

Forschungsbericht BWPLUS

**Laden für Mitarbeiter, Dienstwagen und Dritte mit intelligentem Steuerungsmanagement in Parkhäusern und Tiefgaragen der Fraunhofer Gesellschaft in BW (LamA INPUT)**

von

Felix Tröscher

Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Förderkennzeichen: BWINP 21102

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

September 2022

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Allgemeine Angaben zum Projekt.....</b>	<b>4</b>
1.1	Antragsteller .....	4
1.2	Laufzeit.....	4
1.3	Thema .....	4
<b>2</b>	<b>Arbeits- und Ergebnisbericht .....</b>	<b>5</b>
2.1	Aufbau der Ladeinfrastruktur .....	5
2.2	Integration der neu aufgebauten Ladeinfrastruktur .....	7
2.3	Transfer .....	7
<b>3</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>9</b>
<b>Anlagen 10</b>		
I	Übersicht Standorte .....	10

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geplanter Standort der AC-Ladesäule .....	10
Abbildung 2: Ist-Stand der AC-Ladesäule.....	11
Abbildung 3: Standort der AC-Ladesäule auf dem Institutsgelände IOSB Karlsruhe.....	11
Abbildung 4: Geplanter Standort der AC-Ladesäule in Ettlingen.....	12
Abbildung 5: IST-Stand der AC-Ladesäule in Ettlingen.....	12
Abbildung 6: Standort der AC-Ladesäule auf dem Institutsgelände Ettlingen.....	13
Abbildung 7: AC-Ladesäule Standort "πTC Süd" .....	13
Abbildung 8: Institutsgelände Pfinztal und Ladesäulenstandorte.....	15
Abbildung 9: Standorte der Ladesäulen auf dem Institutsgelände Pfinztal .....	16
Abbildung 10: Aufbau der DC-Ladesäule.....	16
Abbildung 11: Aufbau der DC-Ladesäule.....	17
Abbildung 12: AC-Ladesäule kurz vor der baulichen Fertigstellung.....	17
Abbildung 13: DC-Ladesäule kurz vor der baulichen Fertigstellung.....	18

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der Ladesäulen und -punkte.....	10
---	----

# 1 Allgemeine Angaben zum Projekt

## 1.1 Antragsteller

Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Hansastraße 27c  
80686 München

## 1.2 Laufzeit

Das Projekt wurde über die Laufzeit vom 15.11.2020 bis zum 30.09.2022 durchgeführt.

## 1.3 Thema

Im Rahmen des bestehenden Projekts Lama – Laden am Arbeitsplatz - wird bundesweit Ladeinfrastruktur an 37 Fraunhofer-Instituten etabliert (insgesamt 440 AC und 40 DC-Ladepunkte). Diese Standorte liegen ausschließlich in Kommunen, welche den Stickoxidgrenzwert im Jahresmittel erheblich überschreiten bzw. mit Vertragsverletzungsverfahren konfrontiert sind.

Im Zuge des Projekts LamA-INPUT soll Ladeinfrastruktur an weiteren – im Zuge der Fördermittel des Bundes bisher nicht förderfähigen – Standorten der Fraunhofer-Gesellschaft in Baden-Württemberg etabliert werden. Soweit möglich, soll das Laden von Dienstwagen, privaten Mitarbeiterfahrzeugen sowie durch sonstige Externe möglich sein.

Synergien für das Projekt LamA-INPUT entstehen durch die Nutzung des zentralen Ladeinfrastruktur-Backends der Fraunhofer-Gesellschaft. Dies ermöglicht eine intelligente Bewirtschaftung, Steuerung und eichrechtskonforme Abrechnung von Ladevorgängen sowie den barrierefreien Zugang im Sinne der Ladesäulenverordnung.

Personalaufwände entstehen daher ausschließlich für konkrete Projektmanagementaufgaben, für die Anbindung der neuen LamA-INPUT Ladeinfrastruktur in das Gesamtsystem sowie zur Etablierung der Lade- und Lastmanagementlösung wie auch die Anbindung an eine Roamingplattform an den beantragten Standorten.

### 2.1 Aufbau der Ladeinfrastruktur

Im Projekt LamA-INPUT wurden an vier Fraunhofer-Standorten in Baden-Württemberg Ladeinfrastruktur errichtet. In Summe entstanden 17 Ladepunkte – davon 15 in AC und zwei in DC-Ausführung. Die AC-Ladepunkte können mit einer Leistung von bis zu 22 kW laden. Die DC-Ladepunkte können mit einer Leistung von bis zu 150 kW laden. Die Verteilung der Ladepunktarten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Im Rahmen der Bedarfsermittlung wurden zudem die Standorte sowie die Integration in bestehende Energiesysteme erarbeitet und Umsetzungspläne erstellt. Es wurden die für den Aufbau und den Anschluss notwendigen Arbeiten mit Hilfe von Fachplanern definiert und an die Gewerke vergeben. Anforderungen an die Integration in das Backend „ubstack“ wurden definiert und umgesetzt. Eine reibungslose Anbindung, welche einen Betrieb sowie die Abrechnung der Ladeinfrastruktur gewährleistet, wurde somit ermöglicht.

Die Beschaffung aller notwendigen Hardware wurde zentral koordiniert und durchgeführt. Die Ausschreibung wurde so spezifiziert, dass die Ladestationen jeglichen Witterungseinflüssen gerecht werden und der Aufbau somit auch im Freien erfolgen kann. Durch die überwiegende Anbindung per LAN-Kabel kann zudem eine nahezu störungsfreie Anbindung an das Backend und somit eine maximale Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur gewährleistet werden. Der Einsatz von SIM-Anbindungen bei Ladeinfrastruktur sollte unbedingt im Vorfeld geprüft werden, da es insbesondere in Parkhäusern und Tiefgaragen zu Verbindungsschwierigkeiten aufgrund des schlechten Empfangs kommen kann, wodurch die Ladestation aufgrund der fehlenden Autorisierung nicht mehr nutzbar ist. Eine Dokumentation zu den Aufbaustandorten findet sich im Anhang. Die Ladeinfrastruktur wurde über eine Sammelausschreibung beschafft, wodurch trotz eines starken Nachfrageüberhangs am Markt für Ladeinfrastruktur Preisvorteile erzielt werden konnten. Eine sich noch im Rahmen der Projektlaufzeit befindliche Lieferzeit konnte trotz Lieferschwierigkeiten eingehalten werden.

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur verlief größtenteils ohne Zwischenfälle. Nacharbeiten wurden durch die für den Aufbau der Ladesäulen verantwortliche Firma ohne zusätzliche Kosten durchgeführt. So war es bei einer AC-Ladesäule am Standort Ettlingen notwendig, dass der Dienstleister erneut anrückte, um eine fehlerhafte Verkabelung zu reparieren. Alle Fehler konnten final beseitigt werden, sodass ein reibungsloser Betrieb im Anschluss ermöglicht wurde.

An allen Standorten ist die Nutzung für Dienstwagen, Mitarbeitende sowie Kunden und Gäste realisiert. Hierdurch kann eine möglichst hohe Auslastung bei größtmöglicher Zugänglichkeit für die Nutzergruppen gewährleistet werden. Bisher hat sich aus den Daten gezeigt, dass die DC-Ladepunkte stärker frequentiert werden als die AC-Ladepunkte. Dieses Verhalten ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die Ladegeschwindigkeit wesentlich höher und somit die Ladedauer wesentlich kürzer ist. Zudem wird an den Ladesäulen im Projekt LamA INPUT keine Standgebühr erhoben. An anderen Ladesäulen ist es aktuell noch üblich, dass die Parkdauer begrenzt ist, bzw. eine Blockadegebühr erhoben wird. Hiervon wurde im Projekt bewusst abgesehen, da Mitarbeitenden die Möglichkeit gegeben werden soll, Fahrzeuge zu Beginn der Arbeit anzuschließen und zum Ende des Arbeitstags wieder abzustecken. Eine Blockadegebühr würde zwar dafür sorgen, dass die durchschnittliche Standzeit eines Fahrzeugs an der Ladesäule geringer wird, jedoch würde gleichzeitig für viele Mitarbeitende das Laden entweder unverhältnismäßig teuer, oder gar nicht mehr sinnvoll gestaltet werden. Zudem kam es bisher im Projekt nicht zu Engpässen an den Ladestationen, sodass eine Regulierung der Parkdauer nicht erforderlich ist. Grundsätzlich hat hier die Weiterent-

wicklung der Elektrofahrzeuge auch zu einer Entlastung beigetragen, da die Reichweiten auf ein Niveau angewachsen sind, welche das tägliche Laden gar nicht mehr erfordern. Bei üblichen täglichen Pendelstrecken von ca. 34 km und einer typischen, realen Reichweite des Elektrofahrzeugs von über 200 km muss dieses nicht täglich geladen werden. Trotz der größeren Reichweite ist die Dimensionierung der Ladesäulen dennoch ausreichend: selbst bei einer AC-Ladung kann die aktuell größte am Markt verfügbare Traktionsbatterie mit 107,8 kWh (Mercedes Benz EQS 450+) binnen eines durchschnittlichen Arbeitstags komplett geladen werden.

Die verbauten Ladeanschlüsse (Typ 2, CCS, ChaDeMo) entsprechen dem aktuell am Markt üblichen Standard. Der ChaDeMo Anschluss, welcher nur an einem Ladepunkt des DC-Laders verbaut wurde, ist am Markt zwar noch vertreten, mittelfristig jedoch ein Auslaufmodell. Am europäischen Markt haben sich der Typ 2 Anschluss für AC, sowie der CCS-Anschluss für DC-Laden etabliert. Diese Anschlüsse sind so ausgelegt, dass am Fahrzeug nur ein Ladeanschluss notwendig ist, da der Typ 2 Stecker in das Layout des CCS-Steckers integriert ist. Somit ist die in LamA INPUT aufgebaute Ladeinfrastruktur kompatibel mit allen im Markt verfügbaren Elektro- und Hybridfahrzeugen.

In Zukunft ist der weitere Ausbau der Ladeinfrastruktur geplant. Die Fraunhofer Gesellschaft arbeitet mit Hochdruck an Ausbaumaßnahmen, um die Elektrifizierung der Antriebsstränge an allen Liegenschaften zu ermöglichen bzw. auszubauen. Insbesondere die Dienstflotte soll mittelfristig so weit wie möglich elektrifiziert werden. Hierfür ist es unabdingbar, dass die Fahrzeuge zuverlässig an der jeweiligen Liegenschaft geladen werden können. LamA INPUT hat hierfür an vier Instituten einen Grundstein gelegt, der bis Ende des Jahrzehnts aber einem weiteren Ausbau bedarf, da der Bedarf an Ladeinfrastruktur konstant steigt und LamA insbesondere für Flottenfahrzeuge und Mitarbeitende, welche keine gesicherte Lademöglichkeit zuhause besitzen, auf Lademöglichkeiten am Arbeitsplatz angewiesen sind, um auf ein elektrisches Fahrzeug umsteigen zu können. Ein verlässliches Ladenetzwerk mit sozial gerecht verteilten Möglichkeiten zum Laden lässt sich als notwendige Bedingung für einen weiteren Ausbau der Elektromobilität verstehen.

Im Rahmen des Projekts LamA INPUT wurden keine Daten hinsichtlich der Neubeschaffung von Elektrofahrzeugen in der Nutzergruppe Mitarbeitende erhoben, jedoch wird dem Projektteam regelmäßig zurückgemeldet, dass der sichere Betrieb der Ladeinfrastruktur von vielen Mitarbeitenden sehr geschätzt wird, was auf einen positiven Einfluss auf die Elektrifizierung und das diesbezügliche Kaufverhalten vermuten lässt. Zudem werden innerhalb der Fraunhofer Gesellschaft neue Beschaffungsrahmenverträge für elektrische Dienstfahrzeuge geschlossen. Diese Maßnahme wäre undenkbar, wenn nicht ein entsprechendes Ladenetzwerk für die Dienstfahrzeuge vorhanden wäre. Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass der Aufbau der Ladeinfrastruktur zwar nicht ohne weitere Daten quantifizierbar ist, dieser jedoch einen positiven Einfluss auf die Elektrifizierung der Fahrzeuge sowohl bei Mitarbeitenden als auch bei Dienstfahrzeugen hat.

Die Ladeinfrastruktur wird aktuell hauptsächlich von Mitarbeitenden und externen Dritten genutzt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Elektrofahrzeuge aktuell mit langen Lieferzeiten behaftet sind und Rahmenbeschaffungsverträge innerhalb der Fraunhofer Gesellschaft noch nicht für die Institute bereitstehen. Zwischen den Nutzergruppen Mitarbeitende und externe Dritte kann aktuell nicht unterschieden werden, da aus dem Betriebskonzept keine Differenzierungsmöglichkeit über die Authentifizierung hervorgeht. Dies ist insbesondere auch durch den Datenschutz begründet, weshalb Accounts in Apps für die Bezahlung von Ladevorgängen nicht mit Fraunhofer geteilt werden.

An den geförderten Instituten ist aufgrund der im Verhältnis zur Gesamtlast der Liegenschaft geringen zusätzlichen Last durch die Ladeinfrastruktur bisher kein Lastma-

nagement notwendig. Sollte es jedoch erforderlich sein, dass Ladeleistungen reguliert werden, ist dies über das LamA Backend „ubstack“ möglich. Somit ist auch die bisher aufgebaute Ladeinfrastruktur in der Lage, sich in größere Netzwerke zu integrieren und netzdienlich in der Last reguliert zu werden.

Alle für die Nutzenden relevanten Informationen wurden über Inter- sowie Intranet-Auftritte zur Verfügung gestellt und bei Bedarf angepasst. Die Preise für das Laden wurden über den Abrechnungsdienstleister veröffentlicht. Mitarbeitende haben Zugang zu einer Ladekarte für die Nutzung der Ladepunkte erhalten. Zudem kann auch ad-hoc über eine App geladen werden. Darüber hinaus wurde bei Standorten mit öffentlicher Ladeinfrastruktur eine Anbindung an relevante Roaming-Plattformen vorgenommen.

Das Arbeitspaket 1 mit seinen Unterarbeitspaketen Bedarfsermittlung sowie zentrale Planung und Koordination wurde somit abgeschlossen. Das Arbeitspaket 3 mit seinen Unterarbeitspaketen Planung, Umsetzung sowie Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung wurde ebenfalls abgeschlossen. Alle Ziele der Arbeitspakete wurden erreicht.

## 2.2 Integration der neu aufgebauten Ladeinfrastruktur

Die Pilotphase für den Live-Betrieb der Ladeinfrastruktur wurde erfolgreich abgeschlossen. Die Ladeinfrastruktur wurde an das Fraunhofer Backendsystem „ubstack“ angeschlossen. Alle Ladepunkte wurden vor Inbetriebnahme im Backend angelegt und können per LAN- oder SIM-Karten-Anbindung mit dem Backend und dem Abrechnungsdienstleister verbunden werden. Zudem können über das Backend in Echtzeit Informationen zu den Ladepunkten ausgelesen und bei Bedarf eingegriffen werden. Die Ladepunkte sind voll in das Backend integriert.

Das Arbeitspaket 2 mit seinen Unterarbeitspaketen LI-Einbindung am LamA-Backend sowie lokale Lastmanagement-Anpassungen wurde abgeschlossen. Alle Ziele der Arbeitspakete wurden erreicht.

## 2.3 Transfer

Die beteiligten Institute im Projekt LamA INPUT wurden in die Anwenderkreislogik des Mutterprojekts integriert. Die Institute erhielten Zugang zu Veranstaltungen, auf welchen ein Austausch mit anderen Standorten aus dem LamA Projekt ermöglicht wurde. Somit konnte bereits erlangtes Knowhow erfolgreich transferiert werden, wodurch mögliche Fehler bereits im Vorfeld umgangen werden konnten. Außerdem haben die LamA INPUT Standorte ebenfalls mit Ihren Erfahrungsberichten zu einem konstruktiven Austausch beigetragen. Zudem wurde im Rahmen verschiedener Veranstaltungen die Lademöglichkeit an den LamA INPUT Standorten beworben.

Mitarbeitende werden sowohl über zentrale Kommunikationsinstrumente der Fraunhofer Gesellschaft als auch über lokale Kanäle über die neu errichtete Ladeinfrastruktur informiert. Verantwortliche für (elektrische) Dienstfahrzeuge wurden von Beginn an in die Planung involviert, um eine Nutzung der Ladeinfrastruktur so barrierefrei wie möglich zu gestalten.

Das Arbeitspaket 4 mit seinen Unterarbeitspaketen Anwenderkreistreffen der beteiligten Institute sowie Integration der LamA-Input-Maßnahmen in die übergeordnete Außenkommunikation wurde abgeschlossen. Alle Ziele der Arbeitspakete wurden erreicht.

Zusammenfassend lassen sich für den Ergebnisbericht mehrere Erkenntnisse ableiten. Es kam zu Verzögerungen bei der Planung und Durchführung der notwendigen bauseitigen Vorbereitungen aufgrund von z.T. großer lokaler Herausforderungen, der sehr guten Auftragslage in der Bauwirtschaft, Lieferschwierigkeiten sowie der Corona-Pandemie. Dadurch war eine Realisierung innerhalb des Projektzeitraums nicht immer möglich. Mit derartigen Verzögerungen muss bei einem Projekt dieses Ausmaßes gerechnet werden. Ein weiterer Grund für den späten Aufbau waren Verzögerungen in der Ausschreibung der Ladeinfrastruktur, die in diesem Maße nicht vorhersehbar waren.

Für den Aufbau weiterer Ladeinfrastruktur gilt es zu berücksichtigen, dass diese wenn möglich so platziert wird, dass zu den Randzeiten, an Feiertagen oder am Wochenende auch externe Dritte diese nutzen können, damit die Hardware bei Bedarf so gut wie möglich ausgelastet werden kann. Darüber hinaus sollte bereits bei der Planung berücksichtigt werden, welche Zielgruppe die Ladeinfrastruktur hauptsächlich nutzen soll. Basierend darauf muss entschieden werden, ob der erhebliche Mehrpreis für einen DC-Lader gerechtfertigt ist, oder ob auch eine AC-Ladesäule ausreichend ist. Insbesondere auch die Kosten für die Erschließung der Stromversorgung sind zu berücksichtigen. Bei der Durchführung der Erdarbeiten sollte zudem auch perspektivisch ein weiterer Ausbau mitgedacht und entsprechende Leerrohre oder Kabeltrassen direkt mit verlegt werden, um die Gesamtkosten gering zu halten. Aus den Schwesterprojekten ist auch die Erfahrung eingeflossen, dass eine Ladestation wann immer möglich per LAN angebunden werden sollte, um Verbindungsschwierigkeiten aufgrund von schlechtem Empfang oder Netzausfällen zu vermeiden. Auch das Aufspielen von Softwareupdates over the air wird bei per SIM angebandenen Ladern vermieden, da das Risiko für Verbindungsschwierigkeiten bei einem Neustart von SIM-Ladern wesentlich größer ist und somit das Risiko besteht, dass der Lader nach einem Update nicht mehr erreichbar ist. Für den Aufbau von weiterer Ladeinfrastruktur sollten zudem regulatorische Änderungen berücksichtigt werden, z.B. der verpflichtende Einsatz von Bezahlterminals für die Nutzung von Kreditkarten.

Im Rahmen des Projekts LamA-INPUT wurden erfolgreich Ladesäulen an vier Fraunhofer-Standorten aufgebaut. Aufgrund der genutzten Synergien mit dem Mutterprojekt LamA konnten die Projektmittel effizient und zielgerichtet allokiert werden. Somit wurde ein wesentlicher Beitrag geleistet, um für Dienstwagen, Fahrzeuge für Mitarbeitende als auch für Dritte eine Dekarbonisierung der Antriebsstränge voranschreiten zu lassen. Mithilfe des Mutterprojekts LamA wird ein langfristiger Betrieb der Ladeinfrastruktur angestrebt. Die positiven Rückmeldungen sowohl zum LamA- als auch zum LamA-INPUT-Projekt deuten darauf hin, dass die Auslastung auch in Zukunft weiter steigen wird.

Um die Mobilitätswende als wesentlicher Bestandteil der Energiewende voranzutreiben, bedarf es dem konsequenten Ausbau der Ladeinfrastruktur, um die Einstiegshürden für die Nutzung von CO<sub>2</sub>-neutralen Antriebssträngen möglichst gering zu halten. Mit der errichteten Ladeinfrastruktur wurden diese Zielsetzungen für alle an den Standorten verkehrenden Nutzergruppen aufgegriffen und somit ein wesentlicher Beitrag geleistet, Parkhäuser und Tiefgaragen intelligent ans Netz anzubinden.

### I Übersicht Standorte

Standort	AC-Ladesäulen	DC-Ladesäulen	AC-Ladepunkte	DC-Ladepunkte
IOSB Karlsruhe	1	-	2	-
IOSB Ettlingen	1	-	2	-
IWM Karlsruhe	2	-	4	-
ISI Karlsruhe	1	-	2	-
ICT-PF Pfinztal	2	1	5	2

Tabelle 1: Anzahl der Ladesäulen und -punkte

#### IOSB Karlsruhe



Abbildung 1: Geplanter Standort der AC-Ladesäule



Abbildung 2: Ist-Stand der AC-Ladesäule

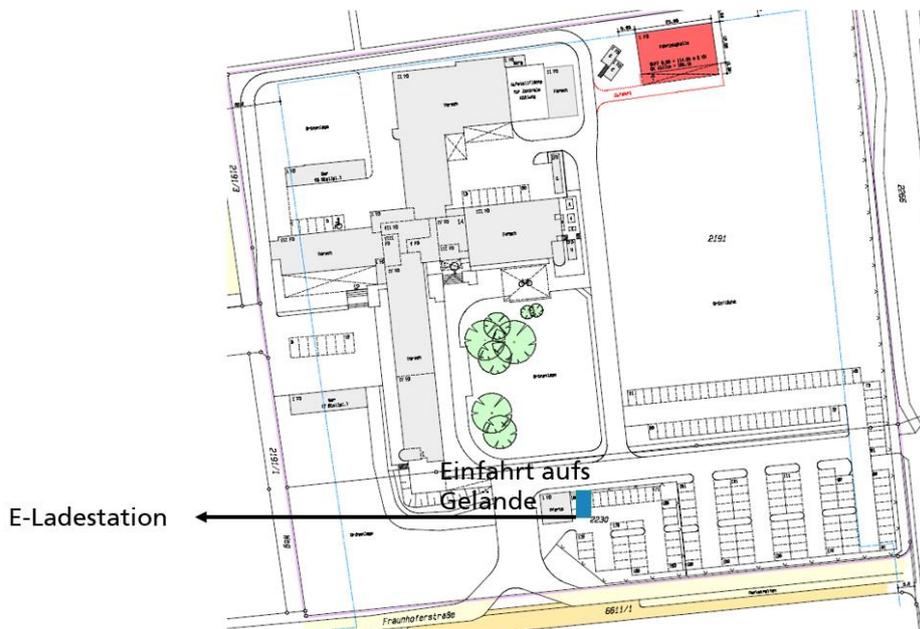


Abbildung 3: Standort der AC-Ladesäule auf dem Institutsgelände IOSB Karlsruhe

IOSB Ettlingen



Abbildung 4: Geplanter Standort der AC-Ladesäule in Ettlingen



Abbildung 5: IST-Stand der AC-Ladesäule in Ettlingen

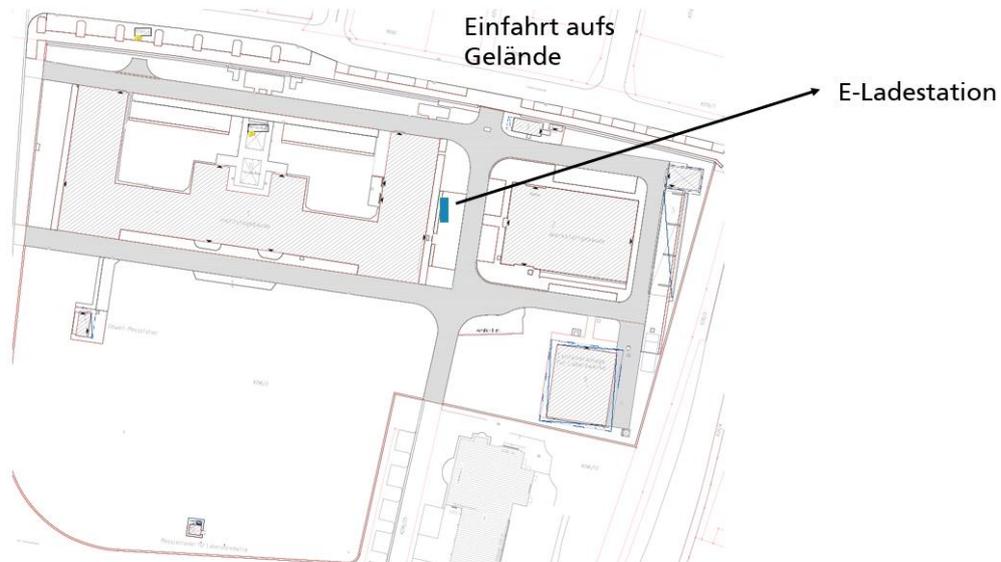


Abbildung 6: Standort der AC-Ladesäule auf dem Institutsgelände Ettlingen

IWM Karlsruhe



Abbildung 7: AC-Ladesäule Standort "πTC Süd"



Abbildung 8: Standort Ost



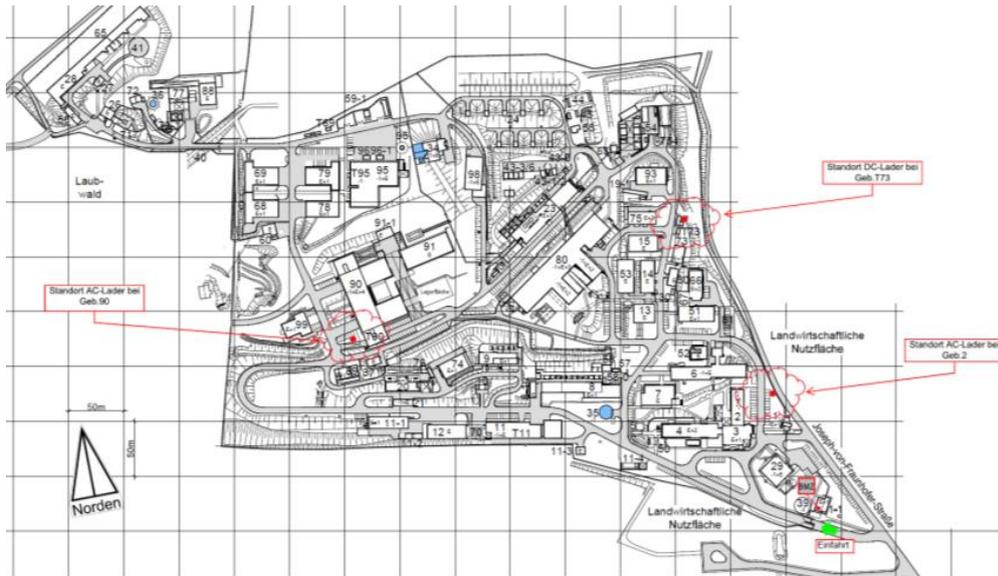


Abbildung 11: Standorte der Ladesäulen auf dem Institutsgelände Pfnz



Abbildung 12: Aufbau der DC-Ladesäule



Abbildung 13: Aufbau der DC-Ladesäule



Abbildung 14: AC-Ladesäule kurz vor der baulichen Fertigstellung



Abbildung 15: DC-Ladesäule kurz vor der baulichen Fertigstellung