

Die Systemarchitektur zur Use Case Visualisierung

- Ein Vergleich zwischen digitalen Plattformen und intelligenter Elektromobilität

Patrick Dossow¹, Louisa Wasmeier¹

Am Blütenanger 71, 80995 München (Deutschland), +498915812163, pdossow@ffe.de, www.ffe.de

Kurzfassung:

Forschungsprojekte in der Energiewirtschaft haben zunehmend den Fokus auf der Erprobung praxisnaher, skalierbarer, technischer Lösungen, die einen direkten Beitrag zum Gelingen der Energiewende haben. Um Use Cases in Feldversuchen zielgerichtet erproben zu können, ist ein effizientes, methodisches Vorgehen unabdingbar, das in der Branche bislang nicht oder nur unzureichend etabliert ist. Als wichtiger Baustein auf dem Weg zur Umsetzung wird in dieser Arbeit eine Methodik zur Visualisierung des umzusetzenden technischen Gesamtbilds vorgestellt. Durch die Anwendung der Methodik kann die so genannte Systemarchitektur aus der Summe aller relevanten technischen Use Cases entwickelt werden, die einerseits der Vorbereitung technischer Umsetzungsprojekte dient. Andererseits kann durch eine Vereinfachung der Visualisierung der Systemarchitektur ein Vergleich zwischen unterschiedlichen energiewirtschaftlichen Anwendungsgebieten gezogen werden. Um die universelle Anwendbarkeit der Visualisierungsmethodik zu überprüfen, werden zwei unterschiedliche Anwendungsgebiete in dieser Arbeit verglichen. Zum einen wird die vereinfachte Systemarchitektur der Use Cases aus dem Projekt InDEED visualisiert, in der Use Cases auf Basis einer digitalen Plattform unter Einbezug der Blockchain-Technologie abgebildet werden. Zum anderen wird aus dem Projekt unIT-e² heraus eine vereinfachte Systemarchitektur für Use Cases intelligent gesteuerter Elektromobilität visualisiert und diskutiert. Der Vergleich beider vereinfachten Systemarchitekturen zeigt, dass die vorgestellte Methode sehr gut geeignet ist, um unterschiedliche Anwendungsgebiete darzustellen und zu vergleichen, und dass sowohl relevante Unterschiede als auch Gemeinsamkeiten zwischen beiden Anwendungsgebieten zutage treten. Insbesondere wird ersichtlich, dass aufgrund einer Überschneidung der beteiligten Akteure Synergien zwischen den Anwendungsgebieten bezüglich der zu schaffenden technischen Infrastruktur existieren, die über die Synergien innerhalb der Anwendungsgebiete hinausgehen. Auch lässt sich aus den gewonnenen Ergebnissen ableiten, dass die je Anwendungsgebiet zu schaffenden Infrastrukturen zur Datenübertragung skalierbar und einfach erweiterbar gestaltet werden sollten.

Keywords: Blockchain, Elektrofahrzeuge, Feldversuche, Smart Meter, Synergien

1 Einleitung

Im Bereich der Energiewende ist die Forschung an einem Punkt, an dem Projekten, die Feldversuche mit realen Umsetzungsschwerpunkten als zentrales Untersuchungsobjekt in den Fokus stellen, eine immer größer werdende Bedeutung zukommt. In Deutschland war

¹ Jungautor:in

beispielsweise das SINTEG Förderprogramm ein neuartiger Ansatz für Forschungsprojekte, in dem rund 300 Projektpartner von 2016 bis 2020 innovative Lösungen zum Gelingen der Energiewende in sogenannten Modellregionen entwickelt und erprobt haben [1]. Ziel dieser und ähnlicher Projekte war und ist die Umsetzung skalierbarer technischer Lösungen im Bereich der Energiewende, die im Idealfall nach Projektende real Anwendung finden oder zur Umsetzung realer Anwendungen direkt beitragen können.

1.1 Motivation

Um Feldversuche in Forschungsprojekten zielgerichtet und effizient durchzuführen, ist die methodische Entwicklung von für die Umsetzung geplanten Use Cases unabdingbar. An der FfE wird zu diesem Zweck die sogenannte Use-Case-Methodik genutzt und weiterentwickelt, die es erlaubt, Use Cases allgemein verständlich und eindeutig definiert aufzubereiten [2]. Die Schwierigkeit liegt nun darin, die tatsächliche technische Umsetzung, die erprobt werden soll, zu entwickeln, zu diskutieren und sich schlussendlich auf eine technische Umsetzung festzulegen. In vielen Bereichen ist an dieser Stelle die Komplexität der Diskussion – insbesondere da viele verschiedene Projektpartner mit unterschiedlichen Interessen beteiligt sind – so hoch, dass herkömmliche Ansätze zur Darstellung der technischen Use Cases nicht mehr effizient einsetzbar sind. Spätestens wenn sich technische Use Cases überlagern oder zeitgleich umgesetzt werden sollen, bedarf es einer schnell anpassbaren, komplexitätsreduzierenden Visualisierung. Eine solche Visualisierung muss in der Lage sein, unterschiedliche energiewirtschaftliche Anwendungsgebiete gleichartig darzustellen, um Visualisierungen dieser Gebiete vergleichen zu können. Durch die Analyse von Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen Umsetzungen verschiedener Anwendungsgebiete kann Wissen über Beziehungen, Komponenten und Prozessabläufe aufgebaut werden, das es einerseits erlaubt, Synergien zwischen Anwendungsgebieten zu heben. Andererseits kann dieses Wissen genutzt werden, um zukünftige Visualisierungen von Systemarchitekturen zu verbessern.

1.2 Anwendungsgebiete

Die Problematik einer hohen Komplexität der in Feldversuchen geplanten technischen Umsetzung tritt an der FfE in zwei aktuell laufenden Forschungsprojekten zutage. Zum einen beschäftigt sich das Digitalisierungsprojekt „InDEED“ mit der Konzeption, Umsetzung und Evaluation energiewirtschaftlicher Datenplattformen auf Basis der Blockchain-Technologie (Förderkennzeichen 03EI6026B) [3]. Zum anderen wird im Förderprojekt „unIT-e² – Reallabor für verNETZte E-Mobilität“ die skalierbare, nutzerfreundliche Netzintegration der Elektromobilität in Deutschland mit 29 Projektpartnern erprobt (Förderkennzeichen 01MV21UN01) [4]. Beide Projekte werden durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. In beiden Projekten besteht die Schwierigkeit der technischen Umsetzung einer Vielzahl an geplanten technischen Use Cases und der Überschneidung vieler Akteure, Komponenten und Schnittstellen je Use Case.

Da eine herkömmliche Darstellung der für die Feldtests geplanten technischen Umsetzung mehrerer Use Cases, beispielsweise in Form von Steckbriefen, nicht ohne Komplexitätsreduktion möglich war, wurde die FfE-Methodik zur Use-Case-Visualisierung entwickelt. Die Methodik erlaubt die Darstellung beliebig vieler technischer Use Cases eines

Anwendungsgebiets in einem Schaubild. Dabei wird die kombinierte Darstellung aller geplanten technischen Use Cases *Systemarchitektur* genannt. Für die Use Cases beider oben genannten Forschungsprojekte wurde bereits eine Visualisierung der entsprechenden Systemarchitekturen erstellt. Diese Systemarchitekturen dienen primär der Visualisierung der geplanten technischen Umsetzung der Feldtests, sie haben aber auch den Anspruch, einer realen, skalierbaren Umsetzung nahezukommen. Der Fokus dieser Arbeit liegt nun auf dem Vergleich der grundlegenden technischen Umsetzungen beider Anwendungsgebiete auf Basis der Systemarchitekturen und der Identifikation möglicher Synergien.

2 Methodisches Vorgehen

Die in dieser Arbeit relevanten methodischen Schritte sind Teil einer Gesamtmethodik zur Analyse technischer Umsetzungskonzepte auf Basis von Systemarchitekturen. Abbildung 1 veranschaulicht diese Methodik, die sich in zwei Teile gliedern lässt: Im ersten Teil werden die Systemarchitekturen bzw. deren Visualisierungen einheitlich und reproduzierbar für entsprechende Anwendungsgebiete separat entwickelt. Im zweiten Teil erfolgt die Analyse und der Vergleich der entwickelten Architekturen. Je nach Zielsetzung können alle oder eine Teilmenge der Einzelschritte des zweiten methodischen Teils durchgeführt werden. Für die hier vorgestellten Ergebnisse liegt der Fokus auf der Analyse der vereinfachten Visualisierung der Systemarchitekturen und somit auf dem high-level Vergleich unterschiedlicher Anwendungsgebiete.

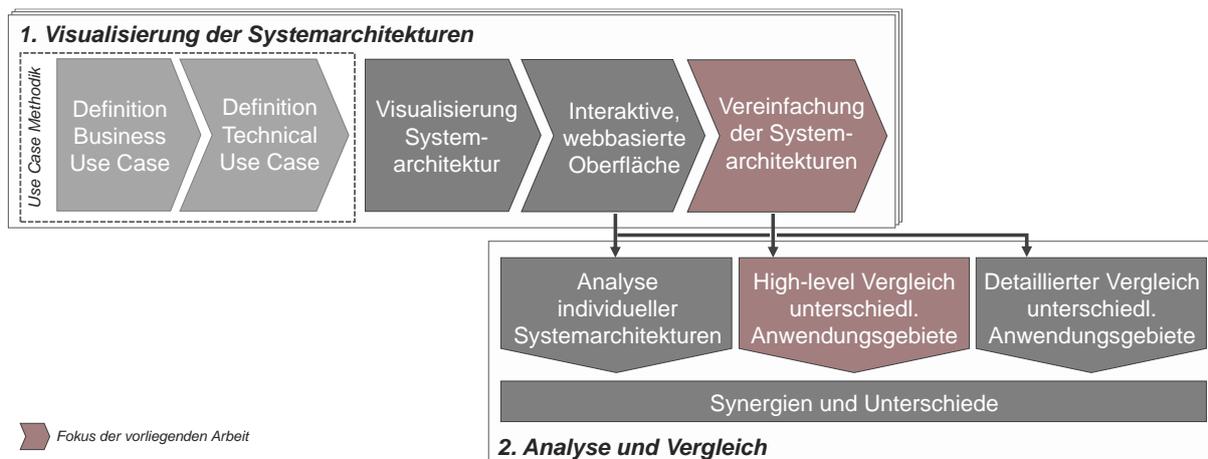


Abbildung 1: Gesamtmethodik zur Visualisierung sowie zur Analyse und zum Vergleich der Systemarchitekturen unterschiedlicher Anwendungsgebiete

2.1 Visualisierung der Systemarchitekturen

Grundlage für den angestrebten high-level Vergleich ist die Visualisierung der Systemarchitekturen der einzelnen relevanten Anwendungsgebiete. Dazu ist wiederum die Entwicklung und Aufbereitung der Use Cases, die in den entsprechenden Feldversuchen umgesetzt werden sollen, notwendig. Zur Definition dieser wird die Use-Case-Methodik verwendet, in der zunächst *Business Use Cases* und anschließend darauf aufbauend *Technical Use Cases* entwickelt und in Form von Steckbriefen aufbereitet werden [2] [5]. Dabei stellen die Technical Use Cases eine Spezifikation der Business Use Cases dar. In den Technical Use Cases werden folgende wichtige Aspekte je Use Case festgelegt:

- Beteiligte Akteure
- Einflussphären der Akteure/logische Einheiten
- Notwendige technische Komponenten
- Schnittstellen zur Daten-/Informationsübertragung zwischen den Komponenten sowie Art der Daten/Informationen
- Notwendige Funktionen/Prozesse

Die Systemarchitektur wird aus der Summe aller Technical Use Cases entwickelt, in dem alle zur Umsetzung benötigten Bausteine der Use Cases auf standardisierte Art dargestellt werden [6]. Wenn identische Bausteine für verschiedene Use Cases benötigt werden, werden diese Bausteine dennoch nur einmal dargestellt. Das Ergebnis dieses Prozesses ist die Visualisierung aller technischen Aspekte, die zur Umsetzung aller Use Cases benötigt werden.

Da eine solche Darstellung eine hohe Komplexität besitzt und aufgrund der möglichen Dopplung von Bausteinen nicht zwangsläufig intuitiv verstanden werden kann, beinhaltet die Methodik die Überführung der Visualisierung in eine webbasierte Oberfläche. Die Entwicklung der Weboberfläche am Beispiel technischer Use Cases im Projekt unIT-e² ist in [6] beschrieben. Die wichtigste Besonderheit der Darstellungsform ist die interaktive Komponente. Durch mehrere Schaltflächen ist es Nutzer:innen möglich, einzelne Use Cases in der Visualisierung zu- und abzuschalten, woraufhin nur diejenigen Use Cases dargestellt werden, die ausgewählt wurden. So können je nach Wunsch entweder einzelne Technical Use Case betrachtet oder das komplexe Gesamtbild, die Systemarchitektur, analysiert werden.

Zur Vorbereitung des im zweiten Teil der Methodik angestrebten high-level Vergleichs wird die Systemarchitektur in einen weiteren Schritt vereinfacht. Wesentlicher Aspekt der Vereinfachung ist die Reduktion der Schnittstellen und Kommunikationswege zur Daten-/Informationsübertragung. Im Gegensatz zur ursprünglichen Systemarchitektur werden nicht mehr alle Kommunikationswege, die unterschiedliche Daten oder Informationen übertragen, einzeln dargestellt. Stattdessen wird je nur noch eine Linie zur Darstellung aller Übertragungen zwischen zwei technischen Komponenten abgebildet, die in der vereinfachten Visualisierung als Verbindung bezeichnet wird. Auch die Beschriftung zur Beschreibung der Art der Daten bzw. Informationen wird vernachlässigt. Zudem wird nicht mehr differenziert, welche Komponenten und Verbindungen für welche Use Cases benötigt werden.

2.2 Analyse und Vergleich der Systemarchitekturen

Der zweite Teil der Methodik umfasst drei Einzelschritte, die jeweils unabhängig voneinander durchgeführt werden können. Zum einen können die individuellen Systemarchitekturen eines Anwendungsgebiets im Detail analysiert werden, bspw. in Bezug auf potenzielle Synergien zwischen den Use Cases, Skalierungsmöglichkeiten oder technische Besonderheiten. Zum anderen kann der hier im Fokus stehende high-level Vergleich zwischen unterschiedlichen Anwendungsgebieten gezogen werden. Dazu dient die vereinfachte Visualisierung der Systemarchitekturen, die aufgrund ihres Abstraktionslevels die grundlegende Analyse von Gemeinsamkeiten und Unterschieden bezüglich involvierter Akteure, technischer Komponenten und relevanter Verbindungen vereinfacht. Ein Vergleich auf Use-Case-Basis ist in diesem Schritt aufgrund der Vereinfachung nicht möglich. Darüber hinaus kann als dritter Schritt ein detaillierter Vergleich der Systemarchitekturen eines Anwendungsgebiets gezogen werden, in dem Use-Case-spezifische Rückschlüsse möglich werden. Dazu werden die

detaillierten webbasierten Visualisierungen der Systemarchitekturen gegenübergestellt. Optional können zusätzlich auch die vereinfachten Visualisierungen mit in die Analyse einbezogen werden. Je nach dem, welche der drei Einzelschritte durchgeführt werden, können unterschiedliche Rückschlüsse bezüglich möglicher Synergien und Unterschiede, was die technische Umsetzungen anbelangt, gezogen werden. In dieser Arbeit wird lediglich der zweite Einzelschritt (siehe Abbildung 1) durchgeführt.

3 Ergebnisse und Diskussion

Analog zum methodischen Vorgehen sind Darstellung und Analyse der Ergebnisse zweigeteilt: Zunächst werden die den Systemarchitekturen zugrundeliegenden Use Cases und die beteiligten Akteure kurz beschrieben und die vereinfachten Visualisierungen der Systemarchitekturen dargestellt. Im Anschluss erfolgt der high-level Vergleich der vereinfachten Visualisierungen mit den Schwerpunkten potenzielle Synergien und Unterschiede zwischen den Anwendungsgebieten.

3.1 Visualisierungen der Systemarchitekturen

Die beiden zu analysierenden detaillierten Systemarchitekturen wurden jeweils aus Use-Case-Steckbriefen der für die entsprechenden Projekte relevanten Anwendungsfälle entwickelt. Im Projekt InDEED handelt es sich um energiewirtschaftliche Use Cases, die das übergeordnete Ziel verfolgen, durch digitale Plattformlösungen energiewirtschaftliche Prozesse zu vereinfachen oder zu ermöglichen [7]. Im Projekt unIT-e² werden Use Cases betrachtet, die das intelligente Laden von Elektrofahrzeugen standardisiert und skalierbar ermöglichen und dabei sowohl marktbasierende Mechanismen als auch netz- bzw. systemdienliche Konzepte mit einbeziehen [5]. Nachfolgend werden die relevanten Use Cases, involvierte Akteure und die resultierende, bereits vereinfachte Systemarchitektur beschrieben.

InDEED: Use Cases, Akteure und vereinfachte Systemarchitektur

Das Projekt InDEED befasst sich mit digitalen Anwendungsfällen des Energiesektors, welche von den Eigenschaften der Blockchain-Technologie profitieren können, mit einem Fokus auf die Bereiche Asset Logging und Labeling. Asset Logging befasst sich dabei mit der Erfassung, Dokumentation und Nutzung von Asset-Daten zur Verifikationszwecken und Labeling mit der Abbildung von Einspeisung, Entnahme und Speicherung von Strom. [7] Insgesamt werden folgende Anwendungsfälle betrachtet, wobei alle Anwendungsfälle außer dem letzten dem Anwendungsgebiet des Asset Loggings zuzuordnen sind:

- Garantiemanagement, wie die Verifikation eines ordnungsgemäßen Anlagenbetriebes unter Einhaltung von Garantiebedingungen
- Versicherungspolicen, wie die Verifikation der Einhaltung von Versicherungsbedingungen
- Die Dokumentation des vertragsgemäßen Asset-Betriebes durch einen externen Betreiber
- Die Verifikation der vertragsgemäßen Durchführung von Service-/Wartungszyklen
- Den Nachweis der ordnungsgemäßen Erbringung von Regelleistung durch den Anlagenbetreiber an den Netzbetreiber
- Die Ausstellung von zeitlich und örtlich hoch aufgelösten Herkunftsnachweisen

Für alle Anwendungsfälle wird dabei eine Umsetzung auf Basis der Blockchain-Technologie angenommen, basierend auf den in InDEED entwickelten technischen Lösungsvorschlägen [8]. Aus diesem Grund wird diese als zentrales Element für jeden Anwendungsfall benötigt. Analog wird auch ein Dienstleister als Betreiber der Plattform, welcher die für die Beweiserstellung notwendige Datenverarbeitung übernimmt, in jedem Anwendungsfall dargestellt, wobei die in InDEED entwickelte technische Lösung grundsätzlich auch unabhängig von Dienstleistern/Plattformbetreibern angewendet werden kann. Auch der Asset-Eigentümer inklusive des relevanten Assets als technischer Komponente bildet eine Partei in jedem der Anwendungsfälle. Die anderen Akteure, der (externe) Betreiber eines Assets, die Drittpartei (insbesondere die Rolle des Garantiegebers, des Versicherungsgebers oder eines Serviceanbieters), der Netzbetreiber oder Anschlussnehmer sind nur in einem oder einer begrenzten Anzahl der Anwendungsfälle beteiligt. Die detaillierte Systemarchitektur, in welcher die Elemente den Anwendungsfällen zugeordnet und genauer beschrieben sind, ist unter [9] als interaktive Webvisualisierung verfügbar. Eine Veröffentlichung der detaillierten Analyse der InDEED Systemarchitektur, sowie der hieraus erkennbaren Synergien der InDEED Use Cases befindet sich in der Planung.

Die Visualisierung der vereinfachten Systemarchitektur der Use Cases aus InDEED ist in Abbildung 2 dargestellt. Insgesamt sind sechs Akteure, drei technische Komponenten, zwei Funktionen und die entsprechenden Verbindungen zur Datenübertragung abgebildet. Die vereinfachte Systemarchitektur weist eine geringe Komplexität auf, obwohl sie insgesamt sechs Use Cases (fünf Asset Logging und ein Labeling Use Case) beinhaltet. Eine Besonderheit der Visualisierung ist die Darstellung der Blockchain-Plattform, die als zentrale Komponente im Zentrum steht.

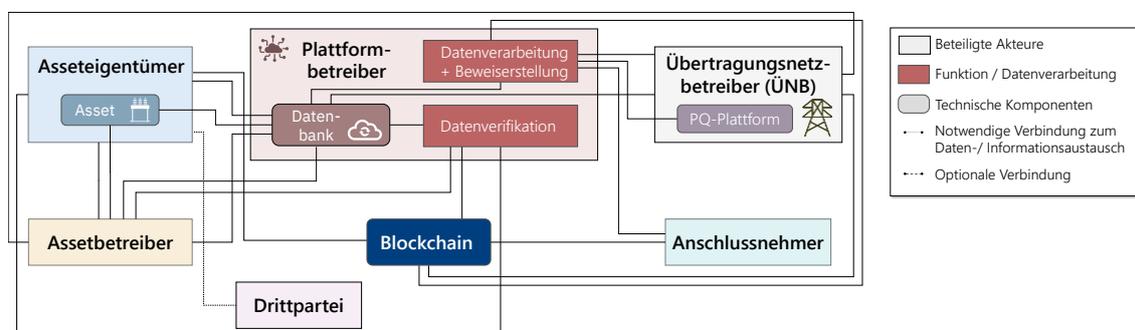


Abbildung 2: Vereinfachte Systemarchitektur der Use Cases im Projekt InDEED basierend auf [9]

unIT-e²: Use Cases, Akteure und vereinfachte Systemarchitektur

Für die im Projekt unIT-e² geplanten Feldversuche wurden in den vier Umsetzungsclustern insgesamt 25 Haupt-Use-Cases ausgewählt [5]. In allen Use Cases wird das Ladeverhalten von Elektrofahrzeugen intelligent gesteuert, um unterschiedliche Zielsetzungen zu erhalten. Überkategorien und entsprechende Use Cases für die Ziele einer Ladestrategie sind:

- Optimierung der Liegenschaft am Standort des Fahrzeugs, wie beispielsweise für die Use Cases Eigenverbrauchsoptimierung, Peak Shaving oder Notstromversorgung
- Emissionsorientiertes Laden, wie beispielsweise CO₂-Optimierung auf Basis von zeitlichen Emissionsfaktoren
- Marktorientierte Laden, wie beispielsweise variable Stromtarife oder direktes Spotmarkt-Trading

- Indirektes, netzdienstliches Laden, beispielsweise variable Netznutzungsentgelte
- Direktes netzdienstliches Laden, wie beispielsweise die direkte Leistungsvorgabe des Netzbetreibers im Falle eines lokalen Netzengpasses
- Systemdienstleistungen, wie beispielsweise die Erbringung von Redispatch, Blindleistung oder Regelreserve

Aufgrund der Vielzahl an Use Cases im Projekt, die teilweise sehr ähnlich sind, wurden für die hier zu analysierende Systemarchitektur die Use Cases des Clusters Harmon-E ausgewählt. Die detaillierte Systemarchitektur, die aus der Synthese aller Technical Use Cases des Clusters resultiert, ist online unter [10] als interaktive Visualisierung verfügbar und unter [6] umfassend beschrieben. Generell gilt, dass der jeweilige Anschlussnehmer, der Fahrzeugnutzer (oft identisch zum Anschlussnehmer) sowie der Energielieferant und der Messstellenbetreiber an allen Use Cases beteiligt sind. Weitere Akteure, wie ein zusätzlicher technischer Aggregator, der Fahrzeughersteller oder der Verteilnetzbetreiber, sind häufig aber nicht immer involviert. Bezüglich der technischen Komponenten wird das Elektrofahrzeug und die entsprechende Ladestation sowie ein Energiemanagementsystem (EMS) in alle Fälle benötigt. Ein intelligentes Messsystem (iMSys) bestehend aus Smart-Meter Gateway (SMGW) und moderner Messeinrichtung (mME) ist für viele Use Cases, vor allem diejenigen mit Netz- oder Systembezug, ebenfalls von Nöten. Zusätzliche Backend-Systeme kommen nur in einem Teil der Use Cases zum Einsatz. Die große Komplexität der Systemarchitektur entsteht durch die Vielzahl an notwendigen Schnittstellen zur Daten- und Informationsübertragung, die je Use Case in unterschiedlichsten Konstellationen und mit verschiedensten technischen Kommunikationsprotokollen übertragen werden [10].

Abbildung 3 zeigt die Visualisierung der vereinfachten Systemarchitektur der Use Cases aus unIT-e². Es werden zwölf Akteure, 19 technische Komponenten und entsprechende Verbindungen zur Datenübertragung für die Visualisierung von insgesamt acht Use Cases dargestellt. Auffällig ist, dass zwischen zwei Standortarten („zu Hause“ und „Arbeitsplatz/ Mehrfamilienhaus“) unterschieden wird und dementsprechend ähnliche Akteure zweifach abgebildet sind. Die hohe Anzahl an Akteuren, Komponenten und Verbindungen bewirkt, dass auch die vereinfachte Systemarchitektur auf den ersten Blick komplex erscheint.

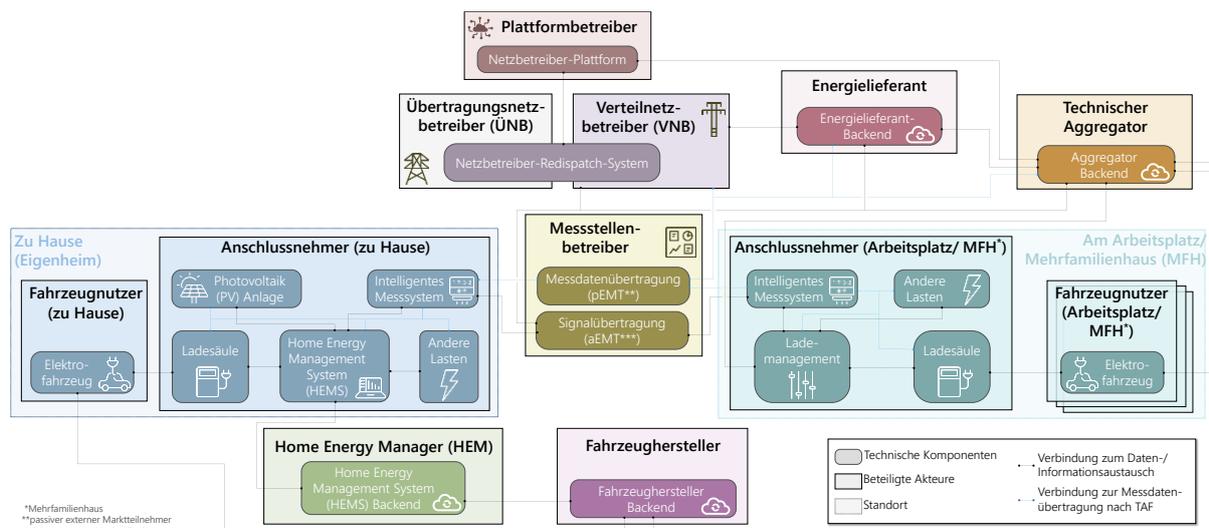


Abbildung 3: Vereinfachte Systemarchitektur der Use Cases im Projekt unIT-e² basierend auf [10]

3.2 Vergleich der vereinfachten Systemarchitekturen

Wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, erfolgt der high-level Vergleich der Anwendungsgebiete digitaler Plattformen und intelligenter Elektromobilität auf Basis der vereinfachten Visualisierungen der Systemarchitekturen. Der Vergleich der in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellten Akteure zeigt, dass sich einzelne energiewirtschaftliche Akteure in beiden Anwendungsgebieten überschneiden. Die Überschneidungen der Akteure Anschlussnehmer/Asseeteigentümer, Netzbetreiber und Technischer Aggregator/Assetbetreiber sprechen für potenzielle Synergien bei der Umsetzung beider Anwendungsgebiete. Die Use Cases der Anwendungsgebiete können somit nicht nur koexistieren, sondern es besteht insbesondere hinsichtlich zu implementierender Schnittstellen, Datenerhebungsprozessen und Kommunikationswegen potenziell die Möglichkeit, eine technische Infrastruktur zu schaffen, die zumindest zu Teilen für beide Anwendungsgebiete genutzt werden kann. Konkret wäre bei einer realen Umsetzung von Use Cases beider Anwendungsgebiete beispielsweise denkbar, dass die Rolle, die der Akteur Plattformbetreiber der InDEED-Systemarchitektur bei den digitalen Plattform-Use-Cases einnimmt, durch den Akteur technischer Aggregator mitabgedeckt werden würde. Zu erwähnen ist, dass der Akteur Plattformbetreiber, der in beiden Architekturen vorkommt, nicht identisch ist. Unter den genannten Gesichtspunkten sollte bei der Planung für eine reale Umsetzung die Erweiterbarkeit der jeweiligen digitalen Infrastrukturen einen großen Stellenwert einnehmen. Ob bei den genannten Aspekten auf identische Standards, gleiche Daten und/oder ähnliche Kommunikationsprotokolle zurückgegriffen werden kann, ist durch den high-level Vergleich nicht zu klären, sondern müsste durch einen detaillierten Vergleich auf Basis der ursprünglichen Systemarchitekturen erörtert werden.

Ein bedeutender Unterschied zwischen beiden Visualisierungen ist die Rolle der Blockchain in der InDEED-Systemarchitektur. Die an zentraler Stelle stehende Blockchain-Komponente ist Dreh- und Angelpunkt der Visualisierung und hat kein Äquivalent in der unIT-e²-Systemarchitektur. Zudem werden in dieser Systemarchitektur Prozesse der Datenverarbeitung explizit dargestellt, was in der vereinfachten Visualisierung der Use Cases intelligenter Elektromobilität aufgrund der Ähnlichkeit der Prozesse je Use Case nicht notwendig ist. Diese Unterschiede legen die Vermutung nahe, dass insbesondere bezüglich der softwareseitigen Umsetzung geringe Synergien existieren, auch wenn einige Akteure und Schnittstellen in beiden Anwendungsgebieten ähnlich sind. Die unIT-e²-Systemarchitektur auf der anderen Seite enthält eine Standort-Unterscheidung, welche bei den InDEED-Plattform-Use-Cases nicht benötigt wird. Auch dieser Fakt spricht dafür, dass zwar teils identische Akteure an den Use Cases der Anwendungsgebiete beteiligt sind, technische und vor allem digitale Synergiepotenziale jedoch begrenzt sind.

Aus dem Vergleich der vereinfachten Systemarchitekturen geht zudem hervor, dass für die Erprobung der digitalen Plattform-Use-Cases aus InDEED weniger technische Komponenten und generell weniger Verbindungen zwischen Komponenten und Akteuren notwendig sind als für die Implementierung der unIT-e²-Use-Cases. Hardwareseitig scheinen die Use Cases intelligenter Elektromobilität aus unIT-e² demnach aufwendiger in der Umsetzung zu sein. An dieser Stelle sei jedoch darauf hingewiesen, dass sich das Abstraktionslevel der beiden Visualisierungen unterscheidet. Insbesondere sind bei der Visualisierung der InDEED-Use-Cases nicht alle relevanten technischen Komponenten dargestellt, was die Aussagekraft der

hardwareseitigen Rückschlüsse schmälert. Auf die softwareseitige Komplexität der jeweiligen Umsetzungen kann auf Basis der vereinfachten Visualisierungen kein Bezug genommen werden, da die Vereinfachung vor allem die Anzahl und Ausspezifizierung der digitalen Schnittstellen und Kommunikationswege betrifft.

4 Fazit

Das Fazit zu dieser Arbeit umfasst zwei Dimensionen: Zum einen wird ein inhaltliches Fazit zu den zwei Anwendungsgebieten gezogen. Zum anderen werden die vorgestellte Methodik und insbesondere die hier durchgeführten Einzelschritte kritisch beleuchtet.

Die methodischen Schritte zur Visualisierung und zum high-level Vergleich der Systemarchitekturen konnte an den Beispielen der Use Cases aus den Projekten InDEED und unIT-e² erfolgreich angewendet werden. Hervorzuheben ist einerseits der große Mehrwert der interaktiven Weboberflächen, die eine Interpretation einzelner Zusammenhänge und Use Cases trotz großer Komplexität der detaillierten Systemarchitekturen ermöglichen [9] [10]. Andererseits konnte gezeigt werden, dass die vereinfachte Visualisierung der jeweiligen Systemarchitekturen einen generellen Vergleich der beiden Anwendungsgebiete ermöglicht. Auf Basis der vereinfachten Visualisierungen ist es sehr gut möglich, eine erste Indikation bezüglich potenzieller Synergien zwischen den Anwendungsgebieten zu geben. Dies stellt jedoch zugleich eine Limitation des high-level Vergleichs dar. Denn erst durch die individuelle Analyse der detaillierten Systemarchitekturen können Synergien zwischen den Use Cases identifiziert werden. Auch kann das reale technische Synergiepotenzial nur auf Basis explizit benannter Schnittstellen und Kommunikationswege bestimmt werden.

Die vereinfachten Visualisierungen der Systemarchitekturen zeigen ein unterschiedliches Abstraktionslevel, wobei die Visualisierung von Use Cases intelligenter Elektromobilität eine höhere Genauigkeit bezüglich technischer Komponenten aufweist als die stärker abstrahierte Visualisierung digitaler Plattform-Use-Cases. Hierin zeigt sich der breite Kontext, in dem die Methodik angewendet werden kann. Damit kann die Visualisierung der Systemarchitektur insbesondere auch Einblicke über den Spezifikationsgrad eines Anwendungsgebietes geben. Inwiefern die Anwendung der Use Cases zueinander in Beziehung steht, ob also beispielsweise die Anwendungsfälle in zeitlicher Konkurrenz zueinanderstehen, gleichzeitig eingesetzt werden können, oder bei zeitgleichem Einsatz sogar weitere Synergien abseits der mehrfachen Nutzung von Komponenten entstehen, lässt sich aus dem Vergleich der Systemarchitekturen nicht schlussfolgern. Aus der Visualisierung wird zudem nicht ersichtlich, wie groß der tatsächliche Aufwand für die jeweiligen Use Cases ist. Nur durch eine zusätzliche, grobe Aufwandsabschätzung der entsprechenden Komponenten kann der tatsächliche Gesamtaufwand abgeschätzt werden. Erst so können Synergien, die aus der Nutzung einer Komponente für mehrere Anwendungsfälle relativ untereinander messbar werden, abschließend bewertet werden. Um den Aufwand der Komponenten genauer zu bemessen und die Synergien der Anwendungsfälle quantifizieren zu können, befindet sich eine zusätzliche Methodik zur Analyse der Synergien bei technischer Umsetzung mehrerer Use Cases in der Entwicklung. Forschung in dieser Hinsicht kann sich beispielsweise mit der Analyse von Skalierungseffekten sowie der Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Kombinationen an Use Cases beschäftigen.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „SINTEG,“ Dezember 2022. [Online]. Available: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/sinteg.html>. [Zugriff Januar 2023].
- [2] V. Ziemsky und P. Dossow, „Beitragsreihe: Use-Case- und Geschäftsmodellentwicklung an der FfE,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/beitragsreihe-use-case-und-geschaeftsmodellentwicklung-an-der-ffe/>. [Zugriff Januar 2023].
- [3] FfE, „Das Projekt InDEED,“ 2020. [Online]. Available: <https://www.ffe.de/projekte/indeed/>. [Zugriff Januar 2023].
- [4] FfE, „unIT-e² – Reallabor für verNETZte E-Mobilität,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.ffe.de/projekte/unite2/>. [Zugriff Januar 2023].
- [5] A. Ostermann, P. Dossow und V. Ziemsky, „Design and Application of the unIT-e² Project Use Case Methodology,“ in *35th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS35)*, Oslo, 2022.
- [6] A. Ostermann, J. Hawran und P. Dossow, „From Electromobility Use Cases to an Interactive System Architecture: the Harmon-E SysArc in the unIT-e² Project,“ in *ETG Kongress 2023*, Kassel, 2023. [zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Review/ nicht-veröffentlicht]
- [7] M. Hinterstocker, A. Bogensperger, P. Dossow, A. Zeiselmaier, A. Djamali und S. von Roon, „Blockchain technology as an enabler for decentralization in the energy system,“ in *10th Solar & Storage Integration Workshop*, Darmstadt, 2020.
- [8] P. Dossow, A. Djamali, M. Hinterstocker, B. Schellinger, J. Sedlmeier, F. Völter und L. Wildburger, „Asset logging in the energy sector: a scalable blockchain-based data platform,“ in *The 10th DACH+ Conference on Energy Informatics*, Freiburg, 2021.
- [9] L. Wasmeier und P. Dossow, „InDEED Use Case Visualisierung,“ FfE, 2022. [Online]. Available: <https://indeed-uc.ffe.de/>. [Zugriff Januar 2023].
- [10] P. Dossow, J. Hawran und A. Ostermann, „Harmon-E interaktive Systemarchitektur,“ FfE, 2022. [Online]. Available: <https://sysarc.ffe.de/>. [Zugriff Januar 2023].