cit|E|life UN IT E2

Interoperable Integration der EVs im urbanen Raum

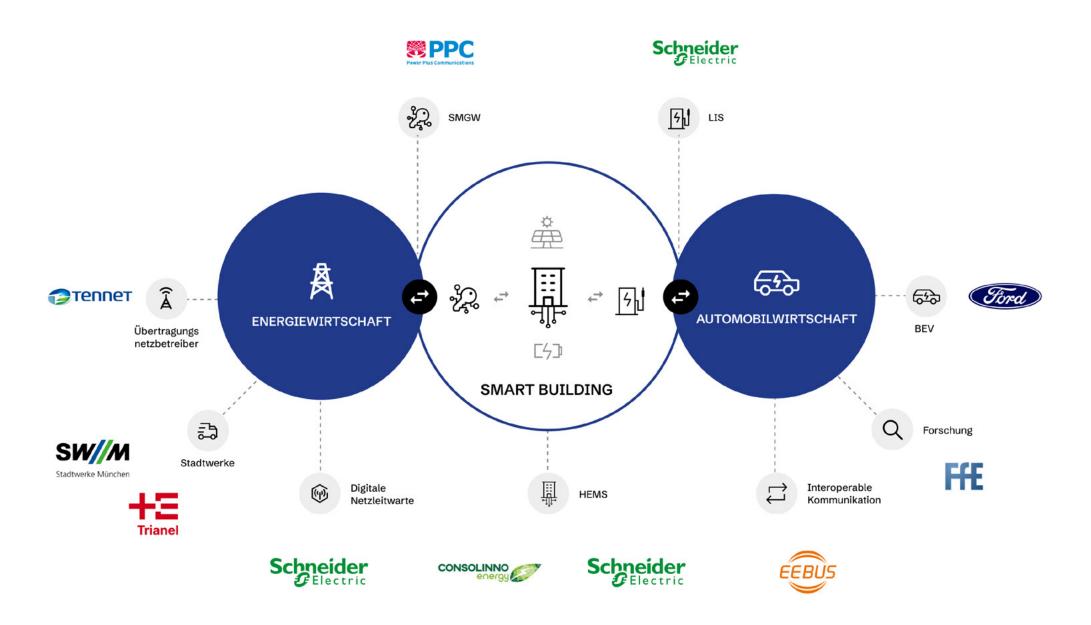


Ergebnisse und Empfehlungen aus den Labor- und Feldtests des Cluster Cit-E-Life

Gefördert durch







Impressum und Projektbeteiligte

Herausgeber



EUREF-Campus Haus 13 Torgauer Straße 12-15 10829 Berlin

Erscheinungsdatum: Februar 2025

Autor:innen: Carina Behringer (PPC AG), Sylvia Krepska (Schneider Electric GmbH), Markus Fischer (Ford-Werke GmbH), Ulrich Bartsch (EEBus Initiative e.V.)

Teilprojektleitung: Sylvia Krepska (Schneider Electric GmbH), Konrad Rogg (Stadtwerke München GmbH)

Satz & Layout: Akshay Kumar Desai (inno2grid GmbH), Mustafa Balci (inno2grid GmbH)

Das Forschungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert (Förderkennzeichen: 01MV21UN18). Träger des auf Projekts ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR Projektträger).



Inhaltsverzeichnis

- 7 Was ist Cit-E-Life?
- 11 iMSys-Pfad Labortest
- 13 iMSys-Pfad Labortest in Köln I
- 14 iMSys-Pfad Labortest in Köln II
- 17 iMSys-Pfad Labortest in Berlin
- 18 iMSys-Pfad Feldtest in Erfurt
- 20 Was wurde im Feld erprobt?
- Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen
- 34 Fazit aus 3 ½ Jahren Forschungsprojekt

Was ist Cit-E-Life?

Das Cluster Cit-E-Life ist ein Teilprojekt des deutschlandweiten Forschungsprojekts unIT-e². Über 30 Partnerunternehmen und Forschungseinrichtungen haben in unIT-e² die optimale Integration von Elektrofahrzeugen in das zukünftige Energiesystem untersucht. Durch den Einsatz unterschiedlicher Labor- und Feldtests erfolgte die Erprobung interoperabler Wirkketten.

Das Projekt unIT-e² lief über 3,5 Jahre (Mitte 2021 bis Anfang 2025) und wurde vom **Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz** (BMWK) gefördert. Im Cluster Cit-E-Life lag der Fokus darauf, eine sichere und herstellerunabhängige Prozesskette zu entwickeln – von der Netzleitstelle über den digitalen Netzanschluss (iMSys + HEMS) des Gebäudes bis hin zu Endverbrauchern wie Elektrofahrzeugen oder Wärmepumpen. Zudem wurden sichere Kommunikationskanäle für den Austausch von Leistungsvorgaben und Tarifinformationen mit Energiemanagementsystemen in Gebäuden und Liegenschaften entwickelt und implementiert.

Ein zentraler Anwendungsfall ist die reduzierte Leistungsvorgabe am Netzanschlusspunkt gemäß §14a EnWG. Dieser wurde erfolgreich getestet und umgesetzt – sowohl im Labor als auch in realen Feldversuchen. Außerdem wurde ein alternativerAnsatzuntersucht, bei dem die Leistungsreduzierung über einen Cloud-basierten Kommunikationspfad erfolgt. Letzterer erfolge in dem getrennten Cit-E-Life VNB-Cloud Ansatz.

Die Entwicklungen legten großen Wert auf marktorientierte und zukunftsfähige Lösungen mit konkreten Vorteilen – nicht nur für die Energie- und Mobilitätsbranche, sondern auch für Endverbraucher. Durch die Arbeit an Software- und Hardwarelösungen konnten netz- und systemdienliche Use Cases erfolgreich umgesetzt werden, die zudem Mehrwerte für Betreiber von Ladeinfrastruktur und Gebäudeeigentümer bieten.

Tests und Ergebnisse

Insgesamt wurden drei Labor- und zwei Feldtests (siehe Grafik auf der nächsten Seite) durchgeführt, bei denen verschiedene Prozessketten auf Basis technischer Standards aufgebaut und getestet wurden. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus den erprobten Use Cases im Cluster Cit-E-Life werden auf den folgenden Seiten im Detail erläutert.

Mehr Infos entdecken:

Detaillierte Einblicke in die Ergebnisse, Prozesse und Erkenntnisse des Clusters Cit-E-Life sowie die erprobten Use Cases finden Sie <u>hier</u>.





Labortest iMSys Pfad in Köln

- Wirkkette vom aEMT-System bis zum EV
- iMSys zum CLS-Adapter mittels CLS.EEDI und FNN-Steuerbox mittels IEC 61850
- Steuern bis zur Wallbox mittels EEBUS
- Anwendungsfall LPC, Ladeleistung erfolgreich auf bis zu 4,2 kW gedimmt.
- Interoperabilität zwischen allen Systemen und Komponenten erfolgreich gezeigt

Labortest iMSys Pfad zur Vorbereitung des Feldtests TMZ

- Wirkkette vom aEMT-System bis zum EV
- iMSys zur Steuerbox mittels IEC 61850
- Steuerbox bis Wallbox mittels EEBUS
- Anwendungsfall LPC
- Ladeleistung erfolgreich auf 4,2 kW gedimmt.
- Interoperabilität zwischen allen Systemen und Komponenten erfolgreich gezeigt

Feldtests an einem privaten Eigenheim - iMSys-Pfad

- Wirkkette vom aEMT-System bis zum EV
- iMSys zur Steuerbox mittels IEC 61850
- Steuerbox bis Wallbox mittels EEBUS
- Anwendungsfall LPC

Start des Projekts

Ladeleistung erfolgreich auf 4,2 kW gedimmt.

Labortests



Labortests

Projektfahrplan

9

Synthesebericht

iMSys-Pfad Labortest

Der iMSys-Pfad: Steuerung über die standardisierte iMSys-Infrastruktur

Motivation der Untersuchung (Clusterziele)

Interoperable Prozesskette

Entwicklung einer sicheren und interoperablen Prozesskette von der Netzleitstelle über den digitalen Netzanschlusspunkt (iMSys + EMS) des Gebäudes bis zu den Endverbrauchern

Umsetzungsnahe Forschung

Entwicklung von marktnahen und zukunftsfähigen Lösungen mit konkreten Mehrwerten nicht nur für Akteure der Energie- und Mobilitätswirtschaft, sondern auch für die Endverbraucher

Einfache Lösungen für die Energiewende

Als Teil einer übertragbaren Gesamtsystemarchitektur sollen die in Cit-E Life umgesetzten Lösungen Bausteine einer schnellen, sicheren und betreibbaren Energieinfrastruktur bilden

Sichere Kommunikation

Implementierung von sicheren Kommunikationskanälen für den Austausch von Leistungsvorgaben und Tarifinformationen mit einem Energiemanagementsystem in Gebäuden und Liegenschaften

1. Anwendungsfall Steuern EEBUS LPC

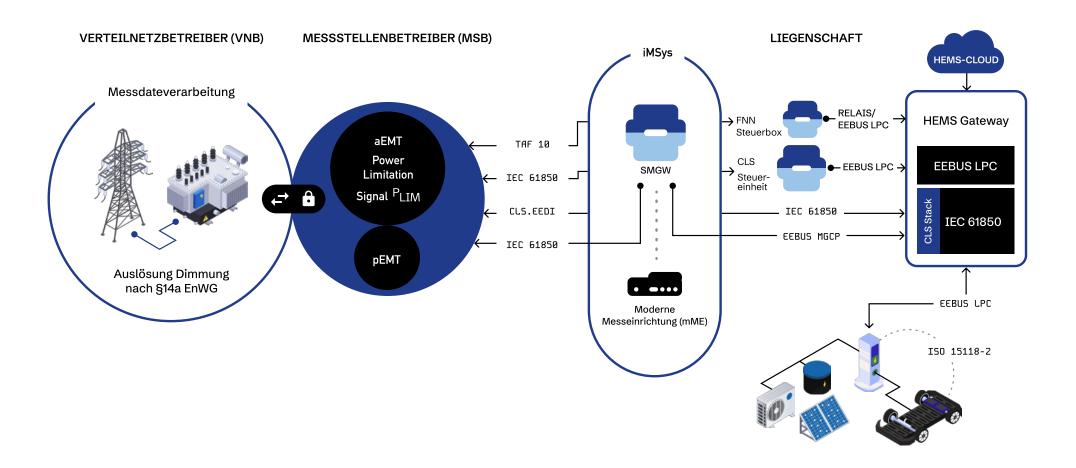
Interoperable netzdienliche Steuerung im Sinne §14a

- Analoge Steuerung/Relaissteuerung über eine FNN-Steuerbox mit Relais
- Digitale Steuerung über eine CLS-Steuereinheit (Bsp. FNN-Steuerbox oder CLS-Gateway) mit EEBUS
- Digitale Steuerung über ein CLS-fähiges HEMS mit IEC 61850
- Hinweis: Die Verbindung VNB MSB wird im Cluster Cit-E Life nur konzeptionell betrachtet

2. Anwendungsfall Messen EEBUS MGCP

Messdatennutzung des intelligenten Messystems:

- Messwertweitergabe im HAN an das EMS mittel EEBUS MGCP
- Netzzustandsüberwachung mittels Messwertweitergabe an den VNB (TAF 10)





iMSys-Pfad – Labortest in Köln I

Der iMSys-Pfad: Steuerung über die standardisierte iMSys-Infrastruktur

Laboraufbau EEBUS Living Lab Cologne (LLC in Köln)

- Wirkkette mittels IEC 61850 an die FNN-Steuerbox und MQTT per CLS.EEDI erfolgreich in Betrieb genommen
- Netzseitige Leistungslimitierungen mittels EEBUS Use Case LPC über die CLS-Adapter erfolgreich an das HEMS und an eine Wallbox übermittelt
- Cit-E-Life Aufbau mit Wirkkette für das unIT-e²-Interop-Plugfest verwendet
- Bei den Labortests unterschiedliche CLS-Adapter-Lösungen, EMS-Systeme und Wallboxen mit Fahrzeugen verschiedener OEM's ISO 15118-2 verwendet



iMSys-Pfad – Labortest in Köln II

Der iMSys-Pfad: Steuerung über die standardisierte iMSys-Infrastruktur

Laboraufbau Köln

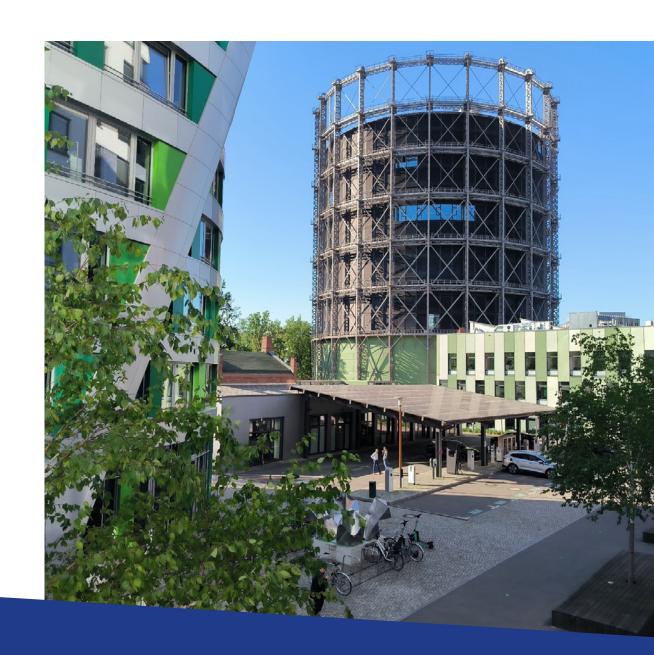
- · Wirkkette mittels EEBUS fähiger CLS-Steuereinheit erfolgreich in Betrieb genommen
- Netzseitige Leistungslimitierungen mittels CLS.EEDI erfolgreich an das CLS-GW übermittelt und per EEBUS LPC an das HEMS übergeben von dort über die Wallbox bis zum EV erfolgreich weitergegeben
- EV reduziert Ladeleistung entsprechend der netzseitig vorgegebenen Leistungsvorgabe





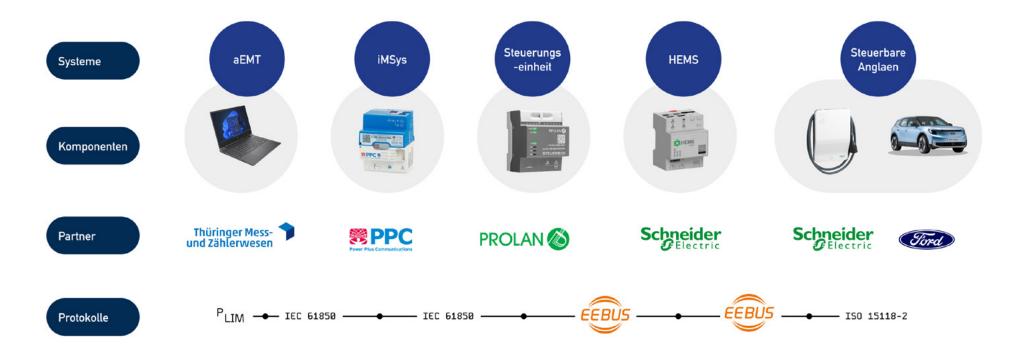
EUREF Campus Berlin- das Reallabor der Zukunft EUREF steht für das "Europäische Energieforum" und ein Modellquartier in Berlin Schöneberg. Hier wird an der klimaneutralen, ressourcenschonenden und intelligenten Stadt von morgen geforscht.

Schneider Electric betreibt auf dem EUREF partnerschaftlich die sogenannte "zeemobase" innerhalb dieser Laborprojekte getestet werden können. So wurden auch diverse Test- und Laboraufbauten für das Cit-E-Life Cluster umgesetzt und Erkenntnisse für das Forschungsprojekt unlTe2 gesammelt werden.



iMSys-Pfad – Labortest in Berlin

Der iMSys-Pfad: Steuerung über die standardisierte iMSys-Infrastruktur



Laboraufbau Berlin auf dem EUREF Campus

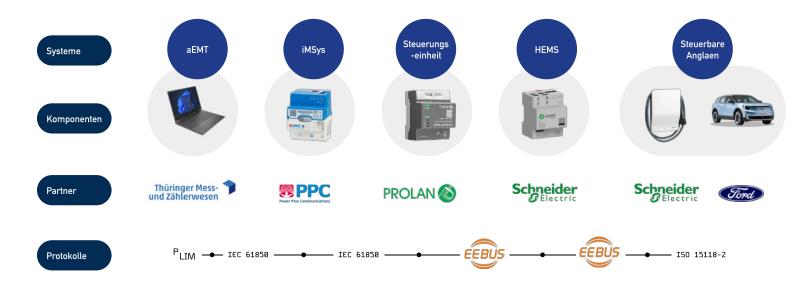
- Wirkkette mittels IEC 61850 an die FNN-Steuerbox erfolgreich in Betrieb genommen
- Relais-Steuerung sowie digitale Steuerung über EEBUS erfolgreich umgesetzt.
- Netzseitige Leistungslimitierungen über die Steuerbox erfolgreich an das HEMS und an eine Wallbox mittels EEBUS LPC weitergegeben
- · Vorbereitung für den Feldtest im Eigenheim erfolgreich abgeschlossen



Was wurde im Feld erprobt?

iMSys-Pfad – Feldtest in Erfurt

Der iMSys-Pfad: Steuerung über die standardisierte iMSys-Infrastruktur



Feldtestaufbau in Erfurt in einem Einfamilienhaus

- Wirkkette mittels IEC 61850 an die FNN-Steuerbox erfolgreich in Betrieb genommen
- Digitale Steuerung über EEBUS erfolgreich umgesetzt.
- Netzseitige Leistungslimitierungen über die Steuerbox erfolgreich an das HEMS und an eine Wallbox mittels EEBUS LPC weitergegeben
- Die Umsetzbarkeit einer interoperablen Wirkkette vom aEMT, über iMSys und HEMS bis hin zum E-Fahrzeug wurden erfolgreich in dem Cluster Cit-E-Life im Feld gezeigt.



Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen

Erkenntnisse

Mit der GEO-Lokation läßt sich nicht eindeutig eine Zuordnung zum verbundenen Netzanschluss oder Netzknoten ableiten, wenn sichergestellt werden muss wo das EV Netzdienlich arbeitet.

Erkenntnisse

Der Installationsprozess in der Liegenschaft muss durch mehrere verschiedene Handwerker/ Installateure durchgeführt werden um die gesicherte Kommunikationsstrecke vom aEMT zum SteuVE herzustellen.

Erkenntnisse

Damit ein VNB/MSB den Zustand der SteuVE in der Liegenschaft über Betriebsmesswerte genauer beurteilen kann, ist in der Regel ein Messkonzept mit mehr als einem Smart Meter notwendig, obwohl der Meter nicht für Abrechnungszwecke benötigt wird.

Empfehlung

Für die Verortung der Ladeinfrastruktur zum Netzanschlusspunkt muss zwischen Fahrzeug und der Wallbox die Kennung des Netzanschluss weitergeben werden

Empfehlung

Installationsprozess mit den CLS-Adapter und SteuVe muss einfacher werden // Der Installationsprozess zwischen einer Steuerbox und dem HEMS sollte standartisiert werden, um Skalierierungseffekte zu ermöglichen.

Empfehlung

Betriebsmesswerteübertragung aus der Liegenschaft per CLS-Adapter reduziert Kosten und vereinfacht das Messkonzept

Erkenntnisse

Die umgesetzten Use Cases, wie LPC und MGCP, wurden erfolgreich umgetzt.

Empfehlung

Neben dem Anwendungsfall LPC sind weiterführende Feldtests mit EEBUS Anwendungsfällen, wie z.B. CEVC, wünschenswert.

Erkenntnisse

Die strategische Entscheidung für den cybersecuren Open-Standards EEBUS hat sich für die HEMS-Entwicklung als der richtige Weg erwiesen. Durch den Einsatz dieses Standards wird das HEMS dem Zielbild des Integrators innerhalb der Liegenschaft gerecht, da es die Interoperabilität diverser Endgeräte gewährleistet - und dies hersteller- und technologieunabhängig

Empfehlung

Hinsichtlich der Wirkkette HEMS und lokale, steuerbare Verbrauchs- und dezentrale Erzeugungsanlagen wird der Einbau eines HEMS als eine integrierte Instanz in Liegenschaften, die über mehr als einen steuerbaren Verbraucher/ Heimspeicher im Sinne des §9 EEG oder § 14a EnWG empfohlen. Weiter wird der Einbau eines HEMS als eine koordinierte Instanz empfohlen, um parallellaufende, marktorientierte, netzdienliche und systemdienliche Use Cases umzusetzen.

Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen

Erkenntnisse

Der Labortest hat gezeigt, dass in einigen Fällen der Inbetriebnahmeprozess zwischen Steuerbox und HEMS noch nicht reibungslos funktionierte.

Erkenntnisse

Aus Effizienzgründen sollte auf Protokollebene ein Mindeststandart für den Neubau festgelegt werden.

Erkenntnisse

Verschiedene §14a EnWG Steuermöglichkeiten wurden im Cluster Cit-e Life erfolgreich über das SMGW erfolgreich getestet und sind untereinander interoperabel - Steuereinheit (CLS-Adapter, FNN STeuerbox, vollintegriertes EMS).

Empfehlung

Im Sinne eines reibungslosen Inbetriebnahmeprozess wird empfohlen die Schwierigkeiten schnellstmöglich zu beheben.

Empfehlung

Empfohlen wird EEBUS LPC nach VDE AR2829-6. Für den Bestand sollten proprietäre Protokolle ebenfalls zugelassen werden.

Empfehlung

Handlungsempfehlung: EEBUS als Protokollstandard behind-the-meter festlegen und ein EMS auf einer Steuereinheit im Sinne der Hardwarereduktion in der TR-3109-5 zulassen.



Fazit aus 3 ½ Jahren Forschungsprojekt unlTe²

Das Cit-E-Life Teilprojekt im Rahmen von unIT-e² hat gezeigt, dass interoperable Wirkkette zwischen der Netzleittechnik und steuerbaren Verbrauchern in der Liegenschaft nicht nur als technische Konzepte, sondern auch im Feld funktionieren. Somit ist dieser Anspruch der Interoperabilität keine Utopie mehr, sondern als das "neue Normal" anzusehen. Durch die Sicherstellung von interoperablen Wirkketten gelingt die Integration von Elektrofahrzeugen in das bestehende Energiesystem. Durch die Entwicklung und Erprobung marktfähiger Produkte, wie z.B. das SMGW und HEMS, werden zukünftig nicht nur netzdienliche, sondern auch marktorientierte Use Cases in der Liegenschaft umgesetzt werden können. Gleichzeitig wird auch auf User Präferenzen, wie PV-optimiertes Laden, eingegangen werden können.

Sowohl in den Labor- als auch in dem Feldtest konnten Set-Ups getestet werden, die die Anforderungen des §14aEnWG erfüllen. Dies sehen wir als einen großen Erfolg an!

Ähnlich, wie in den benachbarten Clustern, kommen wir zu der Erkenntnis, dass eine Standardisierung und Vereinfachung der Prozesskette unabdingbar sind, um eine massenfähige, skalierbare, aber auch sichere Integration flexibler Verbrauchsund Erzeugungsanlagen zu ermöglichen. Zudem sollten IT- Sicherheitsaspekte zukünftig mehr in den Fokus gerückt werden.

Nach 3,5 Jahren gemeinsamer Zusammenarbeit innerhalb dieses Forschungsprojekts bleibt die Erkenntnis, dass ein starkes Partnernetzwerk und eine vertrauensvolle Zusammenarbeit eine wichtige Arbeitsgrundlage geschaffen haben, um gemeinsam an technischen Hürden zu arbeiten und zukunfts- und marktfähige Lösungen für die Energiewende zu entwickeln.

Herausgeber



EUREF-Campus Haus 13 Torgauer Straße 12-15 10829 Berlin