schnellladen von E-Fahrzeugen entwickelt sich rasant, wobei die wichtigsten Trends im Folgenden kurz beschrieben werden.

- **CHAdeMO vs. CCS**: Der asiatische CHAdeMO-Standard, der immer noch in Nissans Leaf verwendet wird, hat sich in Europa nicht durchsetzen können. CCS hat sich zum De-facto-Standard entwickelt. Selbst neue Teslas sind mit CCS ausgestattet. ROCIN-ECO ist steckerunabhängig und damit kompatibel zu aktuellen und zukünftigen Entwicklungen.
- **Wechselstrom versus Gleichstrom**: Die Verwendung von Wechselstrom für das Schnellladen (bis zu 43 kW) wurde von Renault vorgeschlagen und eingeführt. Dies wurde jedoch inzwischen aufgegeben. Die aktuelle Generation der Zoe ist auf DC-Laden mit CCS-Stecker umgestiegen.
- **Induktives (drahtloses) versus konduktives (kabelgebundenes) Laden**: Auch das induktive Laden verspricht, dass man einfach parken und weggehen kann, während das Fahrzeug lädt. Allerdings erfordert induktives Laden eine große Fläche, wenn die Ladeleistung ansteigt. Folglich sind

[6] https://www.sustainable-bus.com/news/robotic-charging-heavy-duty-rocsys-grivix-vdl-ets/
[7] https://www.youtube.com/watch?v=RfBqHHy5cwc&t=4s

induktive Ladelösungen für mehr als 22 kW für PKWs nicht realistisch und somit aus Sicht von HPC nicht realisierbar.

- **Laden durch Unterbodenanschluss**: Einer der Entwicklungspfade ist die Verwendung von Unterbodenanschlüssen, die automatisiert sind. Dieser könnte zwar theoretisch konkurrenzfähig sein, aber die Diskussionen in den Normungsgremien zeigen, dass die Vorstellungen der Beteiligten derzeit zu weit auseinander liegen, um eine Einigung zu erzielen. Darüber hinaus gibt es bei dieser Technologie Probleme mit der Ansammlung von Schmutz, Dreck oder Verunreinigungen an der Verbindung. Sie würde auch die Fahrzeugkosten erhöhen, da neben dem Standard-Typ2/CCS-Stecker ein weiterer Stecker benötigt wird.
- **Steigende Ladeleistung**: In den letzten Jahren hat sich die DC-Ladeleistung dramatisch erhöht. Die aktuelle Ladeinfrastruktur, wie das von IONITY ausgerollte Netz, kann 350kW liefern. Noch vor fünf Jahren waren 50kW die Norm. Neue Standards ermöglichen das Laden mit bis zu 1MW. Auf der Fahrzeugseite sind die Entwicklungen etwas langsamer. Modelle, die in den letzten 2 Jahren eingeführt wurden, benötigen typischerweise zwischen 50-150kW, mit dem Porsche Taycan (270kW) und den neuen Teslas (250kW) als Ausreißer.

Stand der Technik: konkurrierende Lösungen für automatisiertes Laden

Automatisierte Ladesysteme sind in der Entwicklung, jedoch wurde noch kein Produkt auf den Markt gebracht.[8,9,10] Jedes bekannte System ist nur für ein bestimmtes Fahrzeugmodell abgestimmt. VW z.B. hat ein Konzept für ein Robotersystem, das mit einer 25kW-Powerbank an Bord bis zu 50kW laden kann. Auch Tesla hat angedeutet, an einem automatisierten Ladesystem zu arbeiten: der Tesla Snake.[11,12]Aber bis jetzt ist der Zulieferer ROCSYS die einzige Firma, die einen Roboter entwickelt hat, der sowohl Tesla, VW als auch jedes andere EV-Modell aufladen kann.[13] Die großen Normungsgremien ISO und IEC haben kürzlich Arbeitsgruppen zum Thema automatisiertes Laden gestartet, in denen auch das Konsortium vertreten ist. Bislang haben es nur sehr wenige Initiativen über die Konzeptphase hinausgeschafft. Zwei stechen heraus:

- Das deutsche Unternehmen KUKA arbeitete an einem Roboter-Ladegerät (Entwicklung eingestellt aufgrund Covid-19-Pandemie).[14]
- Das US-amerikanische Start-up Stable Auto arbeitet mit VWs Electrify America an der Entwicklung von Roboter-Ladegeräten. Sie setzen auf umgebaute Industrieroboter, dies führt zu relativ hohen zusätzlichen Investitionskosten (>50.000€ pro Ladepunkt).

Stand der Technik: Standardisierung Robotik

Für Industrieroboter gibt es schon einige Standards, dazu zählt die DIN EN ISO 10218-1 &2 (Industrieroboter), sowie die ISO/TS 15066 (Kollaborative Roboter). Diese gelten im Kontext, in denen die Umgebungseinflüsse bekannt sind, ausschließlich geschulte Mitarbeiter mit/an den Robotern arbeiten und meist Indoor stehen. Somit ist das Risiko großenteils bekannt und beherrschbar.

Im öffentlichen Bereich sind aktuell keine Standards etabliert. Die Roboter, die im „öffentlichem Raum“ stehen, sind bei näherer Betrachtung meist nicht wirklich öffentlich (Roboparkhaus, etc.). Arbeiten zum

---

[8] *https://www.robotik-produktion.de/robotik-und-produktion-1-2019/die-zukunft-der-e-mobilitaet*
[9] *https://www.volkswagen-newsroom.com/de/storys/volkswagen-laesst-die-laderoboter-los-5700*
[10] *http://www.me.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/gebiete/elektromobilitaet/index.html*
[11] *https://www.youtube.com/watch?v=uMM0lRfX6YI*
[12] *https://www.bbc.com/news/av/technology-33794085*
[13] *INSIDEEVs, (2019), "Dutch Startup Shows Off Robotic "Snake" Charger"*
[14] *Kuka, (2020), "Carla Connect"*

Standard für automatisiertes, konduktives Laden sind erst kürzlich gestartet worden. Bei dem Anwendungsfall vom ROCIN-ECO sind somit die Umgebungseinflüsse unbekannt, er befindet sich in einem Laienumfeld, von Menschen, die noch nie mit einem Roboter Kontakt hatten, und meist im Outdoorbereich. Mit dem automatisierten konduktiven Laden wird Neuland für robotisierte Systeme betreten.

Inwiefern grenzt sich das Vorhaben ROCIN-ECO von den folgenden Vorhaben bzw. Demonstratoren ab?

Ziel des Projektes ist es, eine standardisierte nicht-proprietäre Lösung für das automatisierte Laden zu entwickeln.

Innogy: *https://www.robotik-produktion.de/robotik-und-produktion-1-2019/die-zukunft-der-e-mobilitaet/*

Dies ist ein reiner Technikdemonstrator im Prototypenstadium. Der in diesem Demonstrationsprojekt verwendete Roboter ist ein generischer Industrieroboter, welcher nicht für den anvisierten Einsatz optimiert ist. Das Förderprojekt konzentriert sich auf die interoperable Kommunikation und Anforderungsanalyse und das Einbringen dieser Anforderungen in die entsprechenden Standards.

Das verlinkte Projekt ist nur eines von einer Vielzahl ähnlicher Projekte: TU Graz, TU-Dortmund - ALanE, TU Chemnitz – GINGO, TU-Braunschweig – V-Charge, Stable Auto, Kuka VW - e-smartConnect, Lapp Systems - AutoPLES, Envision Group - Mochi, Samsung - EVAR, Adaptive Motion Group – MOBI, Xiangyi Automation Technology - Snake arm DC automatic charging robot

Die gezeigte Lösung ist in einer realen Situation im Freien sehr schwer zu realisieren, weil:

- Die mechanische Sicherheit (Beschädigung/Verletzung von Personen oder Objekten) ist mit diesen Robotern sehr schwierig zu gewährleisten, da sie für den Einsatz in Innenräumen konzipiert sind. Das mechanische Sicherheitskonzept würde von einer Umzäunung abhängen (d.h. Zäune um den Roboter herum, was in der realen Welt im Freien nicht machbar ist) oder von sehr genauen Sensoren, um eine Person irgendwo zu erkennen, was aber in einer Situation im Freien leider nicht funktioniert, da Regen, Schnee, Wind/fallende Blätter usw. die Sensoren in vielen Fällen auslösen würden (falsch positive Ergebnisse).
- Dieser Roboter ist ein Universal Robotics UR10, der nicht in der Lage ist, ein steifes und schweres HPC-Kabel zu handhaben. Ein realistischer Roboter dieses Typs wäre also viel stärker, größer und damit viel unsicherer für Unbeteiligte, und er wird auch viel teurer sein.
- Sich mit den Bewegungen des Fahrzeugs mitzubewegen (z. B. wenn Personen ein- oder aussteigen), sobald der Roboter mit dem Fahrzeug verbunden ist, ist für den Anwendungsfall erforderlich, aber ein solcher Roboter kann dies nicht tun. Man müsste sehr fortschrittliche oder High-Tech-Maßnahmen implementieren.
- Würde man also dieses Konzept verwenden, um Standards für Interaktion und mechanische Sicherheit in einer realen Außenumgebung zu definieren, käme man zu sehr unpraktischen Ergebnissen, die für einen realen Anwendungsfall nicht praktikabel sind.
- Die einzige Möglichkeit, damit umzugehen, besteht darin, mit einer Roboterstruktur zu beginnen, die intrinsisch mechanisch sicher ist und über eine eingebaute mechanische Flexibilität verfügt, um mit unerwarteten Bewegungen umgehen zu können. Nur so kann eine kosteneffiziente Lösung geschaffen werden, die auch in allen Situationen mechanisch sicher ist. Die ROCSYS-Roboterplattform ist so aufgebaut (passive Soft-Robotik, wie sie zum Beispiel in Exoskeletten verwendet wird).

VW *(insbesondere hier die Positionierung von Audi als Teil des VW-Konzerns): https://www.youtube.com/watch?v=OjnRfCN-Ntw*;

- Dieser ist der obigen Argumentation sehr ähnlich: es handelt sich um einen teuren (80k) generischen Industrieroboter, der nicht für den Außeneinsatz konzipiert ist. Dies als Startpunkt für Standards zu verwenden, würde dazu führen, dass die Standards zu sehr komplexen oder unpraktischen Vorschlägen führen. Also genau das, was es zu vermeiden gilt.

https://www.volkswagen-newsroom.com/de/storys/volkswagen-laesst-die-laderoboter-los-5700

- Dies ist ein ganz anderer Anwendungsfall als HPC-Stationen entlang der Autobahn. Sie befindet sich in Parkhäusern, die sehr unterschiedliche Anforderungen haben können.

Electrify America: *https://robotreporters.com/electric-vehicles-will-be-charged-by-robots-thanks-to-vw-and-electrify-america/*

Auch hier wird der gleiche Universalroboter UR10 eingesetzt, mit den gleichen Problemen wie oben: dies ist Marketing, da dieser ein HPC-Kabel nicht heben kann und extrem schwierig mechanisch sicher zu gestalten ist. Der VW-Konzern steht direkt mit den Verantwortlichen bei ElectrifyAmerica in Kontakt. Nach deren Aussage liegt das Projekt aktuell auf Eis und hat keinen konkreten Einsatz: "*The project was a limited pilot, so while it has not been cancelled, the future is uncertain and may be limited.* - Max Pike, Sr. Charging Solutions ".

Das vom BMWi geförderte Forschungsprojekt ALaPuN (Automatisches Ladesystem für PKWs und leichte Nutzfahrzeuge): *http://www.me.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/gebiete/ elektromobilitaet/index.html*

Im Austausch mit unserem assoziierten Partner Ford konnte festgestellt werden, dass die Projekte ergänzend zueinander sind. ALaPuN befasst sich überwiegend mit Aspekten der Ladekommunikation, während bei ROCIN-ECO der Fokus auf den gesamten Schnittstellen/-konzept liegt.

Man kann feststellen, dass ROCIN-ECO als Projekt eine umfassendere und weitreichendere Umsetzung eines Laderoboters vorsieht und sich grundsätzlich mit ähnlichen Themen wie ALaPuN beschäftigt, aber als thematisches Anschlussprojekt gewertet werden kann.

Erstens wird dieses Projekt dafür genutzt, die Interoperabilität zwischen den OEMs in Europa zu fördern und ein großer Teil der Förderung beschäftigt sich mit den weitreichenden und umfassenden Themen der Schnittstellen-Lösung und dem Vorantreiben von Standardisierungs-Themen – Definition und Richtlinien. Dieses soll die Grundlage für den qualitätsgerechten Markteintritt dieses Laderobotors oder auch andere Laderoboter garantieren.

Zweitens wird ROCIN–ECO nicht nur die Standardisierung in diesen mit vorantreiben, sondern auch gleichzeitig ein "Proof of Concept" präsentieren durch einen am Ende Standard-konformen Roboter, der auf einem Testgelände installiert und in mehreren Testreihen mit verschieden Marktteilnehmern getestet wird. Durch dieses Projekt wird ein "Produkt to Market Ansatz" verfolgt, sodass durch die aus den Testreihen und aus den dadurch resultierenden Anpassungen ein Marktfertiges Produkt entsteht. IONITY ist durch dieses Projekt auch an der Markteinführung interessiert da dieser Laderoboter zusätzlich zur Tätigkeit eines Ladesäulenbetreibers Synergieeffekte aufzeigt. Hier entsteht für die Gesamte Branche ein zusätzlicher "Business Case". (siehe additionelle Informationen IONITY Verwertungsplan)

1.5. Zusammenarbeit

Zusammenarbeit im Projekt

Die Zusammenarbeit im Projekt „ROCIN-ECO“ erfolgte in 2–3-monatigen Projekttreffen, indem der jeweilige Stand der verschiedenen Arbeitspakete synchronisiert und weitere Vorgehensweisen diskutiert wurden. Diese Projekttreffen fanden sowohl virtuell als auch vor Ort bei verschiedenen Konsortialpartnern statt. Sie beinhalteten auch Gastvorträge aus verschiedenen Themenbereichen. Die **NOW GmbH** war ebenso in die Synchronisation mit eingebunden wie das **Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)**. Sie begleiteten das Projekt über die gesamte Laufzeit und haben die erforderlichen Maßnahmen wahrgenommen und werden sie entsprechend verwerten.

Förderkennzeichen
03EMF0406

Funded Partner	Laufzeitbeginn	Laufzeitende	Fördersumme
IONITY GmbH	01.10.21	30.09.24	441.540,26 €
AUDI Aktiengesellschaft	01.10.21	30.09.24	200.802,13 €
TÜV SÜD Product Service GmbH	01.10.21	30.09.24	79.658,73 €
			722.001,12 €

Abbildung 7: Projektübersicht

Zusammenarbeit mit Dritten

Im Projekt sind auch **assoziierte Partner** involviert gewesen, die unterstützend das Projekt begleitet haben wie die Porsche Engineering Group GmbH und die Autobahn Tank & Rast GmbH. Sie lieferten Daten zu bestimmten Arbeitspaketen, nahmen an Projektmeetings teil und haben an den Diskussionen aktiv teilgenommen.

Assoziierte Partner:

- ROCSYS
- HUBER+SUHNER AG
- BMW AG
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
- Ford-Werke GmbH
- AVL List GmbH
- Marquardt Gruppe

2. Projekt

2.1. Erzieltes wissenschaftlich-technisches Ergebnis

Gesamtziel: Das Gesamtziel des Vorhabens ist es, durch den Ansatz der Standardisierung eine herstellerunabhängige Lösung für eine automatisierte Ladetechnologie für Elektrofahrzeuge, das Robot Charging Infrastructure Ecosystem (ROCIN-ECO), zu entwickeln. Das Forschungsprojekt ROCIN-ECO hat das Ziel, die weltweit erste vollautomatische, benutzerfreundliche und effiziente Schnellladelösung zu entwickeln. Es besteht aus einem Roboter-Ladegerät, das das Ladekabel autonom handhabt und an ein Elektrofahrzeug anschließt. Weitere wichtige Bestandteile des ROCIN-ECO Systems sind optimierte HPC-Kabel, automatisierte Ladeklappen auf der Fahrzeugseite und Schnittstellen zwischen den Teilen im Ecosystem.

2.1.1. AP1 – Projektmanagement

Ziel 1: Aufbau und Pflege einer angemessenen Kommunikation innerhalb des Konsortiums und angemessenes Management der vertraglichen, administrativen, rechtlichen und finanziellen Aspekte des ROCIN-ECO-Projekts.

Ziel 2: Erreichen eines erhöhten Qualitätsniveaus für die Ergebnisse des Projekts durch die Förderung einer kohärenten und strukturierten Zusammenarbeit.

Ziel 3: Überwachung der Risiken im Projekt.

Zu Beginn des Projekts hat IONITY als Konsortialführer die Koordination sowie Beauftragung der Erstellung eines Konsortialvertrags übernommen. Dieser Konsortialvertrag wurde mit den geförderten Projektpartnern, Audi und TÜV Süd, sowie mit allen zu der Zeit integrierten assoziierten Partnern abstimmt und unterschrieben. Dieser Vertrag bildete die Rechtsgrundlage, für die teilnehmenden Unternehmen im ROCIN-ECO Projekt.gh

Gleichzeitig hat der Konsortialführer, die IONITY GmbH, regelmäßige Online-Calls über Microsoft Teams einberufen, zu denen das gesamte Konsortium inkl. Der assoziierten Partner eingeladen war. Diese Regeltermine dienten dazu, eine stetige Kommunikation im Projekt aufrecht zu erhalten sowie das Erreichen der inhaltlichen, finanziellen und zeitlichen Projektziele sicher zu stellen.

Als Projekttracking-Tool wurde Jira genutzt, welches IONITY gehostet hat. Jira wurde genutzt, um in den wöchentlichen Jour-Fix Meetings die offenen Aufgaben und Ziele zu tracken und zu managen. Alle Projektpartner hatten Zugriff auf dieses Tool und konnten es entsprechend nutzen und pflegen.

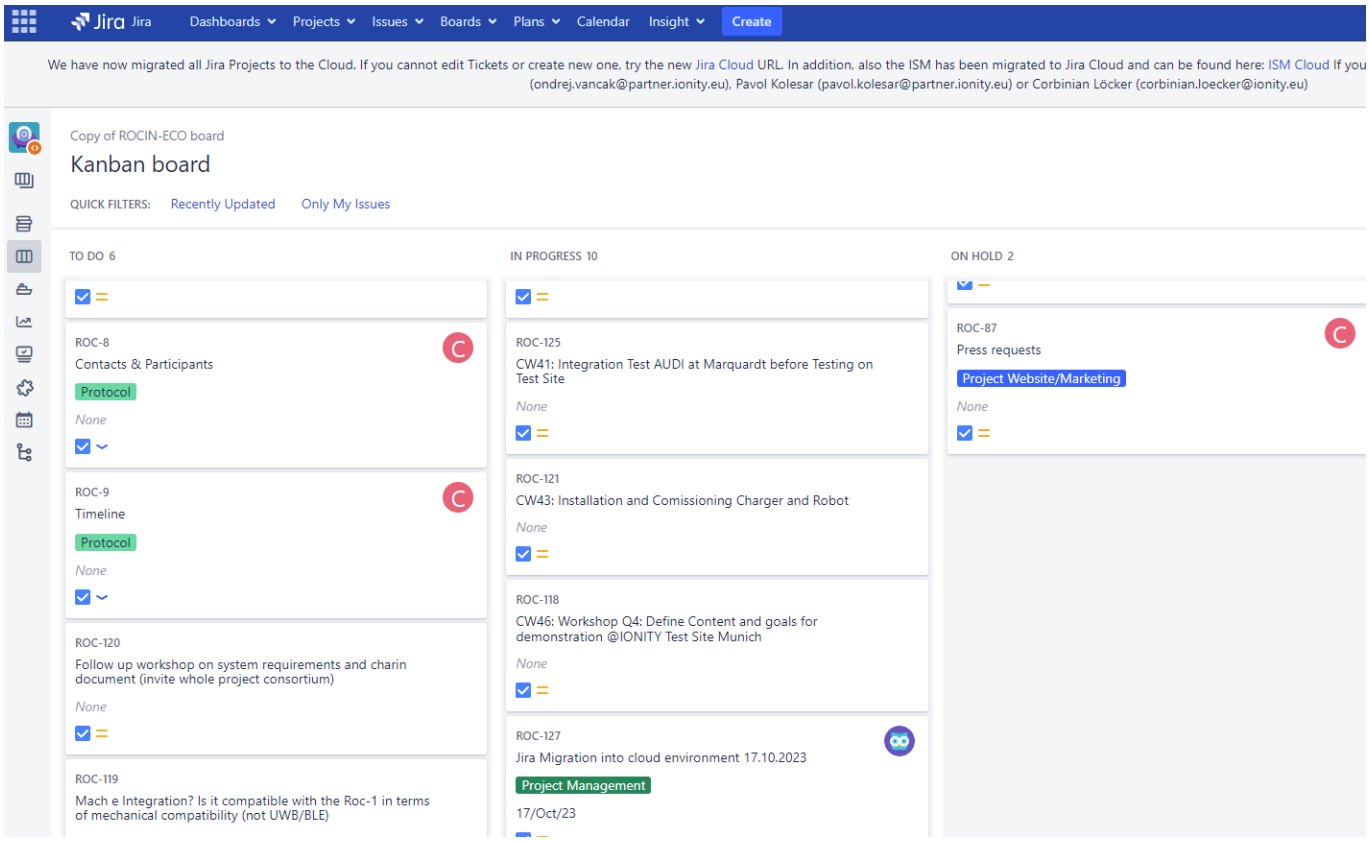


Abbildung 8: Tabelle zur Verwaltung des Fortschritts der Projektaufgaben

Neben Jira kam Microsoft Sharepoint zur Anwendung. Während Jira in erster Linie als reines Projektmanagement-Tool genutzt wurde, diente MS Sharepoint zur Dateitablage. Der Konsortialführer IONITY hat hier entsprechende Ordnerstrukturen eingerichtet und freigegeben, die von dem Konsortium gemeinsam genutzt wurden.

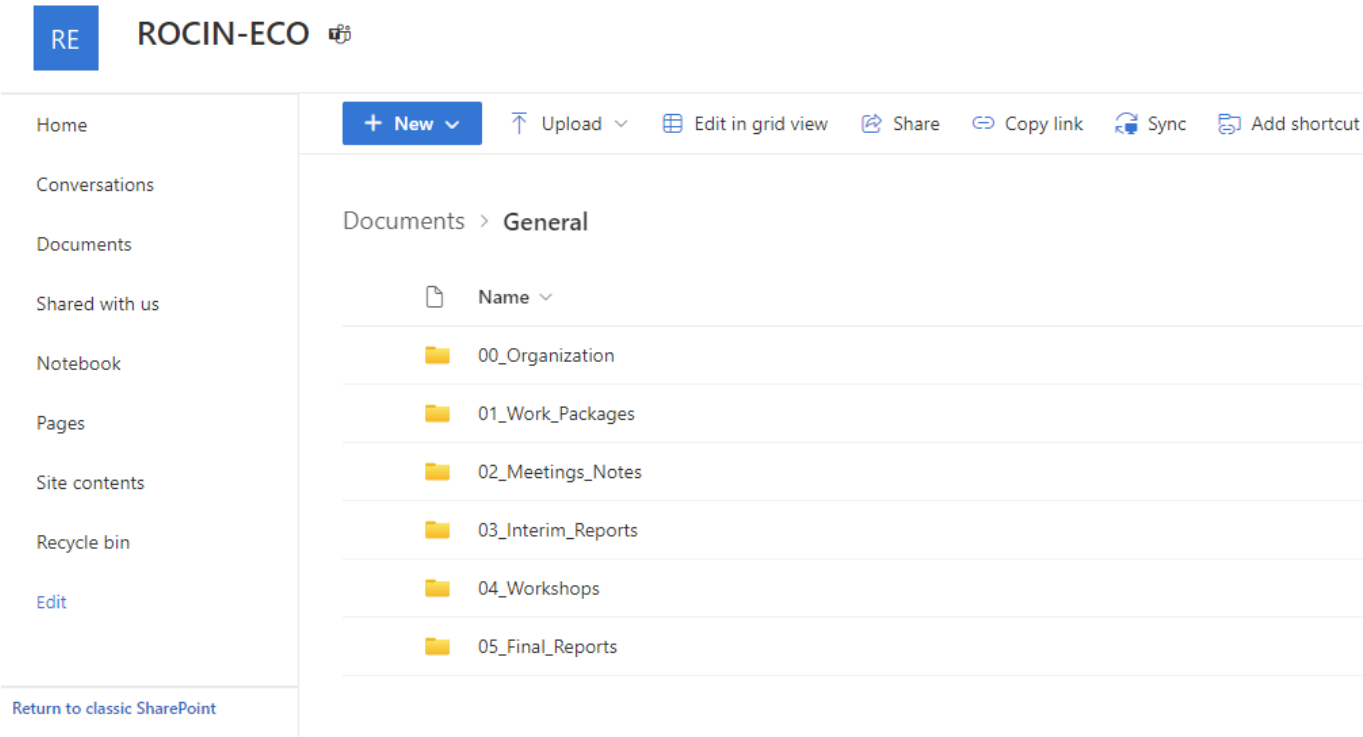


Abbildung 9: Ordnerstruktur des Projekts

Während die Regeltermine online stattfanden, traf sich das Projektkonsortium zweimal im Jahr und veranstaltete damit ein Vor-Ort Konsortialtreffen. Die Orte für die Konsortialtreffen haben variiert und unterschiedliche Projektpartner habend Treffen gehostet. Die Treffen dienten in erster Linie dazu, die gemeinsame Zusammenarbeit zu verbessern und ein stetig hohes Qualitätsniveau sicher zu stellen. Neben Projektstatusupdates und Projektmanagementthemen haben bei diesen Treffen entsprechend auch praktische Teile am und rund um den Laderoboter und Tests am Roboterladesystem stattgefunden. Mehr zu diesen Inhalten wird im Kapitel zu AP3, AP4 und AP5 beschrieben. Zu diesen Treffen wurde die NOW und das PTJ entsprechend immer mit eingeladen und eingebunden.

Während der Projektlaufzeit hat das Konsortium weiteren technologischen Know-how - Bedarf im Bereich Roboter-Fahrzeug-Kommunikation aufgedeckt. Diesbezüglich kamen daraufhin Gespräche mit der Firma Marquardt zustande, welche sich als Experte im Bereich Bluetooth-Low-Energy und Ultrawideband Kommunikation aufzeigte. Daraufhin wurde Marquardt als weiterer assoziierter Partner ins Projekt aufgenommen.

PROJECT INFORMATION

Project name	ROCIN-ECO
Poject duration	01.10.2021 – 30.06.2024 (30 months)
Project lead	IONITY GmbH
Project Partner	IONITY GmbH, AUDI AG, TÜV SÜD
Associated Partner	Porsche AG, BMW AG, Ford AG, AVL GmbH, Huber+Suhner AG, ROCSYS
Short description	**ROCIN-ECO – Robot Charging Infrastructure Ecosystem enabling carefree emobility across Europe** The goal of ROCIN-ECO is the development and demonstration of an interoperable, standardized, automated charging solution by means of a robot. Since the automated charging solution must be fully interoperable with both the charging infrastructure and e-vehicles, success can only be achieved with a coherent, integrated approach that involves standardization activities throughout the whole project. Our realization will be the only vendor-independent solution with a strong focus on non-discrimination and standardization. The practice-oriented approach by considering public use cases as well as a safe soft-robot technology and high charging performance confirm the difference of ROCIN-ECO from other projects. Respecting multiple aspects for automated charging we claim to find the optimal technology for enabling carefree emobility across Europe.

FUNDED PARTNERS

ASSOCIATED PARTNERS & SUBCONTRACTORS

ASSOCIATED PARTNERS

Abbildung 10: Projektinformation

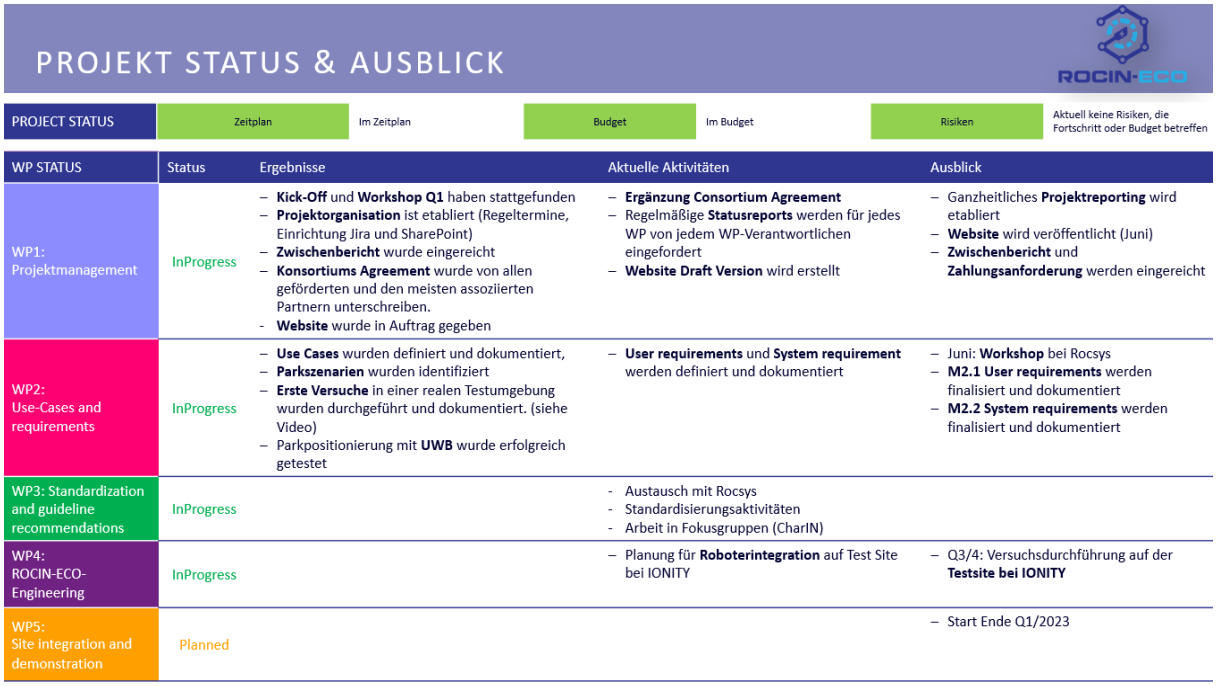
Während der Projektlaufzeit schritt die Standardisierung der Roboter-Fahrzeugschnittstelle weiter voran, in welche das Projektkonsortium während der gesamten Projektlaufzeit hinein gearbeitet hatte. Es zeigte sich, dass eine kostenneutrale Verlängerung sich aus zwei Gründen als sinnvoll erwies:

1. Die Arbeit in der Standardisierung ist noch im Gange
2. Zusätzliche Zeit für Projektpräsentation und Know-how - Transfer an relevante Branchen

Daher wurde eine kostenneutrale Verlängerung des Projekts um 6 Monate beantragt, welche auch bewilligt wurde.

Alles Zwischenberichte im Projekt wurden fristgerecht abgegeben. Des Weiteren hat das Konsortium Projektreporting erstellt, die an die NOW kommuniziert wurde. Offene Fragen wurden mit der NOW während der Konsortialtreffen und in dedizierten Meetings mit der NOW geklärt.

Abbildung 11: Vorhabenstatus ROCIN-ECO



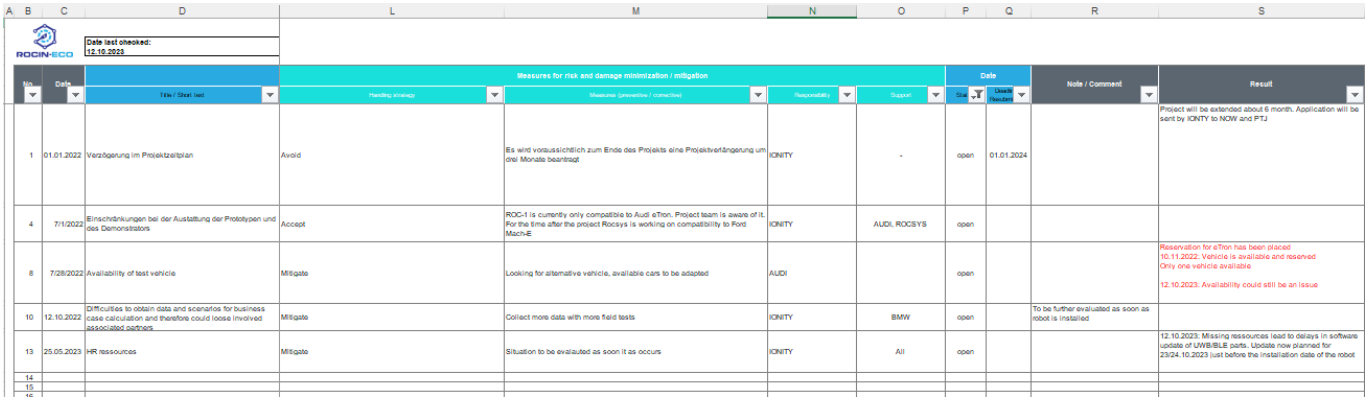
PROJEKT STATUS & AUSBLICK

PROJECT STATUS	Zeitplan	Im Zeitplan	Budget	Im Budget	Risiken	Aktuell keine Risiken, die Fortschritt oder Budget betreffen

WP STATUS	Status	Ergebnisse	Aktuelle Aktivitäten	Ausblick
WP1: Projektmanagement	InProgress	– **Kick-Off** und **Workshop Q1** haben stattgefunden – **Projektorganisation** ist etabliert (Regeltermine, Einrichtung Jira und SharePoint) – **Zwischenbericht** wurde eingereicht – **Konsortiums Agreement** wurde von allen geförderten und den meisten assoziierten Partnern unterschreiben. - **Website** wurde in Auftrag gegeben	– **Ergänzung Consortium Agreement** – Regelmäßige **Statusreports** werden für jedes WP von jedem WP-Verantwortlichen eingefordert – **Website Draft Version** wird erstellt	– Ganzheitliches **Projektreporting** wird etabliert – **Website** wird veröffentlicht (Juni) – **Zwischenbericht** und **Zahlungsanforderung** werden eingereicht
WP2: Use-Cases and requirements	InProgress	– **Use Cases** wurden definiert und dokumentiert, – **Parkszenarien** wurden identifiziert – **Erste Versuche** in einer realen Testumgebung wurden durchgeführt und dokumentiert. (siehe Video) – Parkpositionierung mit **UWB** wurde erfolgreich getestet	– **User requirements** und **System requirement** werden definiert und dokumentiert	– Juni: **Workshop** bei Rocsys – **M2.1 User requirements** werden finalisiert und dokumentiert – **M2.2 System requirements** werden finalisiert und dokumentiert
WP3: Standardization and guideline recommendations	InProgress		- Austausch mit Rocsys - Standardisierungsaktivitäten - Arbeit in Fokusgruppen (CharIN)	
WP4: ROCIN-ECO-Engineering	InProgress		– Planung für **Roboterintegration** auf Test Site bei IONITY	– Q3/4: Versuchsdurchführung auf der **Testsite bei IONITY**
WP5: Site integration and demonstration	Planned			– Start Ende Q1/2023

Abbildung 12: Projekt Status & Ausblick

Zur Bewertung von Risiken zeitlicher, kostentechnischer und ressourcentechnischer Natur im Projekt hat das Konsortium in regelmäßigen Abständen eine Risikobewertung durchgeführt. Das Dokument zur Risikobewertung wurde auf dem Projektsharepoint aktuell gehalten und stetig gemonitort. Das Projektkonsortium hat identifizierte Risiken dokumentiert, bewertet und ggf. Strategien zum Umgang mit diesen Risiken ausgearbeitet. Somit konnten alle Risiken entweder vollständig vermieden oder reduziert oder durch andere Optionen zur Zielerreichung ersetzt werden.



Date last checked: 12.10.2023

No.	Date	Title / Short text	Measures for risk and damage minimization / mitigation: Handling strategy	Measures (preventive / corrective)	Responsibility	Support	Date: Start	Date: Deadline	Note / Comment	Result
1	01.01.2022	Verzögerung im Projektzeitplan	Avoid	Es wird voraussichtlich zum Ende des Projekts eine Projektverlängerung um drei Monate beantragt	IONITY	-	open	01.01.2024		Project will be extended about 6 month. Application will be sent by IONITY to NOW and PTJ
4	7/1/2022	Einschränkungen bei der Ausstattung der Prototypen und des Demonstrators	Accept	ROC-1 is currently only compatible to Audi eTron. Project team is aware of it. For the time after the project Rocsys is working on compatibility to Ford Mach-E	IONITY	AUDI, ROCSYS	open			
8	7/28/2022	Availability of test vehicle	Mitigate	Looking for alternative vehicle, available cars to be adapted	AUDI		open			Reservation for eTron has been placed 10.11.2022: Vehicle is available and reserved Only one vehicle available 12.10.2023: Availability could still be an issue
10	12.10.2022	Difficulties to obtain data and scenarios for business case calculation and therefore could loose involved associated partners	Mitigate	Collect more data with more field tests	IONITY	BMW	open		To be further evaluated as soon as robot is installed	
13	25.05.2023	HR ressources	Mitigate	Situation to be evaluated as soon it as occurs	IONITY	All	open			12.10.2023: Missing ressources lead to delays in software update of UWB/BLE parts. Update now planned for 23/24.10.2023 just before the installation date of the robot
14										
15										

Abbildung 13: Risikobewertung

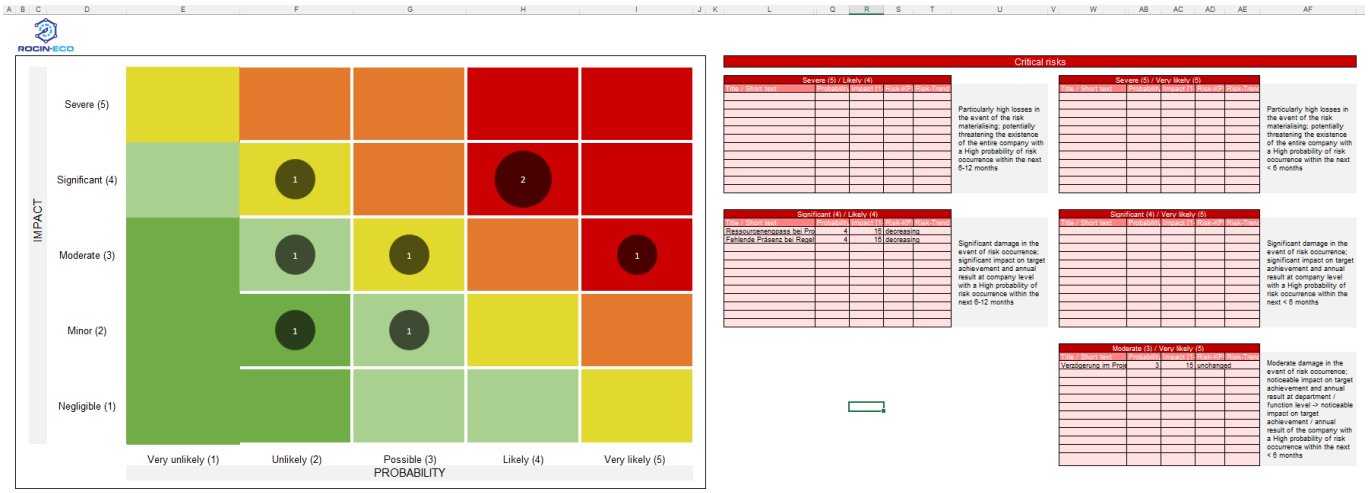


Abbildung 14: Risikobewertung

Neben den administrativen Tätigkeiten wurde auch entsprechend an dem Marketing des Projekts gearbeitet. Dies wird im AP5 entsprechend ausgeführt.

Zusammenfassend wurden alle administrativen Tätigkeiten im Projekt erfolgreich abgewickelt, so dass das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden konnte.

2.1.2. AP2 – Use-Cases und Anforderungen

Ziel 1: Es werden zwei separate Customer Journeys (Use-Cases) erstellt

Das Konsortium hat sich zu Beginn des Projekts mit der Frage nach den Use Cases für das Roboterladen beschäftigt. In diversen Workshops (online und offline) hat das Konsortium mit Stand Q1/2022 vier Use Cases identifiziert. Alle vier Use Cases werden im Folgenden beschrieben. Zwei dieser Use Cases hat das Projektkonsortium hinsichtlich der Wichtigkeit und Wiederverwertbarkeit als am wichtigsten befunden, welche letztendlich im Projekt ausgearbeitet und erforscht wurden.

Die vier Use Cases sind die folgenden:

- Charging as a service, bei dem der Fahrer den Ladevorgang manuell initiiert
- Charging as a service, bei dem der Roboter bzw. das Fahrzeug den Ladevorgang selbstständig initiiert (Projekt Use-Case #1)
- Queuing/ Warteschlangensituationen, in denen der Roboter und das Fahrzeug die Ladeprozesse autonom abwickeln
- AVPS: Autonomous Valet Parking System, bei dem das Fahrzeug autonom an die Ladestation fährt und dort entsprechend den Ladevorgang in Gang setzt (Projekt Use-Case #2)

ROCIN-ECO

Objective of this documents
- Define most important use cases ROCIN-ECO Project
- Document high level requirements
- Define project use cases

As of: Q1/2022

	1. Charging as a service (driver triggers charging)	2a. Charging as a service (EV/Robot triggers charging)	2b. Customer drives into Queuing situation manually (Robot is moving between Evs)	3. AVPS	Comment
Project focus?		yes, will also be set up as prototype during project time		yes, only user journey will be evaluated	
Description / User Story	Customer does not want to deal with handling the plug	Customer expects charging as a service (like petrol station attendant) and does not want to deal with either handling the plug nor authorization at the charger	Customer arrives at charging station and faces a queuing situation. All charge points are currently occupied. Customer does not want to wait for an available charge point inside and/or at the EV but wants to spent time for lunch/coffee break e.g. inside nearby restaurants.	Customer uses EV with Automated Valet Parking feature (AVP) and wants the EV fully charged when leaving.	
Focus/ main User type (e.g)	EV Drivers without Plug and Charge	EV Drivers with Plug and Charge who dont want to handle the plug	EV Drivers with Plug and Charge who don't want to wait for free charging spot	EV Drivers with Plug and Charge + AVPS compatible cars who don't want to deal with parking + Waiting + Charging + added values via orchestration system (car wash, maintenance, ...)	
Charging process started by	Driver	EV	EV	EV	
Process stopped by	Driver, EV, Site System, Charger	Driver, EV, Site System, Charger	Driver, EV, Site System, Charger	Driver, EV, Site System, Charger	Define shut down process at later stage
Preconditions					
Communication (Wireless) between ACD and EV	no	yes	yes	yes	
Information for driver of ACD location (site navigation)	yes (e.g. signs on location)	yes (e.g. signs on location)	yes (e.g. signs on location)	no	
Information for EV of ACD location	no	no	optional	yes (e.g. meta data)	
Information for ACD about inlet location (front, left, right, ...)	no	no	depending on the site layout and queuing implementation	yes	
Information for driver for exact positioning (parking feedback)	Some feedback needed for positioning (e.g. feedback, indication or limitation or parking space)	Some feedback needed for positioning (e.g. feedback, indication or limitation or parking space)	Some feedback needed for positioning (e.g. feedback, indication or limitation or parking space)	no	To be discussed in detail later in WP2
User instructions of ACD use	yes	yes	yes	no	
Site layout	Side by Side, Head/rear parking, Drive Through, Fishbone parking	Side by Side, Head/rear parking, Drive Through, Fishbone parking	Side by Side, Head/rear parking, Drive Through, Fishbone parking	Side by Side, Head/rear parking, Drive Through, Fishbone parking	To be discussed in detail later in WP2
Surroundings (location of charger, markings, signs...)	Publicly very accessable, designed for human surrounding, vandalism protection, safety measures	Publicly very accessable, designed for human surrounding, vandalism protection, safety measures	Publicly very accessable, designed for human surrounding, vandalism protection, safety measures	Less publicly accessable, designed less for human but more functional aproach	To be discussed in WP3
Location type	Highway, Home, Urban areas	Highway, Home, Urban areas	Highway, Urban areas, Parking garages	Highway, Parking garages	
Requirements					
Communication between ACD and EV	no	yes	yes	yes	Communication requirements to be discussed later
Functional	No automatic flap needed (open/close)	Automatic flap (open/close)	Automatic flap (open/close)	Automatic flap (open/close)	
Charging protocols	CCS related standards and protocols	CCS related standards and protocols	CCS related standards and protocols	CCS related standards and protocols	
Charging authorization	Manual authorization	Plug and Charge, authorization before ACD connection to be discussed	Plug and Charge, authorization before ACD connection to be discussed	Plug and Charge, authorization before ACD connection to be discussed	To be discussed if and how authentication can be done before ACD will establish connection
Exceptions					Exceptions to be discussed in development process
Bad parking position (robot can not reach inlet)	Exceptions to be discussed in development process				Exceptions to be discussed in development process
Inlet detection failed	Exceptions to be discussed in development process				
Incompatible inlet type	Exceptions to be discussed in development process				Exceptions to be discussed in development process
Communication setup failed	Exceptions to be discussed in development process				Exceptions to be discussed in development process
Charging expections (e.g. authorization failure, isolation failure, etc.	Exceptions to be discussed in development process				Exceptions to be discussed in development process
Malfunctions	Exceptions to be discussed in development process				Exceptions to be discussed in development process

Abbildung 15: Anwendungsfälle des Projekts

Use Case 1: Charging as a Service (Fahrer initiiert den Ladevorgang)

Bei dem ersten identifizierten Use Case handelt es sich um den am wenigsten automatisierten Use Case. Der Fahrer des Elektrofahrzeuges fährt manuell an die Roboter-Ladestation. Da keine Kommunikation zwischen Ladestation und Roboter stattfindet, muss der Fahrer sich beim Parken selber um die optimale Parkposition bemühen. Er erhält keine Unterstützung oder Feedback vom Fahrzeug, ob der Roboter sich in Reichweite befindet. Nach vollständig manuellem Parken muss der Fahrer die Ladeklappe manuell öffnen und den Start des Ladevorgangs triggern. Hier kommen die verbreiteten Authentifizierungsmethoden, wie RFID-Karte oder z.B. APP, zum Einsatz. Eine Freischaltung des Ladevorgangs triggert den Roboter, um einen

Dockversuch zu starten. Nach erfolgreichem Docking startet der Ladevorgang. Das Beenden des Ladevorgangs findet auch manuell statt, ebenso wie das Schließen der Ladeklappe.

Dieser Use Case zielt im Wesentlichen auf Legacy-Fahrzeuge ab, also Fahrzeuge, die noch nicht vollumfänglich die Roboter-Ladetechnologie unterstützen.

Use Case 2a: Charging as a Service EV/Roboter triggern den Ladevorgang

Im Gegensatz zum ersten Use Case ist der Ladevorgang bzw. Ladeprozess bei diesem Use Case bereits automatisiert. Die Automatisierung nimmt dem Fahrer das manuelle Starten bzw. Beenden des Ladevorgangs vollständig ab. Bei der Anfahrt zur Ladestation erhält der Fahrer bereits fahrzeugseitige Unterstützung zur korrekten Positionierung des Fahrzeugs am Laderoboter. Dies wird möglich durch die Roboter-Fahrzeug-Kommunikation, welche im Projekt weitestgehend mitentwickelt wurde und in die Standardisierungsgremien IEC und ISO eingeflossen ist. Nach korrekter Positionierung startet das Fahrzeug den Ladevorgang autonom, sodass der Fahrer sich nicht mehr um den Ladeprozess an sich kümmern muss. Die Authentifizierung erfolgt über Plug and Charge direkt zwischen Fahrzeug und Ladestation. Nach Vervollständigung des Ladevorgangs initiiert das Fahrzeug den Undocking-Vorgang und der Fahrer kann wieder weiter fahren.

Customer Journey des Use Case 2a:

Für den Use Case 2a) wurde, in Anlehnung an eins der Arbeitspaketziele, eine Customer Journey erstellt. Diese beschreibt zum einen den zeitlichen Ablauf bei dem automatisierten Ladeprozess und zum anderen die Verantwortlichkeiten, sowie beteiligten Akteure.

Die User Journey beginnt mit der Navigation des Nutzers zu einem Ladestandort, an dem er eine automatisierte Ladelösung vorfindet. Anschließend navigiert er zum Standort und entscheidet sich, am Roboter zu laden. Nun beginnt der automatisierte Teil des Roboterladens, denn das Fahrzeug baut Kommunikation zum Laderoboter auf. Es findet ein Pairing zwischen Elektrofahrzeug und Laderoboter statt, bei dem die Kompatibilität zwischen beiden Parteien sichergestellt wird. Gleichzeitig parkt der Fahrer das Fahrzeug in der korrekten Position, sodass sichergestellt ist, dass der Roboter und das Fahrzeug auch eine konduktive Kopplung für den Ladeprozess durchführen können.

Im Rahmen der Fahrzeug-Roboter-Kommunikation erhält das Fahrzeug vom Laderoboter stetig Feedback zu Positionierung und Status.

Nach korrekter Positionierung deaktiviert der Fahrer den Antriebsstrang (schaltet die Zündung aus bzw. stellt das Fahrzeug in Fahrmodus „P“) und verlässt das Fahrzeug. Er kann nun den Standort verlassen und dem Laderoboter sowie dem Fahrzeug die vollständige Durchführung des automatisierten Ladevorgangs überlassen.

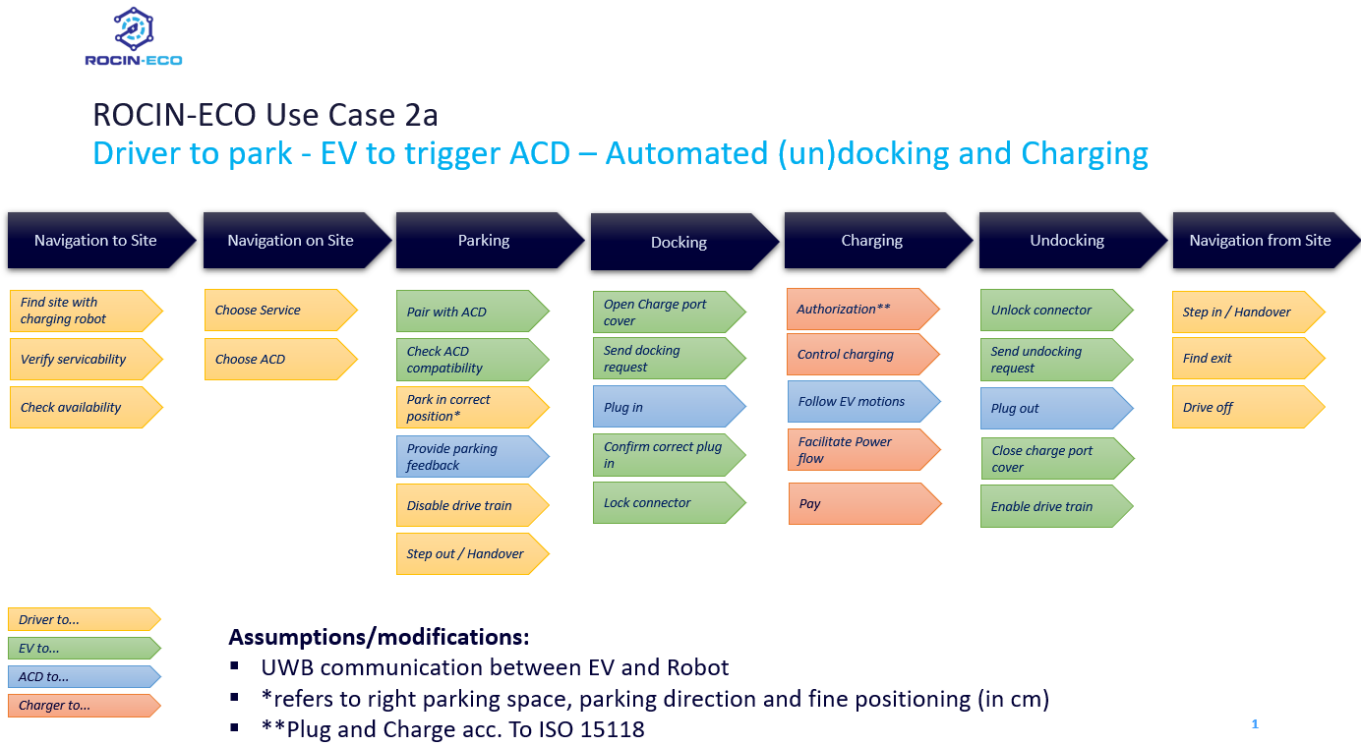


Abbildung 16: Benutzer Anwendungsfall 2a Reise

Nun startet der Docking-Vorgang, bei dem der Laderoboter die konduktive Verbindung zwischen Laderoboter und Fahrzeug herstellen wird. Dazu öffnet das Fahrzeug nun selbstständig die Ladekabel. Anschließend sendet das Fahrzeug über die drahtlose Kommunikation zum Roboter einen „Docking Request“. Der Laderoboter beginnt nun den Dockvorgang und steckt den Ladestecker selbstständig in das Fahrzeug ein. Sobald dieser Vorgang abgeschlossen ist, bestätigt das Fahrzeug dies und verriegelt den Stecker.

Der Ladevorgang kann nun beginnen. Dazu erfolgt die Autorisierung, um sicher zu stellen, dass der Kunde bei dem Betreiber auch laden darf und der Ladevorgang entsprechend abgerechnet werden kann. Das Projektkonsortium hat sich hier für Plug and Charge als das beste Autorisierungsverfahren ausgesprochen. Bei Plug and Charge handelt es sich um ein standardisiertes und sicheres Verfahren, bei dem Vertragsdaten zwischen Fahrzeug und Ladestation manipulationssicher ausgetauscht werden können. Dies benötigt keinerlei manuelle Zwischenschritte. Bei positiver Autorisierung beginnt der Ladevorgang.

An dem Ladeprozess an sich ändert sich durch das Roboterladen nichts und auch die Ladekommunikation bleibt, wie beim herkömmlichem manuellen Laden, gleich. Während des Ladevorgangs ist jedoch sicher zu stellen, dass der Laderoboter den minimalten Bewegungen des stehenden Fahrzeugs (zum Beispiel durch Beladung oder Entladung mit Kofferraum oder durch Passagiere) folgen kann. Auch die Abrechnung erfolgt später unabhängig von dem Roboter-Ladeprozess.

Um das Fahrzeug wieder zur Abfahrt freizugeben, entriegelt das Fahrzeug den Ladestecker und sendet anschließend ein „Undocking Request“ an den Laderoboter. Dieser Schritt kann selbstständig durch das Fahrzeug getriggert (z.B. durch eine vollständig gelandete Batterie) oder manuell durch den Nutzer (manuelles Stoppen des Ladevorgangs durch App oder im Fahrzeug) getätigt werden.

Der Roboter entfernt nun den Ladestecker aus dem Fahrzeug, sodass das Fahrzeug anschließend autonom die Ladeklappe wieder schließen kann.

Ist dies erfolgt, gibt das Fahrzeug den Antriebsstrang wieder frei. Der Fahrer kann nun alle notwendigen Schritte im Fahrzeug durchführen, um weiter zu fahren.

Use Case 2b: Queuing und Warteschlangen

Beim dritten Use Case, den das Projektkonsortium als Use Case für das automatisierte Laden identifiziert hat, handelt es sich um Queuing- und Warteschlangen-Situationen. Diese Queues (Warteschlangen von Fahrzeugen) könnten, je nach Gestaltung des Ladeparks, autonom von einem Laderoboter abgearbeitet werden, sodass zunächst das erste Fahrzeug von einem Laderoboter beladen wird und der Laderoboter nach Beendigung des 1. Ladevorgangs zum zweiten Fahrzeit über geht.

Dieser Use Case geht mit einer deutlich erhöhten Komplexität des Roboters, aber auch der Ladeparkgestaltung einher. Basis für diesen Use Case sind die Anforderungen aus dem Use Case 2a), denn hier wird mindestens der gleiche Anteil an Automatisierung benötigt. Daher hat sich das Projektkonsortium innerhalb des ROCIN-ECO Projekts zunächst auf den Use-Case 2a fokussiert.

Use Case 3: AVPS - autonomous valley parking system

Dieser Use Case baut auf den vorherigen Use Cases auf und baut dabei auf die Fähigkeiten eines Elektrofahrzeuges auf, vollständig autonom zu fahren und zu parken. Während im Use Case 2 der Nutzer in der Verantwortung des Parkens war und noch selbstständig zum Ladeplatz fahren musste, übernimmt dies nun das Elektrofahrzeug selbstständig. AVPS (autonomous valley parking system) geht davon aus, dass der Nutzer sein Fahrzeug an einer „Drop off“ Zone abstellt und diese dann verlässt. Von hier aus kümmert sich das Elektrofahrzeug selbstständig um das Parken und das anschließende Aufladen, bis es letztendlich von seinem Besitzer wieder zur Abholzone gerufen wird und der Nutzer von dort aus wieder manuell abfahren kann.

Das Projektkonsortium hat diesen Use-Case ausgewählt, um hierfür eine User Journey zu erstellen. Die Projektpartner sehen diesen Use Case als einen der Treiber für den zukünftigen Bedarf an ACD-S Ladeinfrastruktur, welches durch einen Laderoboter durch geführt wird.

Customer Journey des ROCIN-ECO Use Case 3

Für den Use Case 3 wurde, in Anlehnung an eins der Arbeitspaketziele, eine Customer Journey erstellt. Diese beschreibt zum einen den zeitlichen Ablauf bei dem automatisierten Ladeprozess und zum anderen die Verantwortlichkeiten sowie die beteiligten Akteure.

Die User Journey beginnt mit der Navigation des Nutzers zu einem Ladestandort, an denen er eine automatisierte Ladelösung vor findet, die auch AVPS unterstützt. Der Fahrer stellt sein Fahrzeug auf einer Drop Off-/Handover-Zone ab und überlässt das Fahrzeug dem AVPS System. Hierbei ist das Fahrzeug bereits mit einem Central Management System (drahtlos) verbunden (Das Central Management System ist nicht teil des ROCIN-ECO Projekts, zeigt aber bereits das Potential für das autonome Laden.).

Das Fahrzeug wählt über das Central Management System eine passende Lademöglichkeit und begibt sich selbstständig zu einem verfügbaren Roboterladepunkt. Das Fahrzeug baut nun die Kommunikation zum Laderoboter auf und prüft damit die Kompatibilität zwischen Roboter und Fahrzeug. Angekommen, parkt das AVPS-kompatible Fahrzeug selbstständig, sodass sichergestellt ist, dass der Roboter und das Fahrzeug auch eine konduktive Kopplung für den Ladeprozess durchführen können.

Nach korrekter Positionierung deaktiviert das Fahrzeug selbstständig den Antriebsstrang (schaltet die Zündung aus bzw. stellt das Fahrzeug in Fahrmodus „P“) und der automatisierte Ladevorgang kann starten.

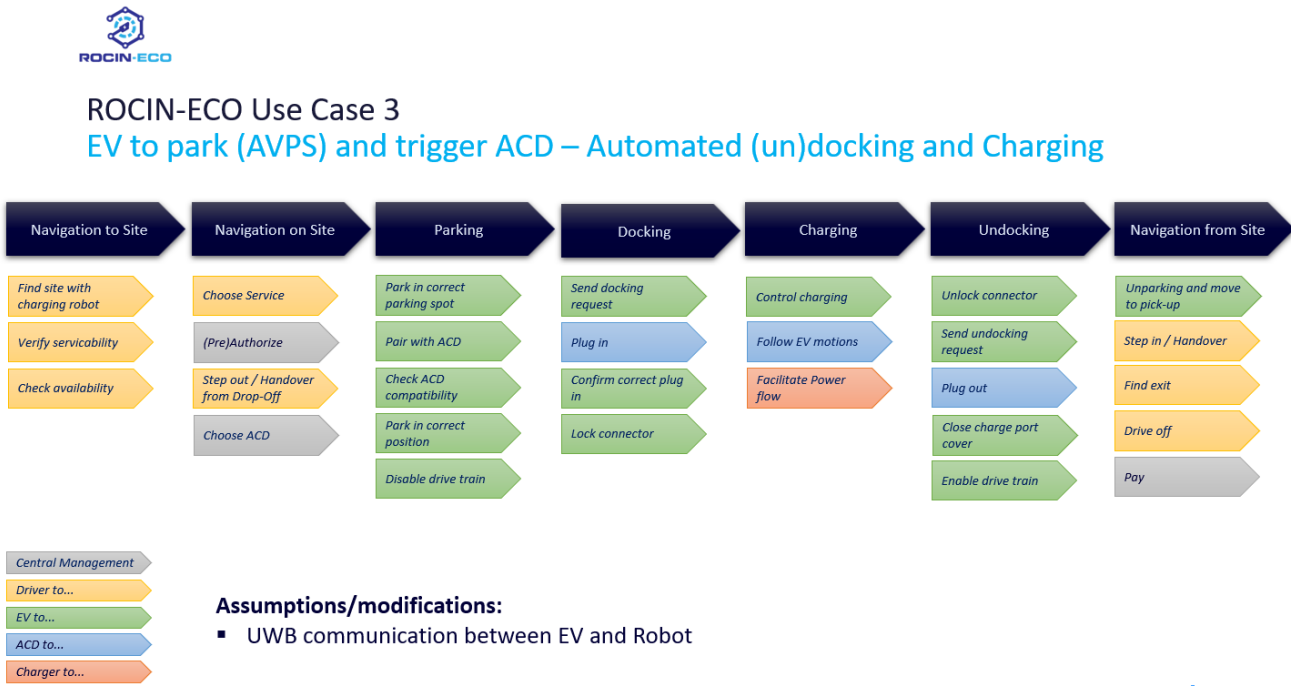


Abbildung 17: Benutzer Anwendungsfall 3 Reise

Der Docking-Vorgang, der Ladevorgang sowie das Undocking, nachdem der Ladevorgang beendet wurde, erfolgen analog zu Use Case 2a, wobei der Trigger zum Starten oder Beenden der einzelnen Aktionen auch über ein zentrales Management-System erfolgen kann, durch welches das AVP-System kontrolliert und die Fahrzeuge koordiniert werden.

Sobald der Roboter den Ladestecker vom Fahrzeug entfernt und den Bewegungsraum des Fahrzeugs vollständig verlassen hat, gibt das Fahrzeug den Antriebsstrang wieder frei. Das Fahrzeug bewegt sich nun selbstständig in eine Warte bzw. Drive-Off Zone, wo es vom Halter abgeholt werden kann.

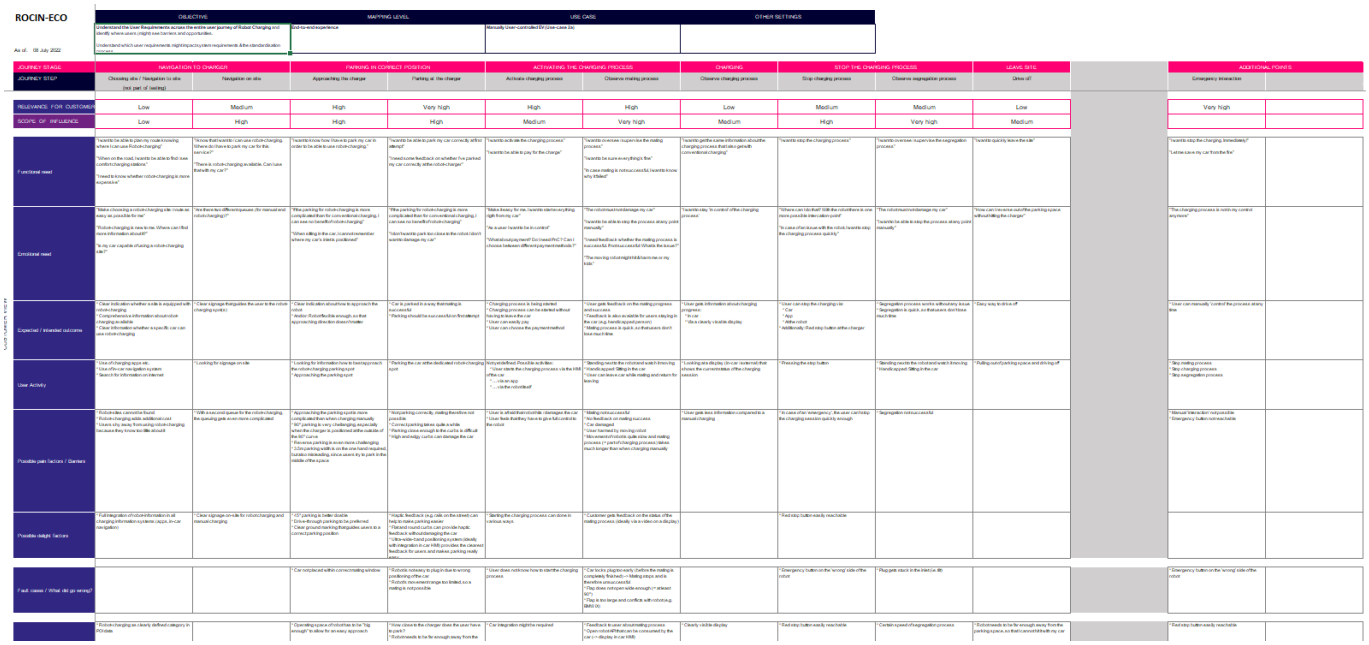
Ziel 2: Ergebnisse werden in einem User Requirements Document (URD) dokumentiert

Das Konsortium hat in diversen praxisnahen Workshops zusammen mit allen Projektpartnern Nutzeranforderungen an das Roboterladesystem und an die Standortgestaltung herausgearbeitet. Dazu haben diverse Workshops stattgefunden, bei denen sowohl unterschiedliche Layouts als auch die definierten User Journeys unter realen Umständen nachgestellt wurden.

Für die einzelnen Schritte der User Journey wurden Schlüsselkriterien definiert, für die die Anforderungen aus Kundensicht für die einzelnen Schritte in der User Journey erarbeitet wurde. Dazu wurden neben dem Kernteam aus dem Projektkonsortium und den assoziierten Partner auch Dritte aus den Unternehmen des Projekts aus unterschiedlichen Bereichen miteinbezogen, um eine möglichst breite Sicht auf die Anforderungen sich zu stellen.

Abbildung 18: Externe Personen im Testgelände

Die Ergebnisse wurden im User Requirement Document niedergeschrieben, die als Guideline für die technische Umsetzung des Roboterladesystems und der Standortgestaltung dienen können.



ROCIN-ECO	OBJECTIVE	MAPPING LEVEL	USE CASE	OTHER SETTINGS
As of: 08 July 2022	Understand the User Requirements across the entire user journey of Robot Charging and identify where users might see barriers and opportunities. Understand which user requirements might impact system requirements & the standardisation process.	End-to-end experience	Manually User-controlled EV (Use-case 3a)	

JOURNEY STAGE	NAVIGATION TO CHARGER		PARKING IN CORRECT POSITION		ACTIVATING THE CHARGING PROCESS		CHARGING	STOP THE CHARGING PROCESS		LEAVE SITE		ADDITIONAL POINTS	
JOURNEY STEP	Choosing site / Navigation to site (not part of routing)	Navigation on site	Approaching the charger	Parking at the charger	Activate charging process	Observe charging process	Observe charging process	Stop charging process	Observe segregation process	Drive off		Emergency interaction	
RELEVANCE FOR CUSTOMER	Low	Medium	High	Very high	High	High	Low	Medium	Medium	Low		Very high	
SCOPE OF INFLUENCE	Low	High	High	High	Medium	Very high	Medium	High	Very high	Medium			
Functional need	"I want to be able to plan my route knowing where I can use Robot-charging" "When on the road, I want to be able to find non-conflict charging stations" "I need to know whether robot-charging is more expensive"	"I know that I want to: Can use robot-charging, Where do I have to park my car for this service?" "There is robot-charging available. Can I use it with my car?"	"I want to know how I have to park my car in order to be able to use robot-charging" "I need some feedback on whether I've parked my car correctly either robot-charger"	"I want to be able to park my car correctly without delays" "I need some feedback on whether I've parked my car correctly either robot-charger"	"I want to activate the charging process" "I want to be able to pay for the charge"	"I want to oversee / supervise the mating process" "I want to be sure everything's fine" "In case mating is not successful, I want to know why it failed"	"I want to get the same information about the charging process that I also get with conventional charging"	"I want to stop the charging process"	"I want to oversee / supervise the segregation process"	"I want to quickly leave the site"		"I want to stop the charging, immediately!" "Let me save my car from the fire"	
Emotional need	"Make choosing a robot-charging site / route as easy as possible for me" "Robot-charging is new to me. Where can I find more information about it?" "Is my car capable of using a robot-charging site?"	"Are there two different queues (for manual and robot-charging)?" "Robot-charging is new to me. Where can I find more information about it?" "Is my car capable of using a robot-charging site?"	"When parking for robot-charging is more complicated than for conventional charging, I can see no benefit of robot-charging" "When sitting in the car, I cannot remember where my car's mirror positioned"	"When parking for robot-charging is more complicated than for conventional charging, I can see no benefit of robot-charging" "I don't want to park too close to the robot (don't want to damage my car"	"Make it easy for me. I want to start everything light from my car" "As a user I want to be in control" "What is a suitable payment? Do I need PnC? Can I choose between different payment methods?" "The mating robot might hit/harm me or my kids"	"The robot must not damage my car" "I want to be able to stop the process at any point manually" "I need feedback whether the mating process is successful. Protocol: Careful! What's the issue?" "The mating robot might hit/harm me or my kids"	"I want to stay 'in control' of the charging process"	"Where can I do that? Will the robot there is one more possible intervention point? "In case of an issue with the robot, I want to stop the charging process quickly" "I want to be able to stop the process at any point manually"	"The robot must not damage my car" "I want to be able to stop the process at any point manually"	"How can I move out of the parking space without hitting the charger" "I want to be able to stop the process at any point manually"		"The charging process is not in my control anymore" "I want to be able to stop the process at any point manually"	
Expected / Intended outcome	"Clear indication whether a site is equipped with robot-charging "Comprehensive information about robot-charging available "Clear information whether a specific car can use robot-charging	"Clear signage that guides the user to the robot-charging spot(s)"	"Clear indication about how to approach the robot "And/or: Robot flexible enough, so that approaching direction doesn't matter	"Car is parked in a way that mating is successful "Parking should be successful on first attempt	"Charging process is being started "Charging process can be started without having to leave the car "User can easily pay "User can choose the payment method	"User gets feedback on the mating progress and success "Feedback is also available for users staying in the car (e.g. family equipped persons) "Mating process is quick, so that users don't lose much time	"User gets information about charging progress: "In car "Via a clearly visible display	"User can stop the charging: via "Car "App "At the robot "Additionally: Red stop button at the charger	"Segregation process works without any issue "Segregation is quick, so that users don't lose much time	"Easy way to drive off		"User can manually 'control' the process at any time	
User Activity	"Use of charging apps etc. "Use of in-car navigation system "Search for information on internet	"Looking for signage on site	"Looking for information how to best approach the robot-charging parking spot "Approaching the parking spot	"Parking the car at the dedicated robot-charging spot	Not yet defined. Possible activities: "User starts the charging process via the HMI of the car "User starts app "…via the robot itself	"Bending now to the robot and watch it moving "Hands support lifting in the car "User can leave car while mating and return for leaving	"Looking at a display (in car, external) that shows the current status of the charging session	"Pressing the stop button	"Bending now to the robot and watch it moving "Hands support lifting in the car	"Pulling out of parking space and drive off		"Stop mating process "Stop charging process "Stop segregation process	
Possible pain factors / Barriers	"Robot-sites cannot be found "Robot-charging adds additional cost "Users shy away from using robot-charging, because they know too little about it	"With a second queue for the robot-charging, the queuing gate even more complicated	"Approaching the parking spot is more complicated than when charging manually "Mating is not necessary (challenging, especially when the charger is positioned either outside of the 90° cone "Reverse parking is even more challenging "2.5m parking width is on the one hand required, but also misleading, since users try to park in the middle of the space	"Not yet parking correctly, mating therefore not possible "Correct parking takes quite a while "Parking close enough to the robot is difficult "High ambiguity: I will/ can damage the car	"User is afraid that robot-HMI damages the car "User feels that they have to give full control to the robot	"Mating not successful "No feedback on mating success "Mating takes too long "User harmed by moving robot "Movement of robot is quite slow and mating process / parking charging process takes much longer than when charging manually	"User gets less information compared to a manual charging	"In case of an 'emergency', the user can't stop the charging session quickly enough	"Segregation not successful			"Manual interaction not possible "Emergency button not reachable	
Possible delight factors	"Full integration of robot-information in all charging information systems (apps, in-car navigation)	"Clear signage on-site for robot-charging and manual charging	"2.5' parking is better double "Drive-through parking is to be preferred "Clear ground marking that guides users to a correct parking position	"Haptic feedback: e.g. rails on the street can help to make parking easier "Tilt and round out the car: provide haptic feedback without damaging the car "Ultra-wide-band positioning system (ideally with integration in car HMI) provides the clearest feedback for users and makes parking really easy	"Starting the charging process can done in various ways	"Customer gets feedback on the status of the mating process (ideally via a video on a display)		"Red stop button easily reachable					
Fault cases / What did go wrong?			"Car not placed within correct mating window	"Robot is not able to plug in due to wrong positioning of the car "Robot's movement range too limited, so a mating is not possible	"User does not know how to start the charging process	"Car locks plug too early (before the mating is completely finished) → Mating steps are not therefore unsuccessful "Plug does not open wide enough (> relevant for) "Plug is too large and conflicts with robot (e.g. BMW i3)		"Emergency button on the 'wrong' side of the robot	"Plug gets stuck in the inlet (i.e. BMW i3)			"Emergency button on the 'wrong' side of the robot	
	"Robot-charging as clearly defined category in POI data		"Operating space of robot has to be 'big enough' to allow for an easy approach	"How close to the charger does the user have to park? "Robot needs to be far enough away from the	"Car integration might be required	"Feedback to user about mating process "Open robot HMI can be consumed by the car (→ display in car HMI)	"Clearly visible display	"Red stop button easily reachable	"Certain speed of segregation process	"Robot needs to be far enough away from the parking space, so that users don't hit the my car		"Red stop button easily reachable	

Abbildung 19: Benutzeranforderungsdokument

Ziel 3: Ergebnisse werden in einem Lastenheft dokumentiert

Die Systemanforderungen an das Roboterladesystem wurden in regelmäßigen Online- und Offline-Workshops erarbeitet. Dabei wurden folgende Systeme berücksichtigt:

- Kundenanforderungen gemäß User Requirement Document (UDR)
- Standort und Standortlayout
- Ladeklappe
- Parking Guidance
- Laderoboter
- Roboter-EV Schnittstelle
- Allgemeine Sicherheitsanforderungen (elektrisch und mechanisch)
- Ladesystem inkl. Ladestation und Ladekabel

Die Systemanforderungen wurden in einem Lastenheft dokumentiert.

- INTERNAL and approved recipients -

ROCIN-ECO

System Requirements Document
(Lastenheft)
Systemanforderungen ROCIN-ECO
As of Q3 / 2024

- INTERNAL and approved recipients -

Abbildung 20: Lastenheft

2.1.3. AP3 – Standardisierung und Richtlinienempfehlungen

Ziel 1: Definition der Mindestanforderungen für das Produkt der Schnittstellenlösung

Die Mindestanforderungen an die Schnittstellenlösung ergeben sich aus den Erwartungen der unterschiedlichen Beteiligten sowie der gesetzlichen Notwendigkeiten:

- Nutzer des Systems erwarten ein unkompliziertes System, welches kompatibel mit ihrem Fahrzeug ist und unter allen äußeren Umständen funktioniert. Diese Erwartung beinhaltet einen hohen Grad an Rückwärtskompatibilität zu den bereits existierenden Fahrzeugen und stellt enorme Anforderungen an die Robustheit des Verbindungsvorganges gegenüber äußeren Umwelteinflüssen.
- Die Betreiber des Gerätes erwarten ein System, welches fehlerfrei und schnell funktioniert, sodass eine hohe Anzahl an Ladevorgängen in kurzer Zeit erreicht werden kann. Dementsprechend muss das System eine möglichst schnelle Bewegung des Roboters und eine schnelle Erkennung der Ladeöffnung am Fahrzeug aufweisen. Die mit dem Roboter verbundene Ladetechnik muss schnellladefähig sein, die Steckerverbindung robust gegen mechanische Beanspruchungen.
- Die Fahrzeughersteller erwarten, dass ein automatisiertes Ladesystem sehr wenig bis im Bestfall keine Mehrkosten in der Herstellung eines kompatiblen Fahrzeugs erzeugt. Dementsprechend sollte das automatisierte Ladesystem für alle seine Funktionalitäten auf die bereits im Fahrzeug verbauten Komponenten zurückgreifen.
- Aus regulatorischer Sicht muss das Produkt sicher sein, Personen dürfen weder bei normaler Nutzung noch bei erwartbarem Fehlgebrauch zu Schaden kommen.

Aus all den vorgenannten Punkten ergaben sich Festlegungen für die Ladeschnittstelle und die Umsetzung derselben im weiteren Projektverlauf.

So wurde festgelegt, dass zur Energieübertragung weiterhin die bereits etablierten Ladesysteme Combined Charging System CCS (in Europa kommt die Variante CCS2 zum Einsatz) bzw. für einen Heimgebrauch die etablierten AC Typ 1/Typ 2 genutzt werden sollen.

Es gab zu Anfang des Projektes noch Überlegungen, eine neue Technologie zu etablieren oder gegebenenfalls die bereits normierten Stecker um Funktionen zu erweitern – bspw. die Ausstattung mit der fahrzeugseitigen CCS-Verbindung mit einer Infrarot-LED und einer Empfangsdiode auf der Roboterseite. In Anbetracht der dann zu erwartenden Dauer der internationalen Normierung, der Gefahr der Inkompatibilität und der Schaffung von proprietären Lösungen einzelner Marktteilnehmer wurden diese Überlegungen jedoch verworfen und im Projekt der Ansatz einer roboterseitig verbauten kamerabasierten Lösung weiterverfolgt.

Für die Kommunikation wurde im Projekt auf ein UWB-System zurückgegriffen. Hintergrund war hier, dass die Hardware bereits im Fahrzeug verbaut und genutzt wird und damit keine weitere, neue Übertragungstechnologie zum Einsatz kommt.

Die Datenübertragung für den Feinpositionier- und Ladevorgang basiert auf der Standardreihe ISO 15118, speziell ISO 15118-8 und -20.

Für die Positionierung des Fahrzeugs kann die Standardreihe ISO 23374 Anwendung finden, welche aus dem Bereich des AVPS (automatisiertes Parken) kommt.

Ziel 2: Spezifikation der minimalen realisierbaren Anforderungen für die Steckererkennung

Siehe auch Lastenheft der Systemanforderungen aus AP2. Entsprechende Kommentare zu den Anforderungen wurden in den Normungsgremien eingereicht.

Ziel 3: Spezifikation der Mindestanforderungen für das automatische Parken

Das automatische Parken gliedert sich in zwei Hauptkategorien, assistiertes und automatisches Parken, und die drei Bereiche Fernbereich, Zielanfahrt und Feinpositionierung.

Im assistierten Parken bestehen die Mindestanforderungen für den Fernbereich und die Zielanfahrt aus klaren Navigationsanweisungen, mit denen der Ladeplatz durch den Nutzer gefunden wird. Dies kann beispielsweise über ein Navigationssystem oder, noch trivialer, über eine Beschilderung erfolgen.

Für die Feinpositionierung stellte sich im Laufe des Projektes heraus, dass eine optische (ggf. optisch-akustische) Positionierhilfe, bspw. eine Positionierungsanzeige mit Ampelsystem, im Fahrzeug oder im Sichtfeld des Fahrers an der Parkbucht hilfreich ist. Alternativ könnte auch eine gewisse Führung mittels Führungsschienen oder -kanten erfolgen, allerdings ist hier eine geringere Nutzerakzeptanz zu erwarten.

Im automatischen Parken kann für den Fernbereich auf die normale Umsetzung der automatischen Fahrzeugführungsfunktionen von Lvl 4 (Lvl 3?)-Fahrzeugen zurückgegriffen werden.
Für die Zielanfahrt muss eine wie auch immer geartete, mindestens unidirektionale Kommunikation zwischen Roboter und Fahrzeug stattfinden, um eine eindeutige Zuordnung des Fahrzeugs zum Ladeplatz sicherzustellen.
Die Feinpositionierung kann über die fahrzeugseitig bereits implementierten Mechanismen zur genauen Positionierung realisiert werden. Hier kommt eine bidirektionale Kommunikation zum Einsatz, um die Ladeschnittstelle des Fahrzeugs im Arbeitsbereich des Roboters zu positionieren.

Ziel 4: Spezifikation der Mindestanforderungen für Roboter im öffentlichen Raum

Siehe auch Lastenheft der Systemanforderungen aus AP2.

Ziel 5: Mindestanforderungsprofil für die automatisierte Klappe

Ziel 6: Spezifikation der realisierbaren Mindestanforderungen für automatisierte Elektrik

Im Projekt erstreckte sich die Mitarbeit in der Standardisierung durch die Teilnahme an den nationalen und internationalen Gremien zur Standardisierung des automatischen konduktiven Ladens über

- DKE GAK 353.0.13 (national); IEC TC69/WG14 (EV supply equipment with automated connection of a vehicle coupler) international
- DIN NA 052-00-37-56 AK (national); ISO TC 22/SC37/WG5 (international), wobei Audi die Projektleitung dieser beiden Gremien übernommen hat

Über die genannten Gremien wurden die Standards IEC 61851-26/-27 sowie ISO 5474-5 erarbeitet. Die DTS (Draft Technical Specification) für ISO 5474-5 wurde im November 2022 fertiggestellt und an die ISO gesendet. In diesen Bericht sind die Kommentare mit den Erkenntnissen aus diesem Projekt eingeflossen.

Parallel zur Kommentierung wurde eine Abfrage durch das ISO-Gremium an die Fahrzeughersteller über die Position und Orientierung der Ladedosen in zukünftigen Fahrzeugmodellen gestartet.

Hinsichtlich der Sicherheitsanforderungen wurde erkannt, dass eine Ausformulierung und zu starke Detaillierung der Vorgaben, wie es im Bereich der elektrischen Sicherheit der Fall ist, hinsichtlich der mechanischen Sicherheitsanforderungen nicht zielführend ist. Stattdessen scheint die Limitierung der kinetischen Energien, beispielsweise durch Begrenzung der Verfahrgeschwindigkeiten, und eine Begrenzung der maximalen Presskräfte die zielführendste Vorgabe zu sein, da sie dem Roboterhersteller die meisten Gestaltungsräume lässt. Eine gute Wertebasis könnte hier die Norm DIN EN 16005:2013 liefern. Diese beschreibt Anforderungen an Automatiktüren im öffentlichen Raum, die in ihr vorgegebenen Werte können aufgrund der langjährigen Existenz der Norm als hinreichend erprobt angesehen werden.

Über die konkrete Verwendung und Anbringung von Not-Aus-Tastern zur Abschaltung der Roboterbewegung und ihre Anbringungsorte wurde im Rahmen des Workshops im Juni 2022 diskutiert. Hintergrund ist die Erkenntnis, dass das Verfahren des Roboters aufgrund der Kraft- und Energiebegrenzung eher unkritisch, jedoch eine Erhöhung der Einsteckkraft zum endgültigen Erreichen der finalen Einsteckposition notwendig ist. Hier kann es zum Quetschen von Fingern kommen. Weitere Anforderungen siehe auch „ROCIN-ECO System Requirements Document“.

Die zweite DTS (Draft Technical Specification) für ISO 5474-5 wurde kommentiert und an ISO gemeldet. Weiterhin fanden mehrfach Meetings der nationalen und internationalen Gremien statt, in denen offene Punkte zu Package Space, also der Freiraum vor der Ladedose, und dem Mating Space diskutiert wurden. Aufgrund der Vielzahl von Ladedosen-Positionen und deren Orientierung im Raum stellte sich eine Lösungsfindung als etwas komplexer heraus.

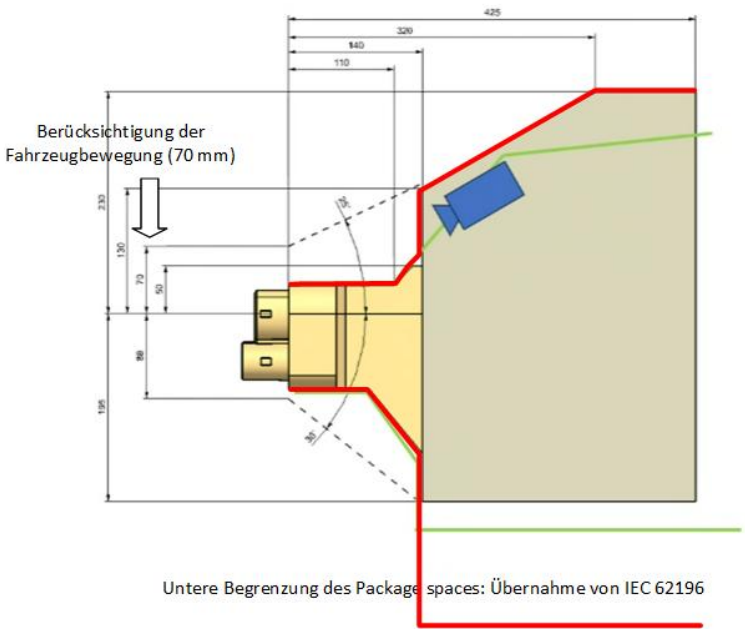


Abbildung 21: Package Space – Seitenansicht (Quelle VDA NA 37-56)

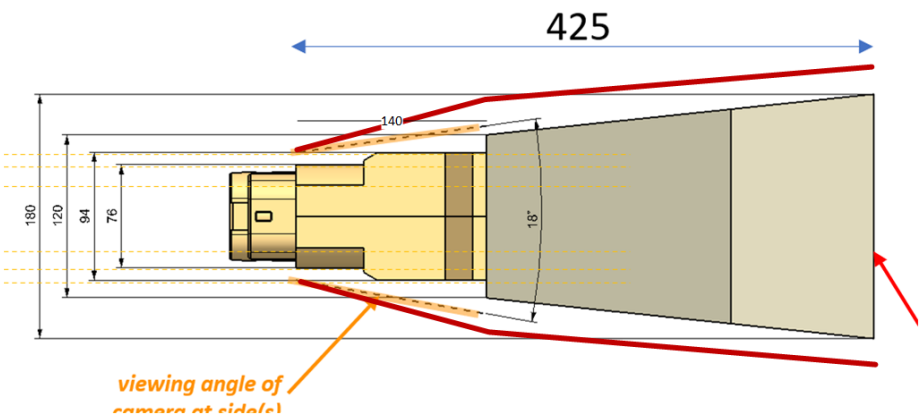


Abbildung 22: Package Space – Top Ansicht (Quelle: VDA NA 37-56)

Innerhalb des Projektes ROCIN-ECO wurden gemeinsam wöchentliche Meetings zur Erstellung eines Vorschlags zur Laderoboter-Kommunikation mit dem Fahrzeug und zur Positionierung abgehalten. Dieser Vorschlag enthält die in dem Projekt erarbeiteten Erkenntnisse und Methoden, die in Form von Use Cases, Ablaufdiagrammen sowie der Spezifikation von Austauschparametern beschrieben wurden.

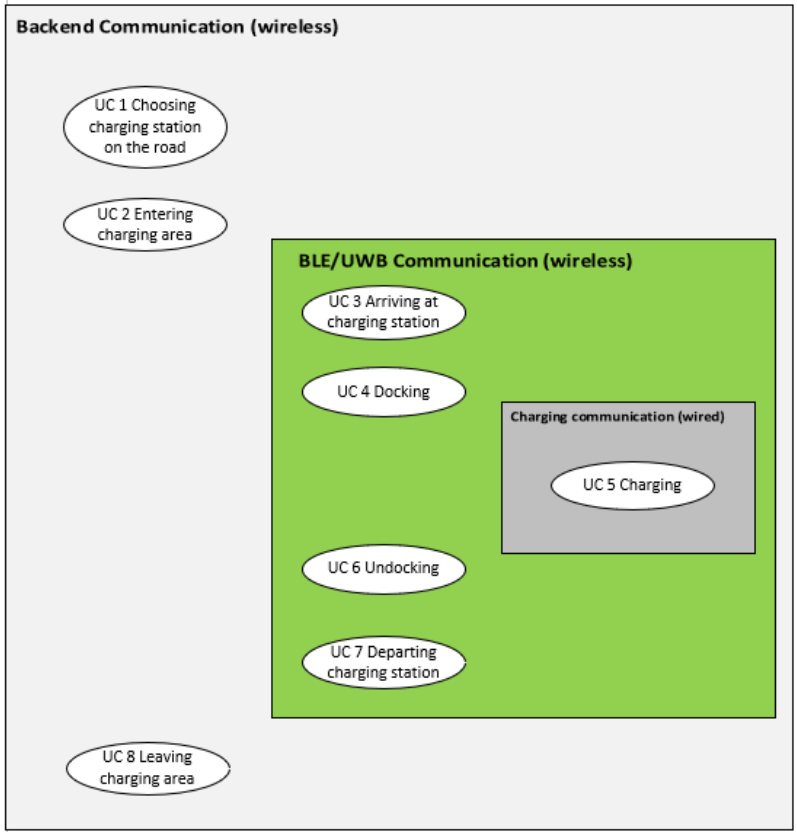


Abbildung 23: Kommunikations-Layer in Bezug zu den Use Cases

Außerdem wurde die Umsetzung der Kommunikation über BLE (Bluetooth Low Energy) und UWB (Ultra Wide Band) spezifiziert und dabei auf die für den Funkschlüssel bereits standardisierte CCC (Connected Car Consortium) Kommunikation zurückgegriffen. Der Annex-Vorschlag wurde am 23.8.2023 an die IEC im Rahmen der Kommentierung für IEC 61851-26/-27/-28 übergeben. Aus dem Austausch aus dem Projekt ROCIN-ECO mit CCC hat sich ebenfalls ein Vorschlag für eine Standardisierung des Fahrzeug-Positionierungs-Use Cases in CCC ergeben und in CCC vorgeschlagen.

Erste Diskussionen zur Harmonisierung der Standardisierungsdokumente für das automatisierte Laden und das automatisierte Parken wurden in dem Workshop am 15.11.2023 – 16.11.2023 auf der Ionity-Testsite geführt. Die herausgearbeiteten Harmonisierungsanforderungen wurden durch einen Mitarbeiter der Firma Rocsys, der in der AVP-Standardisierung stark eingebunden ist, zur Vorstellung in der AVP-Standardisierung mitgenommen.

Im Frühjahr und Sommer 2024 wurden die Inhalte für die Dokumente IEC 61851-26 und -27 im Rahmen der Kommentardiskussion soweit international abgestimmt, dass diese Dokumente Ende September 2024 als DTS (Draft Technical Specification) veröffentlicht werden konnten. Hierbei wurde der Inhalt des DTS IEC 61851-27 stark von den Untersuchungen und Erkenntnissen aus ROCIN-ECO geprägt.

Das Dokument IEC 61851-28, in welchem die Kommunikation und der Funktionsablauf sowie die Use Cases beschrieben werden, wurde mit dem seitens ROCIN-ECO gelieferten Inhalt Mitte April zur weiteren Kommentardiskussion verteilt. Die Kommentardiskussion wurde jedoch erst nach Veröffentlichung der beiden Dokumente (-27, und -26) begonnen, damit keine technischen Konflikte entstehen, die sich durch Änderungen in den beiden anderen Dokumenten hätten ergeben können.

2.1.4. AP4 – ROCIN-ECO-Engineering

Ziel 1: Erstellung der autonomen Ladeschnittstelle

Ziel 2: Anpassung des Hochstrom-Ladekabels und des Ladegeräts

Ziel 3: Erstellung des Prototyps des Roboter-Ladegeräts

Ziel 4: Adaption des Elektrofahrzeugs für die Komptabilität mit automatisiertem Laden

Bei den Untersuchungen der Fähigkeiten bestehender Robotersysteme bei RocSys am 19.4.2022 und bei den Workshop Live-Tests zeigten sich verschiedene Effekte beim Stecken des Ladesteckers am Audi e-tron sowie bei weiteren elektrischen Fahrzeugen:

Abbildung 24: Automatisches Anstecken an Audi e-tron

Erkennung der Ladedose

Der Audi e-tron schaltet beim Öffnen der Ladedosenabdeckung eine Beleuchtung oberhalb der Ladedose ein, um dem Kunden in einer dunklen Umgebung beim Stecken des Steckers Hilfe zu geben. Durch den dadurch erzeugten Schattenwurf innerhalb der Ladedose wurde aber die optische Erkennung der Ladedose durch den Laderoboter gestört.

Bei Versuchen mit dem VW ID3 kam es zu Erkennungsproblemen der Fahrzeugladedose, da die Ladeklappe zum Teil die Ladedose verdeckt und so eine kamerabasierte Erkennung des Fahrzeugbuchse erschwert wird.

Zeitliches Verhalten

Das Ausstecken des Ladesteckers wurde mit einer langsamen Verfahrgeschwindigkeit des Roboterarms umgesetzt. Dies führte dazu, dass das Fahrzeug die Ladeklappe schließen wollte, bevor der Stecker aus der Ladedose herausbewegt wurde. Durch die Widerstandserkennung der Ladeklappe hatte sich die Klappe daraufhin wieder vollständig geöffnet. In diesem Zustand verbleibt die Ladeklappe, solange das Fahrzeug nicht bewegt wird oder der Kunde den Taster zum Schließen der Ladeklappe betätigt.

Beim VW ID3 führt die langsame Fahrgeschwindigkeit des Roboterarms zu Verriegelungsproblemen seitens des Fahrzeugs. Dies wiederum führt dazu, dass das Fahrzeug sofort in den Fehlermodus schaltet.

Aufgrund dieser Erfahrungen wurden bei Audi die Anforderungen an die Ladeklappe geprüft und für die zukünftigen Fahrzeugprojekte angepasst. Außerdem ergaben sich aus dem beobachteten Verhalten Anforderungen an den Informationsaustausch durch eine Kommunikation zwischen Fahrzeug und Laderoboter.

Erfahrungen mit der optimalen Geschwindigkeit bei Roboterbewegungen (zu schnell - zu langsam) werden innerhalb des Projekts gesammelt und auch aus Sicht der Betriebssicherheit evaluiert.

Audi und die Konsortialpartner wählten unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit als Fahrzeug für die Integration der Fahrzeugroboter-Kommunikation einen Audi e-tron aus. Das Fahrzeug verfügt bereits über die entsprechende Ladeklappe, die über das Fahrzeug-Bordnetz angesteuert werden kann und somit die Voraussetzung für eine automatische Nutzung erfüllt.

Bei Audi wurden verschiedene Möglichkeiten der Ladeklappen-Ansteuerung und Integration der Kommunikation mit dem Roboter untersucht und verglichen. Um die Komplexität so gering wie möglich zu halten, wurde eine Parallelschaltung zum Öffnungstaster umgesetzt, mit der ein Tastendruck elektrisch simuliert werden kann.

Außerdem wurde eine Kommunikationsarchitektur spezifiziert (siehe Abbildung 25), über welche weitere Informationen aus dem Bordnetz an das Kommunikationsmodul des Roboters übertragen werden können.

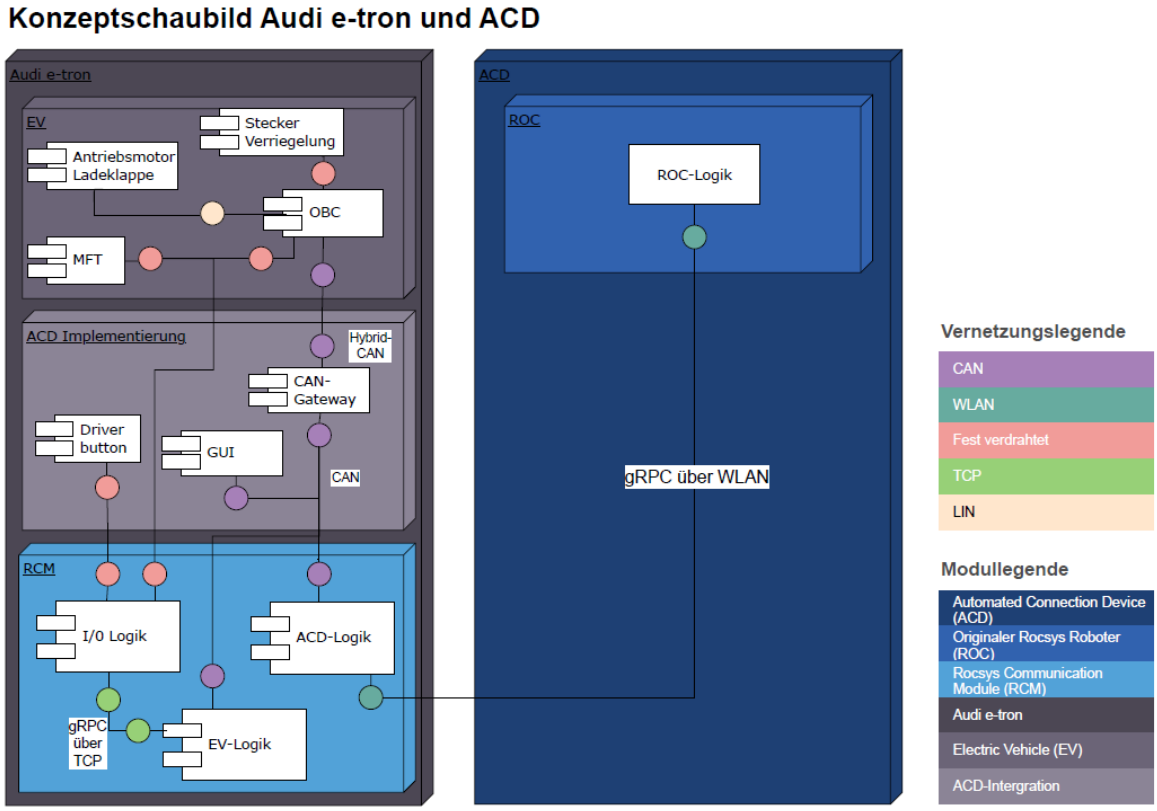


Abbildung 25: Kommunikationskonzept zwischen Fahrzeug und Roboter (ACD)

Gemeinsam mit der Firma RocSys wurde das Konzept bei Audi vor Ort in das Testfahrzeug integriert und erfolgreich getestet. Der Testaufbau wird in Abbildung 26 und Abbildung 27 dargestellt. Die Tests wurden allerdings nur mit dem Kommunikationsmodul des Roboters durchgeführt, nicht mit dem Roboter selbst.

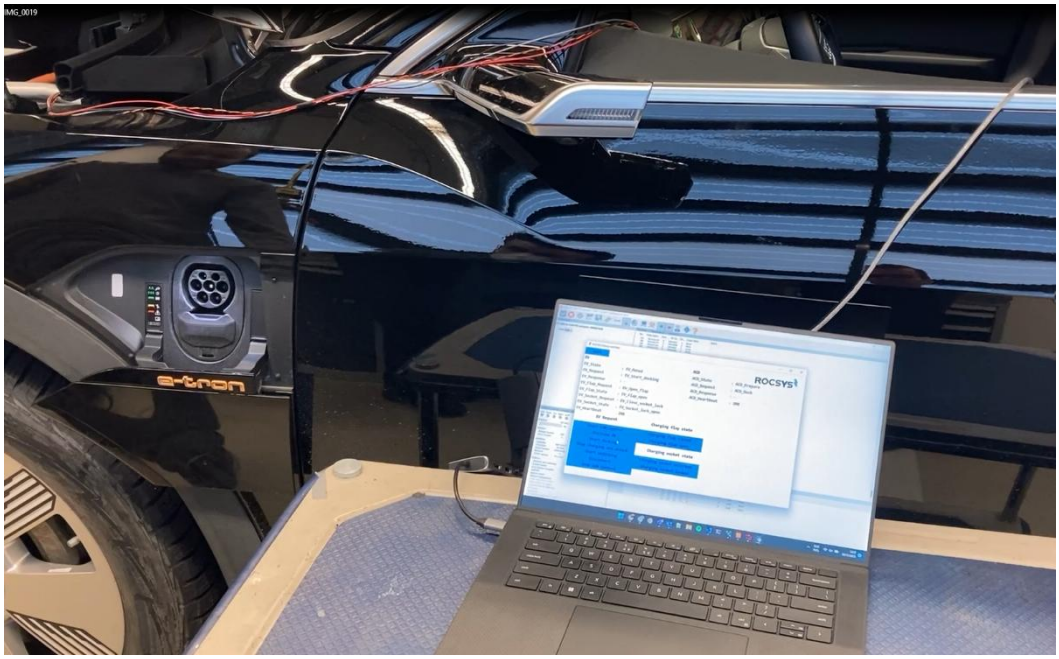


Abbildung 26: Testaufbau mit angeschlossenem Laptop mit SW zur Überprüfung des Ladeablaufs - Ladeklappe geöffnet

.

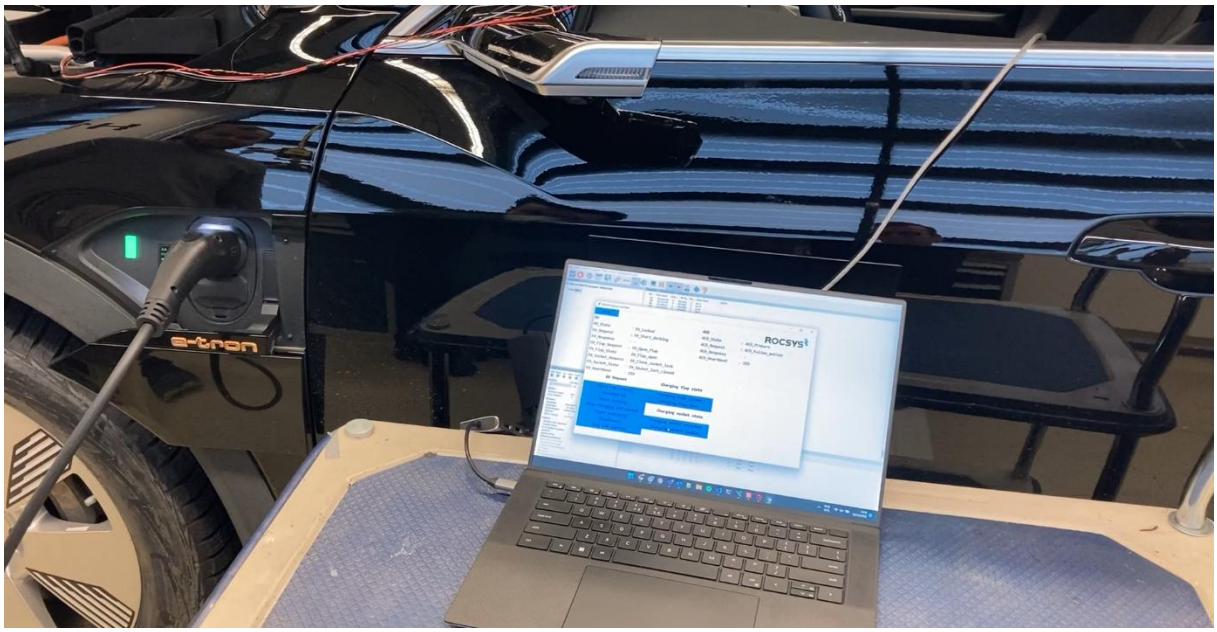


Abbildung 27: Testaufbau mit angeschlossenem Laptop - Stecker gesteckt und Laden ist aktiv

Das in diesem Projekt umgesetzte Kommunikationskonzept und der Ladeablauf wurden mit dem Kommunikationsablauf verglichen, der aktuell in der Standardisierung (IEC 61851-27) beschrieben ist. Dabei konnte keine prinzipielle Diskrepanz festgestellt werden. Jedoch wurden in diesem Projekt bislang keine Fahrzeugpositionierung und kein Pairing umgesetzt. Der Fokus liegt vielmehr auf der Ansteuerung und Kontrolle der Roboterbewegung.

Neben dem Vergleich mit den Sequenzen aus IEC 61851-27 wurde auch ein Vergleich mit den Kommunikationsabläufen mit der ISO 15118-20 durchgeführt. Aktuell bietet die ISO 15118-20 einen Kommunikationsablauf für WPT (induktives Laden) sowie ACDP (automatisches Laden für Busse und LKW mit Pantographen) an. Weil diese Abläufe auf einer drahtlosen Kommunikation beruhen, soll bei dem Vergleich eine mögliche Wiederverwendung von bereits definierten Anteilen ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der Wiederverwendung wurde ein Kommunikationsablauf für die Nutzung der ISO 15118 erarbeitet sowie ein xml-Schema für ISO 15118 Messages entwickelt, die zusätzlich erforderlich sind.

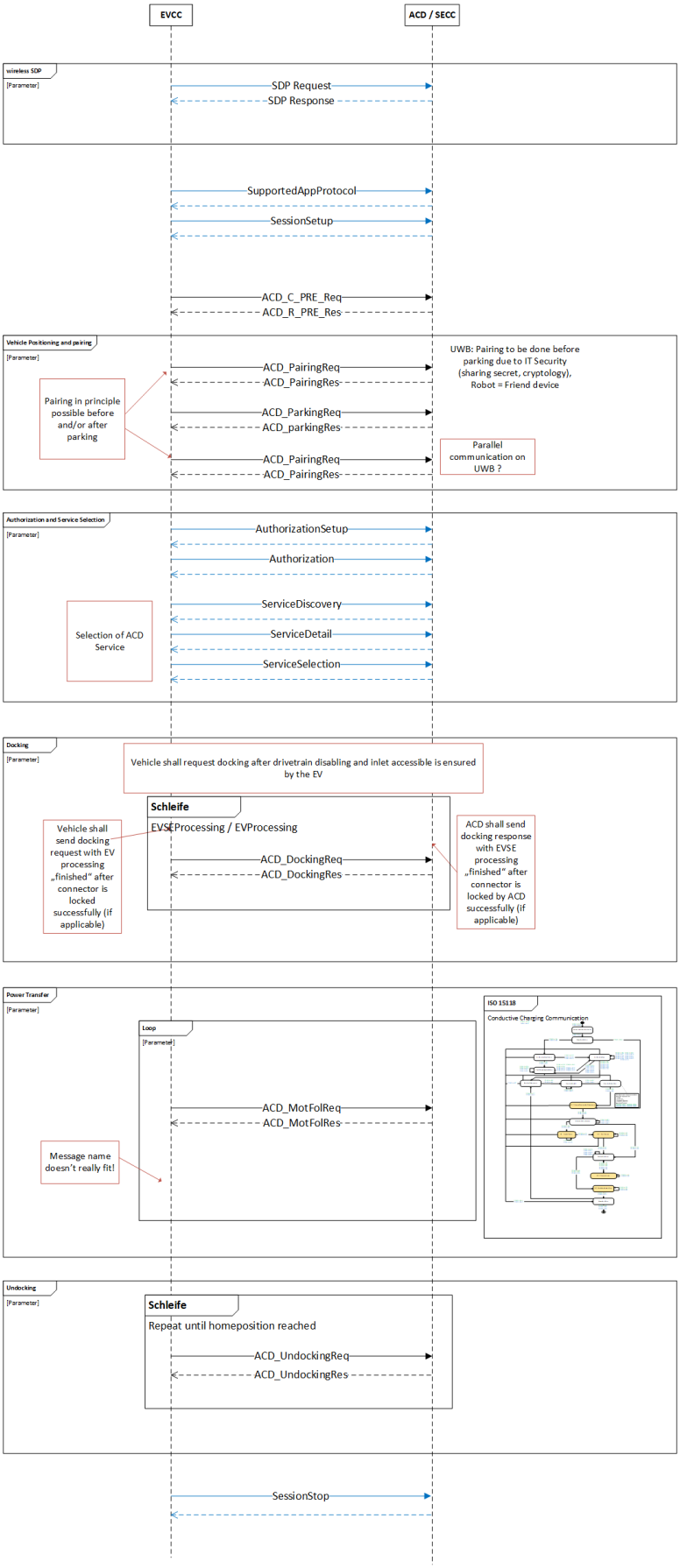


Abbildung 28 : Messageablauf unter Verwendung von ISO 15118-20. Blau dargestellte Messages sind wiederverwendete Anteile

Die Messages in Abbildung 28 enthalten bereits eine Parametrierung, welche im Laufe der WP4-Diskussion erkannt wurden. Um die Abstimmung der Kommunikationsanforderungen in dem Projekt zu intensivieren, fand seit Anfang November 2022 ein wöchentlicher Regeltermin für das Arbeitspaket 4 statt.

Für eine funktionierende Systemarchitektur ist es notwendig, dass die Ladeklappe automatisch öffnen kann, dafür wird der Antriebsmotor über ein LIN-Signal des Ladegeräts angesteuert. Der Wunsch zum Öffnen der Ladeklappe wird über den Multifunktionstaster (MFT), der über einen I/O-Eingang mit dem Ladegerät (OBC) verbunden ist, vom Fahrer abgegeben. Auf den beiden festverdrahteten Leitungen liegt einmal eine Spannung von 12V und auf der anderen Leitung von 0V an. Der Taster ist als Schließer ausgeführt und schließt bei Betätigung die beiden Leitungen kurz, damit sie dasselbe Potenzial haben. Das Ladegerät erkennt dies und führt eine Aktion aus. Außerdem ist der OBC an den Hybrid-CAN des Fahrzeugs angeschlossen, um Daten mit anderen Steuergeräten, wie dem für Thermomanagement, für die Batterieregelung, dem Spannungswandler und dem Diagnose-Interface für Datenbus auszutauschen. Letzteres ist die Vernetzungsstelle verschiedener Datenbussysteme.

Die Funktion des Multifunktionstasters wird im nächsten Schritt ausgenutzt, um ein Drücken von diesem zu simulieren. Dazu wird eine parallele Leitung, wie in Abbildung 29 zu sehen, in das Fahrzeug miteingebaut. Die Leitungsenden führen in das von Rocsys entwickelte und betreute Rocsys Communication Module (RCM), welches im Frunk-Bereich (Kofferraum im Front-Bereich) des Fahrzeugs installiert wurde. Das RCM beinhaltet eine ACD-Logik und eine EV-Logik, die als Zustandsmaschine funktioniert. Außerdem ist eine I/O-Logik enthalten, die ein Relais involviert, welches das Drücken des Tasters simuliert und so die Funktion des MFT automatisiert bewerkstelligen kann. Die Verbindung zwischen EV-Logik und der I/O-Logik läuft über ein gRPC mit TCP, dass die Kommunikation in einer verteilten Client-Server-Architektur abwickeln kann. gRPC bietet eine hocheffiziente und kompakte Möglichkeit, um Methoden und Funktionen in einem anderen Prozess aufrufen zu können. Die ACD-Logik stellt die Nachrichten mithilfe einer WLAN-Verbindung für den Rocsys-Roboter (ROC) und dessen Logik bereit, die über ein externes Gateway aus dem Hybrid-CAN gefiltert und geschickt werden. Das Gateway ist über eine Vector Software, die mithilfe eines Laptops läuft, und einem Hardware-Interface implementiert. Außerdem empfängt die ACD-Logik Botschaften des ROC und kann, entsprechend den Lade- und Kommunikationssequenzen, agieren. In nachfolgender Abbildung 29 sind die Vernetzungstypen und die Module dargestellt (vgl. auch Abbildung 25).

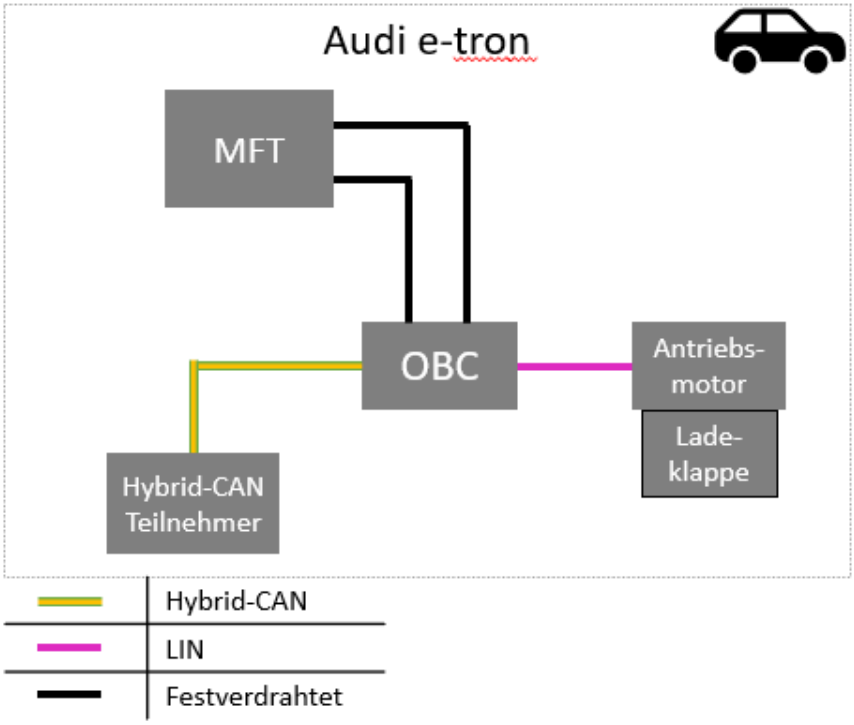


Abbildung 29: Vereinfachte Darstellung des OBC und dessen Kommunikationspartner

Fahrzeugspezifische Signale

Im Rahmen der Standardisierungsaktivitäten wurden Zustandsdiagramme erarbeitet und in den Standard-Dokumenten beschrieben, welche die einzelnen Zustände während dem automatisierten Ladeablauf auf der Infrastruktur- und Fahrzeugseite durch das ACD-System eingenommen werden. Die Zustandsdiagramme dienten als Grundlage für die Implementierung des automatisierten Ladeablaufs und sollten durch das Projekt ROCIN-ECO verifiziert und gegebenenfalls angepasst werden. Deswegen sollten in dieser Arbeit die Zustandswechsel u.a. aufgrund von Signalen aus dem Hybrid-CAN herbeigeführt werden.

Um zwischen den Zuständen des Ladeablaufs zu wechseln, sind Bedingungen oder Trigger zu erfüllen. Diese sind aufgrund des Ablaufs, der Sicherheit und ihrer Funktionalität gewählt. Die Aufgabe bestand hierbei darin, diese aus bekannten Größen und Signalen des Fahrzeugs abzuleiten und über das Vector-Gateway den Logiken zur Verfügung zu stellen. Zur Vereinfachung und schnelleren Umsetzung wurden hierbei nur Signale verwendet, die auf dem Hybrid-CAN gesendet werden.

In einem Workshop bei RocSys vom 04.07.-05.07 2023 in Rijswijk wurden auf Grundlage des erfolgreich durchgeführten Proof-of-Concept die weiteren Schritte festgelegt. Die hierbei vereinbarte Verbesserung der Fahrzeugpositionierung wurde durchgeführt. In dem Testfahrzeug wurde dafür die Antennenhardware, die von Marquardt beigesteuert wurde, von Audi ausgetauscht.

Die neue Hardware wurde dann bei der Firma Marquardt am 23.10.2023 und 24.10.2023 gemeinsam mit Audi getestet. Es hat sich zwar eine leichte Verbesserung gezeigt, allerdings wird noch Potenzial bezüglich der Robustheit und Genauigkeit durch den Einsatz einer neuen UWB-Chip-Generation gesehen.

Wie bereits im WP3 beschrieben, sollte für die Fahrzeug-Roboter-Kommunikation auf die bereits standardisierte CCC-Kommunikation für Funkschlüssel zurückgegriffen werden, welche auch auf UWB und BLE basiert. Vorteile dieses Ansatzes sind neben der bereits verfügbaren standardisierten Kommunikation auch die darin beschriebenen IT-Security-Maßnahmen wie z.B. das Friend-Keysharing, welches erforderlich ist, um eine sichere Kommunikation aufzubauen. Damit dieser Aspekt auch in dem Vorschlag für die

Standardisierung ausreichend beschrieben werden konnte, fand in dem Projekt ein enger Austausch mit der Fa. NXP in mehreren gemeinsamen Meetings statt.

Am 14.5.2024 wurden mit Bezug auf die Fahrzeugpositionierung dedizierte Tests gemeinsam durch Marquardt und Audi durchgeführt, bei denen die durch die UWB-Antennen am Fahrzeug empfangenen Signale aufgezeichnet wurden.

Abbildung 30: Versuchsfahrzeug und UWB – Sender in der Testhalle

Dabei wurden verschiedene Fahrzeugbewegungen in unterschiedlichen Umgebungen miteinander verglichen:

- Langsamfahrt vorwärts/rückwärts in der Halle
- Langsamfahrt vorwärts/rückwärts im Freien
- Vorbeifahrt an parkenden Fahrzeugen (Hindernisse auf Signalweg)
- Zügige Fahrt in der Halle und im Freien

Die aufgezeichneten Daten wurden von Audi im Rahmen einer Bachelorarbeit analysiert mit dem Ziel, Erkenntnisse über die Robustheit der Signale und die Beeinflussung durch Umweltbedingungen einschätzen zu können.

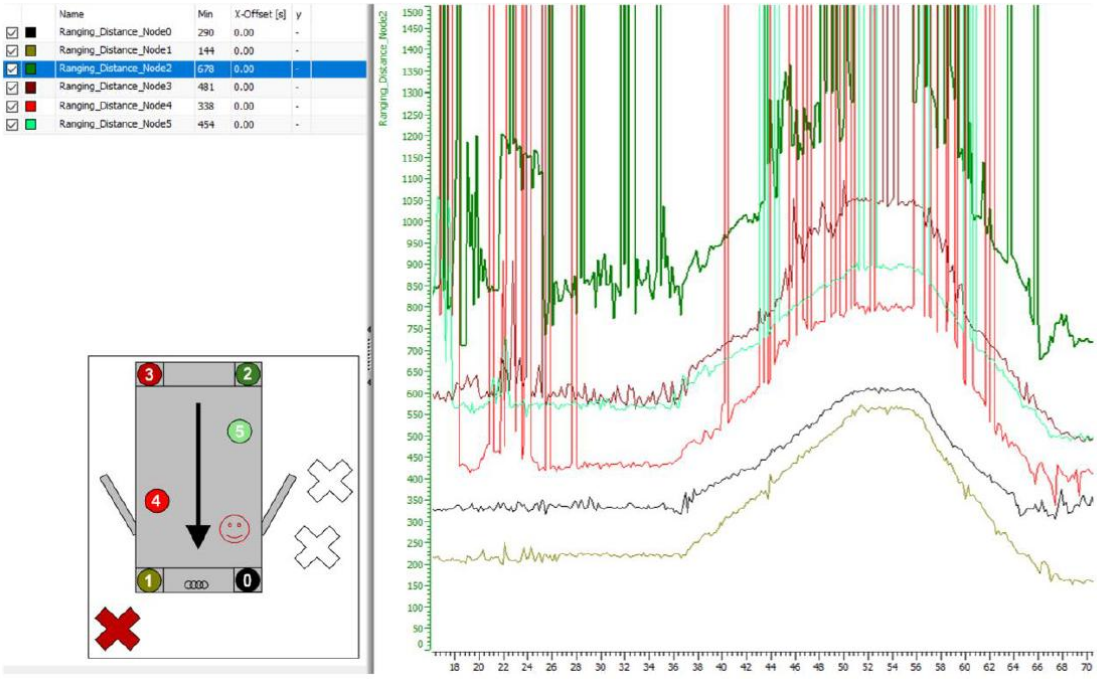


Abbildung 31: Übersicht aller Antennen während der Messung: Langsames Fahren im Innenbereich

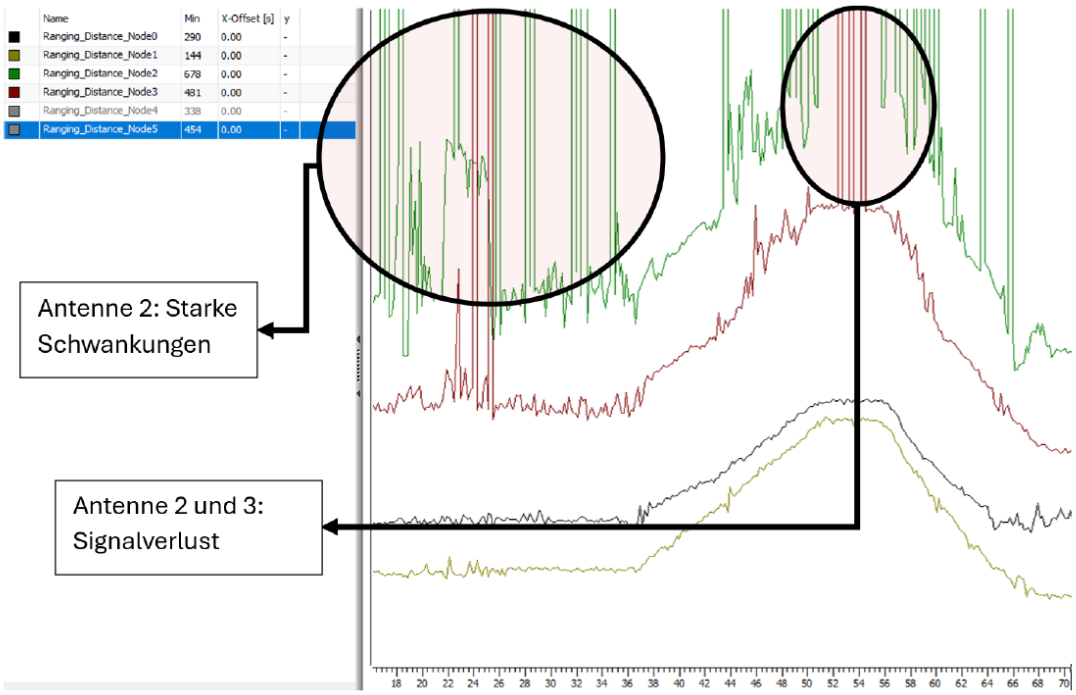


Abbildung 32: Übersicht der Antennen 0-3 bei der Messung: Langsames Fahren im Innenbereich

Weitere Messungen wurden durch Audi und Marquardt am 13.08.2024 mit einer neuen Generation von UWB-Chips durchgeführt. Bei den Messungen konnte bereits eine qualitative Erhöhung der Robustheit festgestellt werden, allerdings konnte noch keine Detailanalyse dieser Daten durchgeführt werden.

In einer weiteren Bachelorarbeit wurde ein Konzept entwickelt, wie die bereits im Fahrzeug verbauten UWB-Antennen, welche für den Funkschlüssel verwendet werden, für die Fahrzeugpositionierung eingesetzt werden können. Hierbei stellte sich heraus, dass die Algorithmik für die Lokalisierung der Funkschlüssel weitestgehend übernommen werden kann, was eine deutliche Erleichterung bei der funktionalen Integration bedeutet.

2.1.5. AP5 – Standortintegration und Demonstration

Ziel 1: Planung des Testgeländes

Ziel 2: Bau des Testgelände und Ziel 3: Steuerung und Überwachung von Planung und Bau

Ziel 3: Steuerung und Überwachung von Planung und Bau

Ziel 4: Pilotversuche

Ziel 5: Dissemination und Kommunikation, um Ergebnisse zu präsentieren

Als Testgelände für den Aufbau des Laderoboters und Demonstrators hat das Projektkonsortium die IONITY-Testsite in Unterschleißheim ausgewählt. Dieses Testgelände bot die besten Voraussetzungen, da entsprechende Infrastruktur zur Errichtung und zum Anschluss des Roboters vorhanden war.

Dies umfasste:

1. ausreichend Platz für einen Laderoboter
2. sowie Platz für die passende Ladeinfrastruktur und den benötigten Park und Anfahrraum
3. ein vorhandener Netzanschluss, der die Stromversorgung für das neue Ladesystem sichergestellt hat

Es sollte ein möglichst realistischer Demonstrator aufgebaut werden und somit wurde schon recht früh im Projekt mit der entsprechenden Planung des Testgeländes begonnen.

- CONFIDENTIAL -

Abbildung 33: IONITYs Testgelände

Während der Planungsarbeiten wurden unterschiedliche Parkszenarien evaluiert.

Erste interne Planungsarbeiten, sowie die ersten Analysen zur besten Platzierung des Laderoboters auf der Testsite haben früh stattgefunden. Da die Testsite von IONITY auch kontinuierlich erweitert wird, wurde diese Projektmaßnahme in die Planung miteinbezogen. Es sollte die optimale Positionierung des Laderoboters etabliert werden.

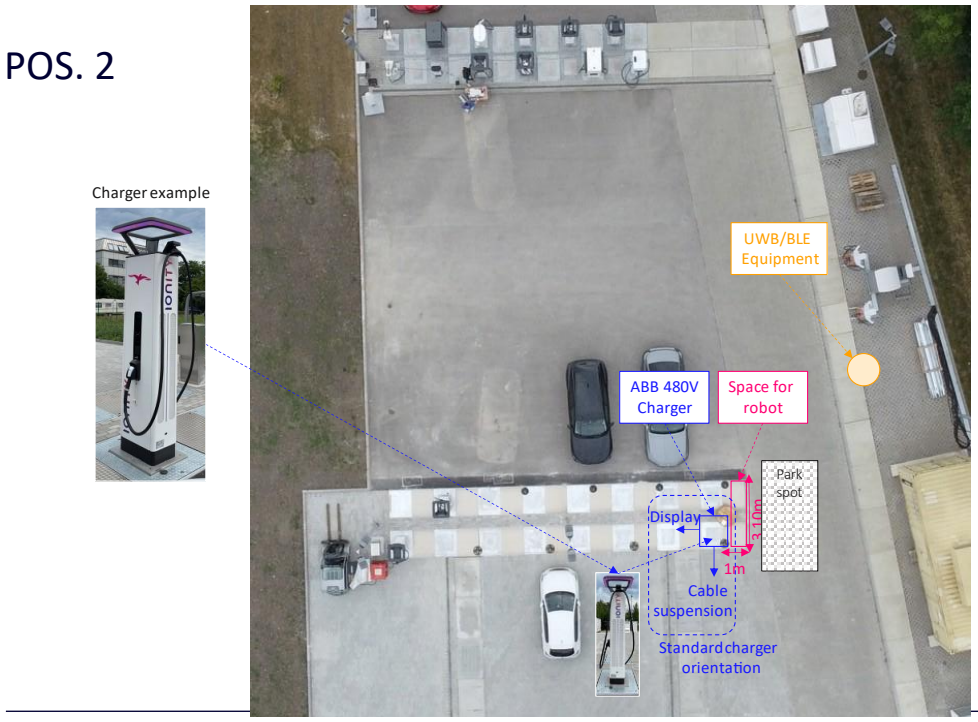


Abbildung 34: IONITYs Testgelände

Die Standortplanung sah vor, den Prototyp des Laderoboters der Firma Rocsys, der im Projekt verwendet wurde, als Drive-Through Parkszenario aufzubauen. So konnten weitere Workshops und Versuche innerhalb des Projekts realitätsnah abgebildet werden. Die Planung sah vor, die User Unit der Roboter-Ladestation nah an den Roboter aufzubauen. Dies hatte den Vorteil von kurzen Kabelwegen, sodass ein Standard 500 Ampere Kabel der Firma Huber und Suhner aus der IONITY-Ladestation im Roboterarm verbaut werden konnte.

Für die notwendige UWB- und BLE-Kommunikationseinheit zwischen Roboter und Ladestation wurde ein temporärer Installationsort geplant, da zum Zeitpunkt des Projekts die vollumfängliche Integration der UWB- und BLE-Kommunikation noch am Anfang der Standardisierung stand. Dies hat aber kein Hindernis dargestellt, da das Projektteam so flexibler auf Änderungen in der laufenden Standardisierung reagieren konnte.

Nach erfolgreicher Planung wurden entsprechende Baumaßnahmen und Vorbereitungen zur Installation eingeleitet.

Die Baumaßnahmen wurden rechtzeitig gestartet und alle Vorbereitungen zur Installation und Herstellung der Stromversorgung sichergestellt. Alle Komponenten und Hardware wurden zur Installation fristgerecht geliefert.

Somit wurde das gesamte Roboterladesystem (bestehend aus Ladestation und Laderoboter sowie Parkplatzgestaltung) auf dem Testgeländes erfolgreich installiert und in Betrieb genommen.

Abbildung 35: IONITYs Testgelände

Nach der Inbetriebnahme im Oktober 2024 hat ein technischer Workshop mit Schwerpunkt auf Positionierungs- und Kommunikationstests mit neuer Kommunikations-Hardware im Audi e-tron stattgefunden. Dabei wurde die Stabilität der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Laderoboter weiter verbessert.

Anfang November wurde die Stabilität des Gesamtsystems auf einem Workshop weiter optimiert, sodass Mitte November eine zweitätige Veranstaltung zur Vorstellung eines Showcases stattgefunden hat. Ebenso waren diese Aktivitäten die intensive Vorbereitung für einen Videodreh.

Im Dezember hat ein Videodreh auf der IONITY-Testsite am und um das Roboterladesystem stattgefunden, um das Projekt und die Projektergebnisse in der Branche weiter zu publizieren. Hierzu wurde das gesamte Nutzererlebnis in einem Kurzvideo dargestellt. Dieses beginnt bei der Anfahrt zur Roboterladestation, die automatische Kommunikation zwischen Laderoboter und Fahrzeug, welche eines der Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte des Projektes war und endet mit dem Verlassen des Ladestandortes. Das entstandene Video wurde über Linkedin veröffentlich und generierte äußerst positive Reaktion in der Branche.

Weitere Veröffentlichungen im Rahmen dieses Arbeitspaketes siehe auch Kapitel zu „Veröffentlichung“.

2.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit

Der Nutzen und die Verwertbarkeit wurden durch das AP3 und AP4 Standardisierung gewährleistet, da der Wissenstransfer in die Fachgruppen und durch die Fachgruppen später in die Standardisierung eingeflossen ist. Siehe Standards wie:

- ISO 5474-5
- IEC 61851-27
- IEC 61851-28
- Siehe Arbeitspaket 3 und 4 für weitere Details

Das ROCIN-ECO Projekt hat wesentlich dazu beigetragen, unter anderem folgende Anforderungen national und international zu standardisieren:

- Sicherheitsanforderungen
- Fahrzeug-Roboterkommunikation
- Interoperabilitätsanforderungen
- Use-Cases

Zudem konnte ein Proof of Concept auf der IONITY-Testsite erarbeitet, protokolliert und erprobt werden. Dieses Projektziel wurde somit erreicht.

Aufgrund der Marktsituation ist derzeit eine Nutzung im jetzigen Rahmen nur bedingt möglich. Einsatzbereiche sind eingeschränkte Mobilität von Personen oder als Angebot im Premium-Segment. Weiterhin sehen wir eine Nutzung des Roboters im Bereich des autonomen Fahrens in einem vollständig autonomen Ökosystem oder im Bereich des autonomen Parkhauses.

In zukünftigen Fahrzeugarchitekturen sind die erarbeiteten Konzepte bereits berücksichtigt, sodass diese Architekturen (TRL 6/7) so weit wie möglich für einen Serieneinsatz vorbereitet sind.

2.3. Veröffentlichung

In diesem Abschnitt werden einige Veröffentlichungen der Konsortialpartner aufgeführt, die während des Projektes entstanden sind:

Projektwebseite NOW GmbH

- Auf der Projektwebseite der NOW GmbH findet man grundlegende Informationen zum Förderprojekt https://www.now-gmbh.de/projektfinder/rocin-eco/

Projektwebseite IONITY GmbH

https://rocin-eco.eu/

sowie an Partnerwebseiten:

- https://www.rocsys.com/newsroom/rocsys-joins-robotic-charging-consortium-rocin-eco/
- https://www.marquardt.com/press-pages/pressemitteilungen/2024/robotic-charging-marquardt-komponenten-sind-basis-fuer-industriestandard/
- https://www.hezelburcht.com/en/references/ionity/
- https://firstblue.com/de/referenzen/ionity/

News Paper links:

- https://www.electrive.net/tag/rocin-eco/
- https://roboticsandautomationnews.com/2024/07/15/rocin-eco-consortium-takes-major-step-towards-hands-free-ev-charging/84295/
- https://focus-mobility.de/magazin/laderoboter-fuer-e-autos-so-veraendern-sie-die-e-mobilitaet
- https://chargedevs.com/newswire/rocsys-joins-european-robotic-charging-consortium/

Veröffentlichung und Vorstellung der Arbeitsergebnisse innerhalb der Standardisierungsgremien

- Internationale Arbeitsgruppe zur IEC 61851-27 (TC69/WG14)
- Nationale Arbeitsgruppe DKE GAK 353.0.13
- Internationale Arbeitsgruppe zur ISO 5474-5 (TC 22 SC37 WG5)
- Nationale Arbeitsgruppe DIN AK 37-56
- Nationale Arbeitsgruppe DIN AK 37-58

Social Media

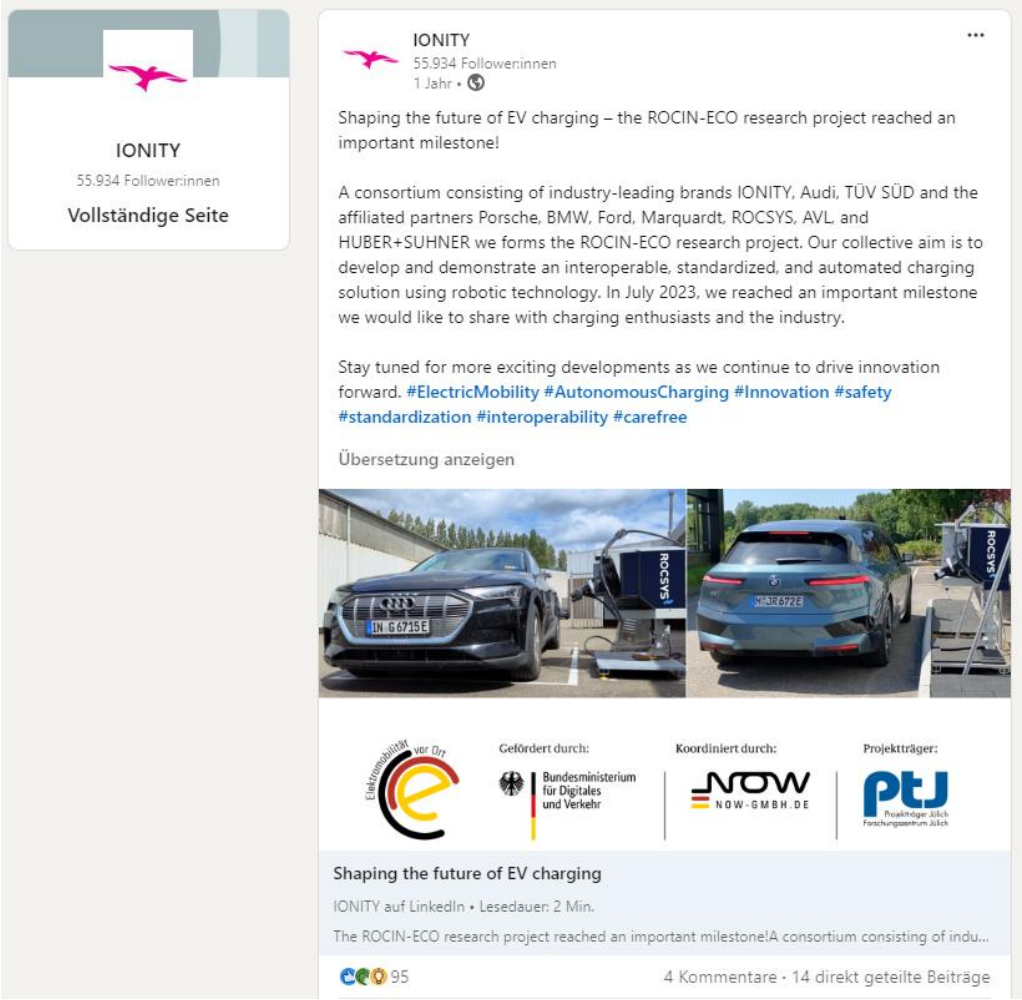


Abbildung 36: LinkedIn Beitrag

Vorträge

- Vortrag im CCC-Konsortium am 05.04.2023 zur „CCC VEHICLE COMMUNICATION“
- Präsentation der Projektergebnisse auf der öffentlichen Abschlussveranstaltung ROCIN-ECO auf IONITY-Testsite am 18.06.2024
- 12. Forum Elektromobilität Schleswig-Holstein am 20.11.2024 zum Thema „ROCIN-ECO Automatisiertes Laden“