


3.2 Blaupause 4: Anforderungsmanagement und Architektur- beschreibung in verteilten Systemlandschaften

Blaupause	
Zielgruppen	Stakeholder im Anforderungsmanagement
Ausgangslage und Problemstellung	<p>Das Energiesystem lässt sich in unterschiedliche Domänen der Energiewertschöpfungskette (gemäß des NIST-Konzeptmodells (vgl. DoE, 2014)) sowie unterschiedliche Zonen des Energiemanagements (gemäß der Automatisierungspyramide) aufteilen. Die unterschiedlichen Domänen bzw. Zonen unterliegen unterschiedlichen Problemstellungen, welche mit unterschiedlichen Lösungsansätzen, Standards sowie damit verbundenen Perspektiven und Vorstellungen auf das Gesamtsystem einhergehen.</p> <p>So ziehen einzelne Akteure selbst aus einem umfangreichen, allgemein geteilten und aufbereiteten Wissen unterschiedliche Schlüsse – Daten, Informationen und Wissen werden inhaltlich unterschiedlich interpretiert. Zur Realisierung eines effizienten Gesamtsystems müssen die heterogenen Perspektiven der Akteure sowie Systeme entlang der Energiewertschöpfungskette in einer gemeinsamen „Sprache“ bzw. Modellen abgebildet und harmonisiert werden, um bspw. einen übergeordneten Standardisierungsbedarf zu identifizieren sowie eine gemeinsame Zielvorstellung zu fördern. Anderenfalls werden die vielzähligen Einzellösungen aneinander vorbei entwickelt.</p>
Lösungsansatz	<p>Zur allgemeinen Anforderungsanalyse sowie Strukturierung des Energiesystems hat sich in der Energiedomäne die IEC 62559 Use Case-Methodik und das Smart Grid Architecture Model (SGAM)-Framework gemäß IEC 63200 bewährt. Beide Methoden teilen sich ein gemeinsames Meta-Modell (basierend auf ISO/IEC 42010-Standard), welches es beiden Methoden ermöglicht sowohl für sich allein als auch sich gegenseitig ergänzend angewendet zu werden. Während das IEC 62559-2 Use Case-Template die dynamischen (Prozess-) Aspekte eines Anwendungsfalls abbildet, bildet das SGAM die statischen (Architektur-) Aspekte ab. Diese erlauben u. a. die technologieunabhängige Analyse und architektonische bzw. systemübergreifende Beschreibung von Smart Grid-Anwendungsfällen (Use Cases) und erlauben somit Inkonsistenzen zwischen der Vielzahl von systemübergreifenden Akteuren bereits frühzeitig zu identifizieren und erfolgreich zu beseitigen. Das SINTEG-Förderprogramm hat basierend auf diesen Vorteilen in der Ausschreibung die Nutzung der Methodik durch die Schaufenster festgelegt, um somit eine vereinheitlichte Dokumentation und die Möglichkeit einer internationalen Dissemination zu erhalten.</p>
Einordnung der Blaupause	Blaupause in der Kategorie „Modellbasierte Architekturentwicklung“
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 </div> <p>Kommerzieller Einsatz</p>
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	<p>Die Anwendung der IEC 62559 Use Case-Methodik sowie des SGAM-Frameworks war eine Anforderung der SINTEG-Ausschreibung und wurde demzufolge von allen Schaufenstern gleichermaßen in verschiedenen Detaillierungsstufen durchgeführt. Darüber hinaus gab es folgende weiterführende Aktivitäten:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungshilfe Use Case Methodik ■ Anwendungshilfe SGAM </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungshilfe SGAM </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Erweiterung der Use Case-Methodik um einen Security-by-Design-Ansatz ■ Assurance Cases Erweiterung </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Prüfen des Ansatzes für die Dokumentation ■ Sicherheitsanalysen mittels SGAM </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
Innovationsgehalt	<p>Verbesserungsinnovation - Das Anforderungsmanagement eines Smart Grid-Entwicklungsprojekts als ein System von Systemen unterliegt neuen Paradigmen, welchen die konventionellen „klassischen“ Methoden des Systems Engineering nicht gewachsen sind. Durch die verschiedenen Sichten auf die Smart Grid-Architektur lässt sich sowohl die technische (syntaktisch), informationelle (semantisch) sowie organisationale (pragmatisch) Interoperabilität und die daraus resultierenden Anforderungen darstellen und überprüfen. Die Innovation besteht vor allem in der Akzeptanz der vorgeschlagenen Lösung und durchgängigen Methodik, Erweiterung für Teilaspekte aus Sicht der Projekte sowie Adaption als Methodik sowohl in der Branche als auch der Normung.</p>
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Bereitschaft zur Kollaboration und zu Kompromissen der einzelnen Akteure sowie ein Commitment Wissen und Informationen zu teilen.

HINTERGRUND

In Anbetracht des typischen zu erwartenden Umfangs einer vollumfänglichen Architekturbeschreibung ist es nicht möglich, alle Aspekte einer Smart Grid-Architektur abzudecken, sodass eine Auswahl getroffen werden muss; Dabei werden die Sichten auf das Gesamtsystem so gewählt, dass eine aussagekräftige Beschreibung aller relevanten Aspekte des Systems möglich ist, während zeitgleich alle architektonischen Entscheidungen mit ihren Begründungen, Einschränkungen und Implikationen dokumentiert werden.

Im Allgemeinen beschreibt dabei jede Sicht stets eine selektierte Eigenschaft der Gesamtarchitektur einer technischen Lösung, sodass mehrere Sichten sich ergänzen (teilweise jedoch auch überlappen) und gemeinsam das Gesamtsystem repräsentieren.

Auf diese Weise definiert bspw. eine Baustein- bzw. Komponentensicht zwar die statische Struktur und Schnittstellen eines Systems, lässt jedoch die Frage nach den organisatorischen Abläufen bzw. Interaktionen offen – es wird geklärt, welche Daten fließen können, aber nicht wann welche Daten unter welchen Bedingungen fließen. Die Laufzeitsicht hingegen ergänzt die statische Struktur des Systems um die organisatorischen Abläufe bzw. Anwendungsfälle, während eine Kontextsicht das jeweilige System in seine Umgebung mit bspw. dessen Rolle und Verantwortungsbereichen, wie etwa Systemverantwortlichkeit einordnet. Gemeinsam erlauben alle Sichten eine statische und dynamische Übersicht aller Anwendungsfälle, aller damit verbundenen Interaktionen, der zugrundeliegenden Schnittstellen sowie der Interoperabilitätsanforderungen auf einer syntaktischen, semantischen und pragmatischen Ebene.

PROBLEMSTELLUNG

Gemäß Haberfellner et al. (2019) und ihrer Systemklassifikation wandelt sich das elektrische Energiesystem von einem bisher massiv vernetzten System hin zu einem komplexen System. Während das traditionelle Stromnetz bereits durch eine massive Vernetzung mit einem hohen Maß an Diversität und Umfang gekennzeichnet ist, zeichnet sich das Smart Grid mit der neuen IKT-Overlaystruktur zusätzlich durch eine außerordentliche Dynamik bzw. Veränderbarkeit seiner Struktur aus. Diese zusätzliche Dynamik impliziert, dass das Smart Grid als ein System von Systemen die Fähigkeit erfordert, seine Struktur zu reorganisieren oder neu zu konfigurieren und daher Verbindungen zwischen den konstituierenden Systemen dynamisch aufbauen und wieder verwerfen zu können.

Eine große Herausforderung des Systems Engineering im Smart Grid-Umfeld ist dem Umstand geschuldet, dass jeder Akteur bzw. jede Komponente sich in ein bestehendes System mit ebenfalls autonom agierenden Teilsystemen bzw. Komponenten einbetten muss und die traditionellen Ingenieursparadigmen infolge der damit einhergehenden Implikationen nicht mehr effektiv, respektive effizient angewendet werden können.

So verfügt das digitalisierte Energiesystem als Ganzes bzw. als ein Zusammenschluss von unzähligen Teilsystemen über eigenständige Anforderungen, welche über die Anforderungen der individuellen Teilsysteme hinausgehen. Infolge der neuen system- und akteurs-übergreifenden Strukturen muss ein Akteur sein Teilsystem sowohl nach seinen eigenen lokalen Kriterien und Anforderungen optimieren als auch dabei zeitgleich die übergeordneten Kriterien und Anforderungen des Gesamtsystems im Blick behalten.

LÖSUNGSANSATZ

Zu diesem Zweck wurden im Zuge des Mandats M/490 der Europäischen Kommission 2011 für die kontinuierliche Weiterentwicklung der relevanten Normen und Standards im Smart-Grid Umfeld, welche durch die Smart Grid Coordination Group (SGCG) an CEN/CENELEC und ETSI in einem Zusammenschluss von europäischen Normierungsgremien delegiert wurde, sowohl die **IEC 62559 Use Case-Methodik** als auch das **SGAM-Framework** entwickelt. Da der Gesamtumfang einer Architekturbeschreibung jedoch aufgrund der vielen potenziellen Sichten schnell unüberschaubar werden würde, hat die SG-CG/RA beschlossen, den Fokus bei diesen Methoden auf die folgenden Aspekte zu legen:

- eine gemeinsame Sichtweise und Sprache über einen Systemkontext zu kommunizieren,
- eine Integration verschiedener bestehender State-of-the-Art-Ansätze in ein Modell mit zusätzlichen europäischen Aspekten,
- Methoden, die als Grundlage für die Analyse und Bewertung alternativer Implementierungen einer Architektur dienen;
- eine Unterstützung für die Planung des Übergangs von einer bestehenden Legacy-Architektur zu einer neuen Smart-Grid-getriebenen Architektur und
- auf Kriterien für die ordnungsgemäße Bewertung der Konformität mit identifizierten Standards und gegebenen Interoperabilitätsanforderungen.

So unterstützt der Einsatz von standardisierten Dokumentations- und Analysewerkzeugen u. a. dabei, eine gemeinsame Sprache und damit ein gemeinsames Verständnis der Problem- sowie Zieldefinition zu finden. Durch die Anwendung der IEC 62559 Use Case- sowie SGAM-Methodik wird erst die systematische Erfassung, Ausbereitung und Visualisierung sowie auf dieser Grundlage die Vergleichbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Interoperabilität zwischen den Systemen erzielt. Das SINTEG-Förderprogramm bzw. die SINTEG-Schaufenster mussten erstmals diesen gemeinsamen und international bereits erfolgreichen Dokumentationsansatz nutzen. Dadurch sind die Ergebnisse so aufbereitet, dass sie durch ein größeres Zielpublikum leicht verstanden und aufgegriffen werden können. Dies hilft nicht nur der Verbreitung der Ergebnisse, sondern auch einer besseren Einbindung in internationale Netzwerke und Normungsvorhaben.

3.2.1 DETAIL-BLAUPAUSE 4.1: ANWENDUNG DER IEC 62559 USE CASE-METHODIK

Detail-Blaupause	
Zielgruppen	Stakeholder im Anforderungsmanagementprozess
Ausgangslage und Problemstellung	Indem die einzelnen Akteure in einem verteilten Energiesystem nur ihr eigenes System innerhalb der eigenen Systemgrenzen kennen und beschreiben können, verfügen diese nur über ein partielles Wissen über das Gesamtsystem, sodass kein Akteur für sich allein über ein vollständiges Verständnis, respektive Wissen, verfügen kann. Durch die wechselseitigen Abhängigkeiten der konstituierenden Systeme lassen sich die Anforderungen infolgedessen nur gemeinsam über alle Stakeholder hinweg identifizieren und managen.
Lösungsansatz	Die einheitliche Struktur und Semantik der IEC 62559 Use Case-Methodik erlaubt es, verschiedene Anwendungsfälle gegenüberzustellen und diese direkt miteinander zu vergleichen. So lassen sich u. a. Annahmen und Anforderungen zweier Systeme, die in einem Anwendungsfall miteinander interagieren, gegenüberstellen und zu einem größeren Gesamtbild zusammenfügen und auswerten. Dieser Ansatz wurde in den SINTEG-Schaufenstern auf unterschiedliche Weise herangezogen und weiterentwickelt. In enera wurde die IEC 62559 Use Case-Methodik um sogenannte Assurance Cases , welche die Qualitätseigenschaften bzw. -anforderungen eines Anwendungsfalls in den Fokus der Anforderungsanalyse rücken, erweitert; während WindNODE die IEC 62559 Use Case-Methodik dagegen um sogenannte Misuse Cases , welche die Sicherheitsanforderungen eines Anwendungsfalls in den Fokus der Anforderungsanalyse rücken und somit eine ganzheitliche Analyse von Gefährdungsszenarien sowie rechtlichen Rahmenbedingungen ermöglichen, erweiterte.
Einordnung der Blaupause	Detail-Blaupause zu „Anforderungsmanagement und Architekturbeschreibung in verteilten Systemlandschaften“
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	 <p>Kommerzieller Einsatz</p>
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungshilfe Use Case-Methodik ■ Anwendungshilfe SGAM </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungshilfe SGAM ■ Konzeption und Entwicklung eines SGAM-KPI-Dashboards </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Erweiterung der IEC 62559 Use Case-Methodik um Assurance Cases ■ Weiterentwicklung eines UCMR ■ Prototypische Entwicklung eines kollaborativen SGAM-Modellierungstools ■ Use Case- und SGAM-basierte KPIs zur Architekturanalyse </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Entwicklung und Anwendung einer IEC 62559-basierten Gesamtmethodik zur Analyse von Gefährdungsszenarien sowie rechtlichen Rahmenbedingungen </div> </div> <p>Die Anwendung der IEC 62559 Use Case-Methodik war eine Anforderung der SINTEG-Ausschreibung.</p>
Innovationsgehalt	Auf der einen Seite trägt die Use Case-Methodik als international etablierter Standard dazu bei, die im IEC 62559-2 Use Case-Template dokumentierten Anwendungsfälle der SINTEG-Schaufenster nach außen zu tragen. Auf der anderen Seite wurden neuartige Werkzeuge für weiterführende Analysen ebendieser Anwendungsfälle entwickelt, welche zukünftige Initiativen bei der Identifizierung und Bewertung von Qualitäts- sowie Sicherheitsanforderungen unterstützen und somit nachhaltig zur Qualitätssicherung beitragen.
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Zur Übertragung und Skalierung werden Vorlagen / Templates für die Use Case-Methodik, ein einheitliches Vokabular sowie eine kollaborative Plattform zur Dokumentation und Verwaltung benötigt. Darüber hinaus tragen Schulungen bzgl. der korrekten Anwendung der IEC 62259 Use Case-Methodik zur Dokumentationsqualität und somit zur Wiederverwertbarkeit sowie Übertragbarkeit bei.

HINTERGRUND

Use Cases (dt. Anwendungsfälle) sind Grundbausteine für Anforderungs- und Systemspezifikation in Software- und Systementwicklungen und beschreiben die Funktionalitäten eines Systems aus verschiedenen Perspektiven heraus. Ein Anwendungsfall wird gemäß IEC 62913-1 im Allgemeinen als die „Spezifikation einer Menge von Aktionen, die von einem System ausgeführt werden und ein beobachtbares Ergebnis liefern, das typischerweise für einen oder mehrere Akteure oder andere Stakeholder des Systems von Wert ist“ definiert.

In der Energiedomäne konnte sich zu diesem Zweck die IEC 62559 Use Case-Methodik etablieren. Diese besteht aktuell aus vier Unterstandards:

- **IEC 62559-1:** Definiert die allgemeine Use Case-Methodik zur Identifizierung, Erfassung und Analyse der Anwendungsfälle.
- **IEC 62559-2:** Definiert ein standardisiertes Use Case-Template mit einer einheitlichen Struktur zur Use Case-Beschreibung.
- **IEC 62559-3:** Definiert die Anforderungen zur Serialisierung von Use Cases gemäß des in IEC 62559-2 definierten Use Case-Templates.
- **IEC 62559-4:** Ergänzt IEC 62559-1, IEC 62559-2 und IEC 62559-3 indem Best Practices an die Anwendung der Use Case-Methodik vorgestellt werden.

Zusammenfassend bietet der IEC 62559 ein standardisiertes Verfahren zum Identifizieren, Dokumentieren und Analysieren von Anwendungsfällen unter Berücksichtigung der verschiedenen Perspektiven unterschiedlicher Stakeholder. Das in IEC 62559-2 zu diesem Zweck bereitgestellte Template (als eine strukturelle Vorlage) besteht aus insgesamt acht Sektionen mit unterschiedlichen Schwerpunkten – Die Sektionen sind in Tabelle 4 erläutert.

Sektion im Use Case-Template	Inhalt
1. Beschreibung des Use Cases	Allgemeine Informationen wie Name, Versionsmanagement, Ziele, Beschreibung, Annahmen und Voraussetzungen
2. Diagramme zum Use Case	Grafiken, welche Zusammenhänge inhaltlicher oder zeitlicher Art des Anwendungsfalles verdeutlichen
3. Technische Details	Sammlung und Gruppierung der beteiligten Akteure und dem Use Case zugrunde liegende Referenzen
4. Schritt-für-Schritt-Analyse	Beschreibung der Szenarien des Use Cases mit Schritt-für-Schritt-Darstellungen
5. Ausgetauschte Informationen	Übersicht aller in den Szenarien ausgetauschten Informationen mit Referenz auf deren Anforderungen
6. Anforderungen (optional)	Gruppierung und Beschreibung aller auftretenden Voraussetzungen und Anforderungen
7. Übliche Bezeichnungen und Definitionen	Übergreifendes Glossar, in dem häufig auftretende Begriffe definiert werden
8. Individuelle Informationen (optional)	Optionale bzw. weitere strukturierte Informationen zum Use Case, welche nicht an anderer Stelle untergebracht werden konnten

Tabelle 4: Inhalte des IEC 62559-2 Use Case Templates

Während die ersten zwei Sektionen eine managementtaugliche bzw. betriebswirtschaftliche Übersicht über die grundlegenden Züge des Anwendungsfalls bereitstellen, beschreiben die nachfolgenden Sektionen die Einzelheiten der verschiedenen informationstechnischen Ausprägungen wie Kommunikations- und Ablaufprozesse, Informationsobjekte und Anforderungen an ebendiese. Ein sachgemäß ausgearbeiteter Anwendungsfall verschafft mit Hilfe des Templates einen ganzheitlichen Überblick über die beteiligten Akteure, die Rahmenbedingungen, die Informationsobjekte sowie den technischen Ablauf in unterschiedlichen Szenarien.

PROBLEMSTELLUNG

Während der Einsatz von Use Case-basierten Methodiken mittels bspw. der Unified Modeling Language in der Informatik als Entwurfsmethodik allgemein bekannt und etabliert ist, führt dies in einem interdisziplinären Umfeld in der Regel zu Herausforderungen. So werden in der Regel bereits bekannte Methoden des jeweiligen Fachbereichs bevorzugt.

Der Anwendungsfall selbst und auch die Anforderungen an ebendiesen werden in der Regel durch ein interdisziplinäres Team von Fachexpertinnen und -experten erarbeitet. So sind insbesondere Smart Grid-Initiativen durch eine äußerst ausgeprägte Heterogenität der Systemlandschaft, der Stakeholder sowie der Akteure aus unter anderem der Energiewirtschaft, Geräteherstellern, Elektrotechnikern, Informatikern, IT-Sicherheitsbeauftragten sowie dem Gesetzgeber in unterschiedlichsten Rollen gekennzeichnet, was zu zwei sich gegenseitig verstärkenden Kernherausforderungen führt.

- 1. Heterogenität der Stakeholder:** Aufgrund der resultierenden Interdisziplinarität kommen bei den unterschiedlichen Akteuren zur Anforderungserhebung und -dokumentation unterschiedlichste Werkzeuge und Standards zum Einsatz, sodass sich die vielen Einzellösungen, die zu einer Gesamtlösung zusammengeführt werden sollen, nur unter großen Aufwänden akteursübergreifend vergleichen, analysieren und auswerten lassen.
- 2. Fragmentierung des Wissens:** Da die einzelnen Akteure darüber hinaus in der Regel nur ihr eigenes System innerhalb der eigenen Systemgrenzen beschreiben können, liegt die Gesamtbeschreibung nur fragmentiert vor, sodass sich die systemübergreifenden Anforderungen (z. B. an Kommunikationsprotokolle) infolge der wechselseitigen Abhängigkeiten der konstituierenden Systeme nur gemeinsam identifizieren, analysieren und harmonisieren lassen.

LÖSUNGSANSATZ

Die Vielzahl der unterschiedlichen Sichten, Methoden und Darstellungen muss zu einem umfassenden und standardisierten Modell des Anwendungsfalls zusammengefasst werden um ein gemeinsames Verständnis als eine Diskussions- und Arbeitsgrundlage zu schaffen. Im Laufe der Bearbeitung entsteht damit, aus groben Ideen und Geschäftszielen über das Definieren von Ablaufszenarien bis hin zu technischen Implementierungsdetails, eine Spezifikation des Anwendungsfalls in standardisierter Form. Durch diese einheitliche Struktur wird eine direkte systemübergreifende Gegenüberstellung und Analyse aller Anwendungsfälle erheblich erleichtert. So lassen sich u. a. Annahmen und Anforderungen zweier Systeme, die in einem Anwendungsfall miteinander interagieren, gegenüberstellen und zu einem größeren Gesamtbild zusammenfügen und auswerten. Werden dabei widersprüchliche Annahmen und Anforderungen identifiziert, existiert ein Handlungsbedarf – beschreibt bspw. ein System benötigte Daten als Anfrage und das Gegensystem wird diese Daten ereignisbasiert ohne

Anfrage (*Pushing* statt *Polling*) senden, führt dies im Falle einer Implementierung zu einer nicht-interoperablen Lösung.

Zudem helfen die Sichten bei späteren Analysen des Vorgehens oder einer Sicherheitsanalyse des Use Cases oder Gesamtsystems hinsichtlich der Schutzziele Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit. Es werden für einen Use Case beteiligte Akteure mitsamt ihren Zielen definiert und ihre verschiedenen Vorgehensweisen detailliert erläutert, welche zum Erreichen dieser Ziele oder auch zum Misserfolg führen können. Diese verschiedenen Ausgänge eines beschriebenen Vorgehens werden in mehreren Szenarien mit klar definierten Schritten festgehalten. Jeder dieser Schritte spezifiziert eine Erzeugung, Bearbeitung oder Übertragung von Informationen durch einen oder mehrere Akteure.


Um die Vielzahl der unterschiedlichen Sichten in einem gemeinsamen Model zu vereinen und eine produktive Zusammenarbeit zu fördern, wurde die IEC 62559 Use Case-Methodik entwickelt. Zur einheitlichen Dokumentation von Anwendungsfällen im Energiesektor bietet das IEC 62559-2 Use Case-Template ein standardisiertes Verfahren zur einheitlichen und strukturierten Beschreibung bzw. Dokumentation von komplexen und anwendungsfallbasierten Systemfunktionalitäten. So dienen Use Cases u. a. der Analyse und Dokumentation von Anforderungen und bilden i. d. R. einen ersten Baustein der Systemspezifikation in Software- und Systems-Engineering Prozessen.

ERFAHRUNGEN UND ERGEBNISSE DER SCHAUFENSTER

Initial ließen sich über alle Schaufenster hinweg Hemmungen und Zweifel bzgl. der Akzeptanz und Mehrwerte der IEC 62559 Use Case-Methodik feststellen. Analog zu der Herausforderung, dass Wissen aufgrund der lokalen Systemgrenzen lediglich in einer stark fragmentierten Form besteht, wurden die Mehrwerte dieser Methodik erst mit dem zunehmenden Projektfortschritt akzeptiert. So werden in der initialen Phase der Konzeption lediglich die eigenen Systeme bzw. die eigenen Anwendungsfälle spezifiziert. Zu dieser Projektphase wurde das IEC 62559-2 Use Case-Template als übermäßig aufwändig und zäh empfunden. Es ließ sich jedoch beobachten, dass sich diese Ansicht über die Projektlaufzeit wandelte. Sobald eine Phase, innerhalb derer die vielen parallel entwickelten Anwendungsfälle bzw. die diesen zugrundeliegenden Systeme zu einem Gesamtbild bzw. einem System von Systemen zusammengeführt werden sollten, erreicht wurde, konnte die Methodik durch die geschaffene systemübergreifende und systematische Vergleichbarkeit überzeugen und als Arbeitsgrundlage dienen. Dabei wurden in den Regionen der folgende Schwerpunkt gesetzt:

- enera führte eine Security-by-Design-Ergänzung der Use Case-Methodik mit einem Fokus auf ISMS durch. Es wurden Gruppenprozesse zur New Work-basierten Erhebung erprobt, Initiale (Use Case-) Daten wurden mittels IEC 62559 erhoben, Assurance Cases wurden als Template Erweiterung in die Normung eingebracht.
- C/sells wendete SGAM und Use Cases an und dokumentierte das gewonnene Erfahrungswissen in einer Anwendungshilfe SGAM.
- In WindNODE wurde die IEC 62559 Use Case-Methodik im Rahmen der WindNODE-Digitalisierungsstudie als ein integriertes Sicherheitsanalysetool zur Analyse, Beschreibung und Dokumentation von Gefährdungsszenarien sowie rechtlichen Rahmenbedingungen in der Energiedomäne herangezogen.

3.2.2 DETAIL-BLAUPAUSE 4.2: ANWENDUNG DES SMART GRID ARCHITECTURE MODEL

Detail-Blaupause	
Zielgruppen	Alle beteiligten Akteure entlang der Energiewertschöpfungskette
Ausgangslage und Problemstellung	Obwohl die IEC 62259 Use Case-Methodik dabei unterstützt, systemübergreifende (Interoperabilitäts-) Anforderungen zu identifizieren und zu harmonisieren, trägt der korrekte Einsatz zwar zur lokalen Interoperabilität der untersuchten Systeme bei, verhindert jedoch nicht die Entwicklung von proprietären Lösungen. So kann prinzipiell derselbe Anwendungsfall in unterschiedlichen Projekten oder Initiativen von unterschiedlichen Akteuren unterschiedlich implementiert werden, was letztlich zu global nicht-interoperablen Lösungen führt. Denn die IEC 62559 Use Case-Methodik allein erlaubt „lediglich“ den direkten Vergleich zweier vorliegender und mittels des IEC 62559-2 Use Case-Template dokumentierter Anwendungsfälle; nicht aber den Vergleich innerhalb einer Domäne etablierter Standards. Das Problem ist daher, eine Menge von Sichten auf eine technische Lösung in einer geeigneten Form zur Verfügung zu stellen, um somit die Stakeholder zielgerichtet diskutieren zu lassen.
Lösungsansatz	Eine der Eigenschaften, die das SGAM-Framework zu einem mächtigen Werkzeug macht, ist die Fähigkeit der Domänen und Zonen, als sogenanntes Reference Designation System (RDS) zu fungieren. Als RDS kann das allgemeine Wissen einer gegebenen Domäne entsprechend den Domänen und Zonen des jeweiligen RDS verortet werden, die als Referenz dienen, um das Domänenwissen auf das Use Case-spezifische Wissen abzubilden und so durch Kombination neues Wissen abzuleiten. Dieser Ansatz wurde in DESIGNETZ zur Entwicklung eines sogenannten SGAM-KPI-Dashboards als ein semi-automatisiertes Analysewerkzeug sowie in enera zur Entwicklung von Bewertungs- bzw. Evaluationskriterien von Smart Grid-Architekturen herangezogen und weiterentwickelt.
Einordnung der Blaupause	Detail-Blaupause zu „Anforderungsmanagement und Architekturbeschreibung in verteilten Systemlandschaften“
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	 <p>Verkaufsmuster/-prototyp liegt vor und erfüllt alle Anforderungen der Endanwendung.</p>
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungshilfe SGAM ■ Anwendungshilfe SGAM ■ Konzeption und Entwicklung eines SGAM-KPI-Dashboards ■ Use Case- und SGAM basierte Architekturanalyse ■ Prototypische Entwicklung eines kollaborativen SGAM- Modellierungstools <p>Die Anwendung der SGAM-Methodik war eine Anforderung der SINTEG-Ausschreibung.</p>
Innovationsgehalt	Auf der einen Seite trägt die SGAM-Methodik als international etablierter Standard dazu bei, die in SGAM dokumentierten Architekturen und Lösungen der SINTEG-Schaufenster nach außen zu tragen. Auf der anderen Seite wurden neuartige Werkzeuge für weiterführende Analysen ebendieser Architekturen und Lösungen entwickelt, welche zukünftige Initiativen sowohl bei Design-Entscheidungen als auch der Anforderungserhebung unterstützen und somit nachhaltig zur Qualitätssicherung beitragen können.
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Die Anwendung des Smart Grid Architektur Modells basiert auf der Erarbeitung von Use Cases (siehe Detail-Blaupause 4.1 „Anwendung der IEC 62559 Use Case-Methodik“). Als Bedingung für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit gilt das Etablieren einer Kultur zum Architekturmanagement.

HINTERGRUND

Mit dem Hauptaugenmerk auf der Verbesserung der Standardisierungsaktivitäten – und damit auf der Verbesserung der Interoperabilität zwischen den verschiedenen Systemen der elektrischen Energieversorgung – verbindet das SGAM-Framework die verschiedenen Domänen der Energiewertschöpfungskette (basierend auf dem NIST-Konzeptmodell) mit den verschiedenen Zonen des Energiemanagements (basierend auf der Automatisierungspyramide gemäß IEC 62264). Durch die Kombination der Domänen und Zonen des elektrischen Energiesystems ist die resultierende SGAM-Plane (das Raster der Domänen und Zonen) in der Lage, die gesamte Kommunikationsinfrastruktur eines Use Cases abzubilden, was eine systemorientierte und holistische Betrachtung der einzelnen Komponenten des Smart Grid und damit eine Analyse der Gesamtarchitektur ermöglicht. Zusätzlich wird die SGAM-Plane um verschiedene Perspektiven, die sogenannten Interoperabilitätsschichten (basierend auf dem GWAC-Stack [7]), erweitert, die in einer dreidimensionalen Darstellung konsolidiert werden, wie in Abbildung 12 dargestellt.

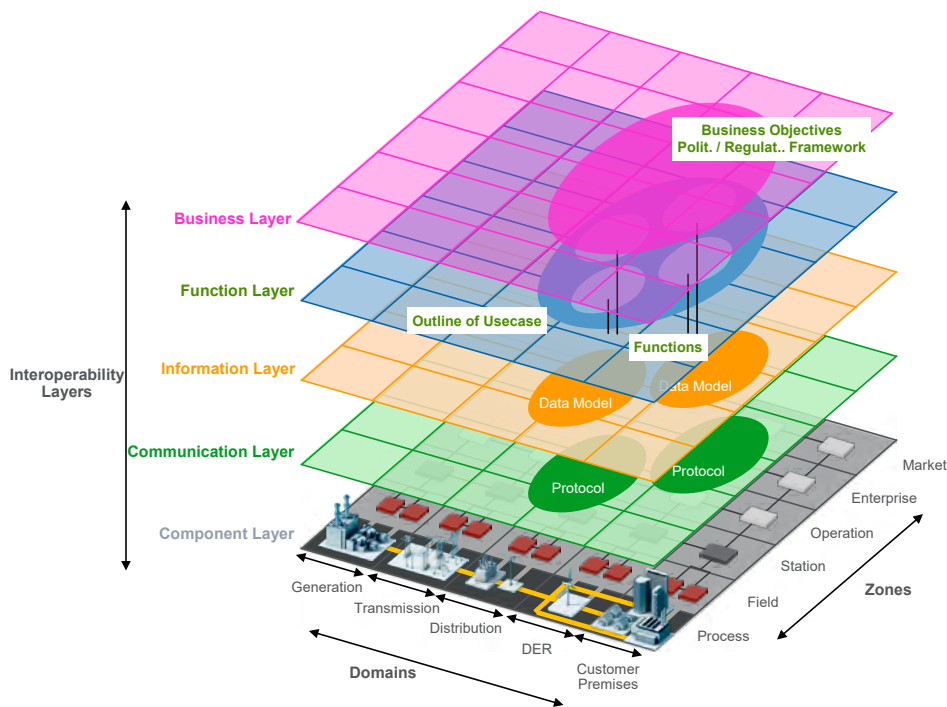


Abbildung 12: Das Smart Grid Architecture Model (SGAM)-Rahmenwerk (vgl. SG-CG/RA, 2012)

Durch die Darstellung der informationstechnischen Interaktionen zwischen den einzelnen Komponenten eignet sich das SGAM insbesondere zur Darstellung und Analyse der gesamten High Level-Architektur. So können Informationen auf eine effiziente und verwertbare Art und Weise ausgetauscht und die Zusammenarbeit von Systemen, Akteuren, Rollen, Organisationen und Komponenten nachhaltig optimiert werden.

PROBLEMSTELLUNG

Wird das Energiesystem im großen Ganzen betrachtet, lässt sich aufgrund der parallelen Entwicklung von einer Vielzahl von Smart Grid-Komponenten beobachten, dass die Fragestellung nach einer übergeordneten Standardisierung und Interoperabilität zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Obwohl die in Detail-Blaupause 4.1 „Anwendung der IEC 62559 Use Case-Methodik“ vorgestellte Methodik zwar einen effektiven Ansatz zur Identifizierung und Harmonisierung von Schnittstellen liefert, verhindert diese zunächst nicht die Entwicklung proprietärer Lösungen. So analysiert die IEC 62559 Use Case-Methodik allein lediglich die Use Case-spezifischen Interoperabilitätsanforderungen zwischen zwei interagierenden Systemen bzw. Anwendungsfällen, nicht aber die Compliance zu allgemein geltenden Standards. So können vielzählige proprietäre Lösungen entwickelt werden, die zwar im jeweiligen Projektkontext einwandfrei funktionieren, jedoch im übergeordneten Energiesystem weiterhin nicht interoperabel sind (vergleiche das SMGW als nationale Lösung im europäischen Kontext) und de facto einem *Vendor Lock-in* unterliegen.

Um dieses Problem zu adressieren, legt die SG-CG/RA (IEC TC 57) drei Kernanforderungen an ein zu diesem Zweck notwendiges Referenzmodell an:

1. die Sicherstellung, dass alle Interessensgruppen angemessen repräsentiert werden,
2. die Definition eines architektonischen Rahmens, der durch eine gewisse Abstraktion der Schnittstellen eine Vielzahl verschiedener technologischer Ansätze unterstützt, die den individuellen Anforderungen der verschiedenen Stakeholder entsprechen (z. B. Arten der Fernkommunikation)
3. die Bereitstellung einer Methodik, die es den Nutzern des Architekturmodells ermöglicht, es auf eine Vielzahl von Anwendungsfällen anzuwenden, sodass es insbesondere einen Leitfaden für die Analyse potenzieller Implementierungsszenarien sowie der Identifizierung von Bereichen möglicher mangelnder Interoperabilität (z. B. fehlende Standards) bietet.

LÖSUNGSANSATZ

Das SGAM als ein sogenanntes Reference Designation System (RDS) ermöglicht es, das allgemeine Domänenwissen einer gegebenen Domäne nach den Domänen und Zonen des jeweiligen RDS zu verorten und dieses als Referenz heranzuziehen. Somit wird das allgemeine Domänenwissen auf das Use Case-spezifische Wissen abgebildet und somit übergeordnete Anforderungen an die IT-Sicherheit, Standardisierung sowie Interoperabilität identifiziert. Zu diesem Zweck existieren im Energiebereich bereits Referenzwerke für:

- Smart Grid Information Security (SGIS) für Informationssicherheit,
- Confidentiality, Integrity and Availability (CIA)-Anforderungen der NISTIR 7628 und dessen Logical Interface Categories (LIC)
- Seamless Integration Architecture (SIA) für Standardisierung und Interoperabilität.

Abbildung 13 bildet exemplarisch die SIA ab. Wie dieser Abbildung zu entnehmen ist, werden die im Energiesystem etablierten technischen Standards den für sie geltenden Domänen und Zonen zugeordnet. Wird nun ein auf einem Anwendungsfall basierendes SGAM-Modell erstellt, lassen sich für die unterschiedlichen Komponenten die empfohlenen jeweiligen Domänenstandards auf direktem Weg ableiten (sogenannte Smart Grid Mapping Tools). So dient auch das SIA als eine Referenzarchitektur, welche durch den Einsatz des SGAM-Rahmenwerks als ein Leitmechanismus bzw. einer Orientierungshilfe für alle am Smart Grid agierenden Akteure verstanden werden kann und zu einer Entkopplung von proprietären Lösungen beiträgt.

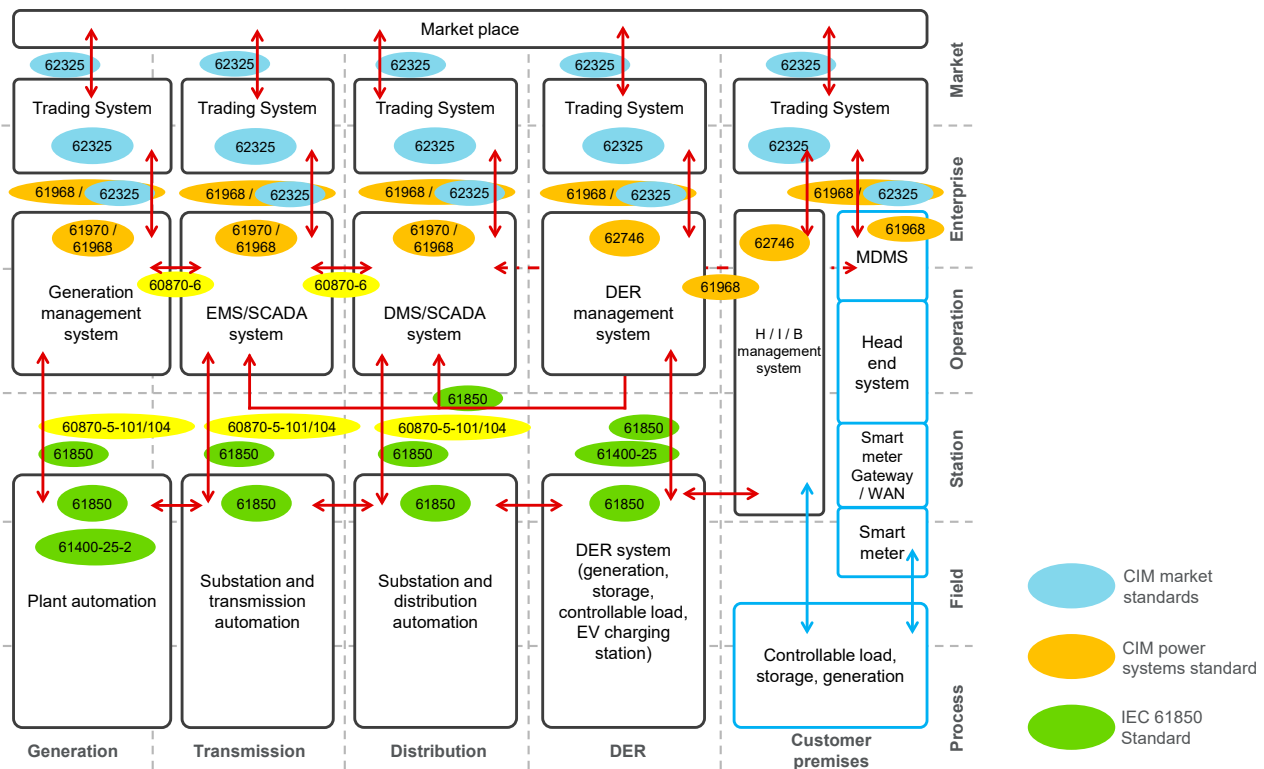


Abbildung 13 Seamless Integration Architecture (vgl. IEC 62357-1)

ERFAHRUNGEN UND ERGEBNISSE DER SCHAUFENSTER

Obwohl das Smart Grid Architecture Model (SGAM)-Framework sich erfolgreich als ein Standard in der Energiedomäne (IEC 63200) etablieren konnte, stellte sich die praktische Anwendung des Frameworks trotz (Experten-) Schulungen in nationalen Projekten noch zumeist als eine Herausforderung heraus, da eine neue Methodik im Projektgeschehen erlernt werden musste.

Die Erfahrung der Schaufenster zeigt, dass sich dies im Wesentlichen darauf zurückführen lässt, dass sich die Anwendungsbereiche des SGAMs seit seiner Einführung 2013 vielseitig weiterentwickelt haben (vgl. FFE, 2021). Während das SGAM-Framework ursprünglich als ein Werkzeug zur Standardisierung und Normierung innerhalb der Energiedomäne entwickelt wurde, konnte sich dieses aufgrund der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten als ein Werkzeug des praxisorientierten, modellbasierten Systems Engineering etablieren. Diese Entwicklung führt jedoch zu ebenso vielfältigen Missverständnissen sowie falschen Erwartungshaltungen. Infolgedessen wird das SGAM-Framework (insbesondere beim Erstkontakt) oftmals u. a. als „akademisches Werkzeug“ ohne praktischen Bezug (trotz seines ursprünglichen, komplett auf Nutzen ausgerichteten Entwurfs) erachtet.