

2.2 Blaupause 1: Aufbau einer sicheren und echtzeitfähigen Kommunikationsinfrastruktur

Blaupause	
Zielgruppen	VNB, Aggregatoren, Mehrwertdienstebetreiber
Ausgangslage und Problemstellung	<p>Die nachhaltige, wirtschaftliche und effiziente Umsetzung der dezentralen Anwendungsfälle ist nur möglich, wenn sichere und leistungsstarke Kommunikationsanbindungen bei den Anlagen und Gebäuden vor Ort zur Verfügung stehen.</p> <p>Je nach vorhandener Infrastruktur, Besiedlungsdichte und Anforderungen an die IKT der jeweiligen Region sind unterschiedliche Wide Area Network (WAN)-Technologien auf Basis von Mobilfunktechnologien oder kabelgebundene Kommunikationstechnologien zur Anbindung des iMSys geeignet. Probleme sind insbesondere in der Anbindung im Gewerk, den unterschiedlichen Kommunikationswegen und Möglichkeiten aufgrund geografischer oder topologischer Lage sowie mangelnder Erfahrungen mit der neuen Technologie zu sehen, da im Besonderen Inkonsistenzen der einzelnen Komponenten erst im erfolgreichen Gesamtsystembetrieb sichtbar werden. So ist auch die Erstellung einer Rollout-Strategie ein eher komplexes Unterfangen, welches sich vor allem dadurch auszeichnet, dass mehrere Themenbereiche, die sich gegenseitig beeinflussen, gleichzeitig bewertet werden müssen.</p>
Lösungsansatz	<p>In SINTEG wurden vielfältige Einzelaspekte bzw. -komponenten einer sicheren und echtzeitfähigen Kommunikationsinfrastruktur untersucht, realisiert und erprobt. Diese umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Die Entwicklung und Erprobung von standardisierten Integrationskomponenten wie bspw. die Schnittstellenbox innerhalb von DESIGNETZ sowie der digitale Netzanschluss innerhalb von C/sells als sichere Entry-Points. ■ Die Entwicklung und Erprobung dezentraler Kommunikationsinfrastrukturen wie bspw. das Energy Gateway innerhalb von DESIGNETZ. ■ Die Analyse und Auswertung unterschiedlicher Übertragungstechnologien wie bspw. WLAN, LTE und CDMA-450 und dessen Tauglichkeit für unterschiedliche geografische oder topologische Szenarien und dessen Potenzial für optimierte Rollout-Strategien.
Einordnung der Blaupause	Blaupause in der Kategorie „Digitalisierung als Enabler“
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	 <p>iMSys und SMGW nach erfolgreichem Rollout</p>
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Digitaler Netzanschluss mittels EEBUS ■ Infrastruktur Informationssystem (IIS) </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Entwicklung und Bereitstellung einer Demonstrator-schnittstellebox ■ Energy Gateway </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Herstellung digitaler Konnektivität (Vorgehensplanung für ein Rollout von iMSys) </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ Kommunikationsinfrastruktur an Batteriesystemen zur flexiblen Blindleistungbereitstellung </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ■ SMGW-Infrastruktur: „Strompager“ </div> </div>
Innovationsgehalt	Die Konzepte und die Nachweisführung der Machbarkeit der dadurch ermöglichten Energiesystem-Lösungen konnten erstmals großflächig und unter realen Einsatzbedingungen erprobt und demonstriert werden.
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Zur Umsetzung der Blaupause wird ein großflächiger Rollout von intelligenten Messeinrichtungen benötigt. Des Weiteren muss die jeweilige Region mit einer Kommunikationsinfrastruktur abgedeckt sein, welche die geografische Struktur der Verteilnetzgebiete angemessen adressiert.

HINTERGRUND

Die wirtschaftliche, nachhaltige und effiziente Umsetzung der dezentralen Anwendungsfälle (z. B. TAF über Gateway und CLS Schnittstelle) ist nur möglich, wenn sichere und leistungsstarke Kommunikationsanbindungen bei den Anlagen und Gebäuden vor Ort zur Verfügung stehen.

Da das Energiesystem eine kritische Infrastruktur ist, rücken im Rahmen der Vernetzung der bis dato isolierten Systeme im Gewerk zusätzliche nicht-funktionale Anforderungen wie die IT-Sicherheit in den Vordergrund. So konzentriert sich das MsbG bzw. das GDEW beispielsweise auf den IKT-Unterbau des Energiesystems und insbesondere die kommunikationstechnischen Anforderungen. Mit dem großflächigen Einbau von intelligenten Mess- und Steuerungseinrichtungen wird es ermöglicht, die vorhandenen Flexibilitätspotenziale feingranular zu erfassen, zu analysieren, zu einzuplanen und letztlich anzusteuern.

Im Rahmen des MsbG, als Teil des GDEW, wurde der Rollout von iMSys, bestehend aus einem intelligenten Stromzähler (genannt: moderne Messeinrichtung) und einem hochsicheren Kommunikationsgateway, einem sogenannten Smart Meter Gateway (SMGW), für Endkundinnen und -kunden die einen jährlichen Stromverbrauch von über 6.000 kWh bzw. Anlagenbetreiber mit einer Einspeiseleistung von mehr als 7 kW_{peak} sowie Verbraucherinnen und Verbraucher, die ein verringertes Netzentgelt für eine steuerbare Verbrauchseinrichtung vereinbart haben, gemäß der Preisobergrenze vorgeschrieben (sogenannte Pflichteinbaufälle).

PROBLEMSTELLUNG UND HEMMNISSE

Diese Pflichteinbaufälle sollten gemäß der ursprünglichen Planung spätestens ab 2020 mit einem iMSys ausgestattet sein. Diese Ausgangssituation bildete je nach Rollout-Strategie der VNB Fixpunkte für die eigene Planung.

Jedoch konnte der Einsatz der im GDEW vorgesehenen iMSys aufgrund der Verzögerungen im Rollout im Feld bisher nicht getestet werden. So waren zum Start der SINTEG-Projektlaufzeit keine zertifizierten SMGW oder zertifizierten Steuerboxen am Markt verfügbar und kamen in den Schaufenstern erst mit Verzögerung zum Einsatz. Folglich ist ein großes Hemmnis zur Verwendung intelligenter Ansätze der Netzführung die bisweilen fehlenden Messdaten und unzureichend genauen Prognosen der Einspeisung und des Verbrauchs in Niederspannung und Mittelspannung bei den VNB: Für die Niederspannungsebene liegen in der Regel keine Messdaten vor, für die Mittelspannungsnetze nur eingeschränkt. Der Nutzen weiterer Messdaten wurde bzw. wird in vielen Forschungs- und Entwicklungsprojekten (FuE) untersucht, doch sind noch viele Fragen im praktischen Bereich offen, z. B. wo Messeinrichtungen technisch und ökonomisch effizient einzusetzen sind oder welche Anforderungen an die Kommunikation gestellt werden müssen.

Darüber hinaus ist ein großflächiger Rollout, der initiale technische Betrieb sowie die Aufsetzung einer Infrastruktur ohne Vorerfahrungen mit dieser Technologie als Hemmnis zu werten. So kommt es darauf an, die verschiedenen Typen von Netzen zu ermitteln und im entsprechenden Kontext zu betrachten. Wird die Studienlandschaft zum Thema Netztypen analysiert, lässt sich erkennen, dass verschiedene Arten von (Verteil-)Netzen existieren und diese Unterschiede bzgl. Vermaschung, Lasten, Erzeugern und Fläche aufweisen und infolgedessen auch im Netzbetrieb unterschiedlich zu behandeln sind. Bedingt durch den Unterschied im operativen Betrieb ist auch der Aspekt Kommunikationsinfrastruktur im Einzelfall zu betrachten. Es existieren zahlreiche Basistechnologien, die je nach Region unterschiedlich

gut geeignet sind, aber unterschiedliche Qualitätseigenschaften aufweisen (z. B. LTE, Power-Line, IP, ...). Diese Anbindung der einzelnen iMSys wurde in den SINTEG-Schaufenstern auf unterschiedliche Arten durchgeführt.

IN SINTEG AUFGEZEIGTE LÖSUNGSANSÄTZE UND ERKENNTNISSE

Die fünf SINTEG-Schaufenster haben sich mit den unterschiedlichsten Aspekten bzgl. des Aufbaus einer sicheren und echtzeitfähigen Kommunikationsinfrastruktur befasst.

Das Schaufenster **enera** analysierte in einem Arbeitspaket für „IKT-Infrastruktur und Rollout intelligente Messsysteme“ die Erfolgsfaktoren von großflächigen Rollout-Strategien für iMSys unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Modellnetzklassen bzw. -typen. Denn je nach vorhandener Infrastruktur, Besiedlungsdichte und Anforderungen an die IKT in der Modellregion, kommen für die kommunikationstechnische Anbindung der iMSys unterschiedliche Wide-Area-Network (WAN)-Technologien, basierend auf Mobilfunktechnologien oder kabelgebundenen Kommunikationstechnologien, infrage. So wurde in enera eine Übersicht und eine Bewertung von möglichen Technologien im Hinblick auf die Eignung für den Einsatz im Smart Grid erstellt und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen der Modellnetzklassen in einen Leitfaden überführt (vgl. enera, 2021b).

Das Schaufenster **DESIGNETZ** befasste sich mit der Konzeption, Entwicklung und Bereitstellung von Schnittstellenboxen als Gateway zum sogenannten Energy Gateway (siehe Detail-Blaupause 1.1 „Energy Gateway“) bzw. letztlich zum Energiemarkt. Die Schnittstellenbox wurde zur einheitlichen Anbindung bzw. Kommunikation zwischen Anlagenbetreibern und der Datenkaskade entwickelt und dient als eine Middleware bzw. als ein sicherer Entry Point zum Energy Gateway. Dies erlaubt es, heterogene Systeme auf eine homogene Art und Weise zu integrieren und die Komplexität zu reduzieren, ohne dabei die Sicherheit zu reduzieren. Die Schnittstellenbox kommuniziert auf Basis des IEC 60870-104-Protokolls mit einem sogenannten M2M-Gateway, welches die eingehende Kommunikation in ein OPC UA-Protokoll übersetzt. Diese Übersetzung dient der effizienten Kommunikation zwischen den einzelnen Datenknoten des Energy Gateways.

Das Schaufenster **C/sells** befasste sich mit der Entwicklung eines sogenannten digitalen Netzanschlusses (siehe Detail-Blaupause 1.2 „Digitaler Netzanschluss“) als einer auf Standards basierenden Lösung für die interoperable und durchgängige Steuerung von Liegenschaften mit SMGWs, digitaler Steuerbox des Netzbetreibers und mit lokalem EMS im Gebäude.

In der C/sells Demonstrationszelle „Autonomie Lab in Leimen“ wurde eine der ersten verfügbaren Steuerboxen nach dem FNN-Standard, inklusive der digitalen EEBUS-Schnittstelle zusammen mit einem SMGW, einem Energiemanagementsystem sowie einer Wallbox erprobt. Die Kommunikation zwischen den beteiligten Komponenten basierte dabei auf der durch C/sells mitgestalteten VDE-AR-E 2829-6, einer Anwendungsregel für die Kommunikation am Netzanschlusspunkt, welche der EEBUS-Spezifikationen zugrunde liegt (vgl. Kießling, 2020a).

2.2.1 DETAIL-BLAUPAUSE 1.1: ENERGY GATEWAY

Detail-Blaupause	
Zielgruppen	VNB, VK-Betreiber / Aggregatoren, Prosumer, Flexumer
Ausgangslage und Problemstellung	Um dezentrale Flexibilitäten nachhaltig, wirtschaftlich und effizient nutzen zu können, bedarf es einer sicheren und leistungsstarken Kommunikationsanbindung bei den Anlagen und Gebäuden vor Ort. Dabei sind im Besonderen die Anbindung im Gewerk, die unterschiedlichen Kommunikationswege und Möglichkeiten aufgrund geografischer oder topologischer Lage von Interesse.
Lösungsansatz	Mit dem Energy Gateway wurde für das Flexibilitätsmonitoring ein eigenes IKT-System entwickelt, das in DESIGNETZ als dezentrale Datendrehscheibe Angebot und Nachfrage von Flexibilität lokal, regional und überregional erfasst und zwischen Netzbetreibern, Service Providern und zukünftigen Marktakteuren über Zonen mit unterschiedlichem Schutzbedarf und entsprechenden Schutzmaßnahmen koordiniert. Mit der Freischaltung der 450-MHz-Netze für Zwecke der Energieversorgung steht hierfür eine sichere und praktikable Lösung für die netzweite Kommunikation zur Verfügung, was in DESIGNETZ erprobt und belegt werden konnte.
Einordnung der Blaupause	Detail-Blaupause zu Blaupause 1 „Aufbau einer sicheren und echtzeitfähigen Kommunikationsinfrastruktur“. Diese Detail-Blaupause ist eine in DESIGNETZ erprobte Kernkomponente eines kaskadierten Energiesystems (siehe auch Detail-Blaupause 5.1 „Kaskadiertes Energiesystem“).
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	 Prototyp mit systemrelevanten Eigenschaften existiert und wird im Betriebsumfeld getestet
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	 ■ Energy Gateway
Innovationsgehalt	Der Lösungsansatz der kaskadierten Datenknoten konnte im SINTEG-Förderprogramm erstmals großflächig realisiert und unter realen Bedingungen sowie nachweislichen IT-Sicherheitsniveaus erprobt werden.
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Für die Umsetzung des Energy Gateways müssen die entsprechenden Frequenzen der netzweiten Kommunikation zur Verfügung stehen. Darüber hinaus müssen die technischen Protokolle für die Kommunikation verfügbar und die zugrundeliegenden Schnittstellen fachlich definiert sein.

Das Energy Gateway fungiert im Wesentlichen als dezentrale und sichere Kommunikationsinfrastruktur, welche den Transport zwischen den verschiedenen Anlagen, Anwendungen und Daten sowie die korrekte Konvertierung zwischen den jeweiligen Kommunikationsprotokollen sicherstellt und auf diese Weise alle Teilsysteme zu einem Gesamtsystem verbindet. So lag auch der Fokus des Energy Gateways insbesondere darin, ein IKT-Architekturkonzept zu entwickeln, das bidirektionale Datenflüsse zwischen dem öffentlichen Internet und Prozessdatennetzen von kritischen Infrastrukturbetreibern in unterschiedlichen Datenprotokollen ermöglicht (vgl. DESIGNETZ, 2021a). Zu diesem Zweck *abstrahiert* das Energy Gateway den lokalen, regionalen und überregionalen Datenknoten bzw. die kaskadierte Kommunikation (Datenkaskade) zwischen den Datennetzen zu einer vereinheitlichten Kommunikationskomponente. Diese Kommunikationskomponente führt dann beispielsweise zur Sicherstellung der Datenintegrität Prüfroutinen oder Plausibilitätskontrollen durch (vgl. DESIGNETZ, 2021b).

Zur Realisierung der Datenkaskade wurden sowohl neue Standards und Technologien, wie OPC UA und Virtualisierung bzw. Containerisierung, als auch klassische Kommunikationspro-

tokolle, wie IEC 60870-5-104, eingesetzt. Zu diesem Zweck wurde ein OPC UA-Server-Konzept realisiert, welcher unterschiedliche Konverter, beispielsweise für die Kommunikation mit den Standards OPC UA, IEC 60870-5-104 und REST gemäß Open API-Spezifikation untereinander, bereitstellt.

Ein Aufbau von Datenknoten über drei Ebenen, die von der lokalen über eine regionale bis hin zur überregionalen Ebene kommunikationstechnisch miteinander verbunden sind, trägt der notwendigen Dezentralität der (Gesamt-) Lösung Rechnung. Die zum Teil unterschiedlichen Anforderungen aus den Schutzbedarfen der unterschiedlichen Ebenen wurden durch eine Segmentierung der Bereiche in „public“ und „private“ abgebildet (vgl. DESIGNETZ, 2021b).

Für eine sichere Datenkommunikation zwischen dem private- und dem public-Bereich wurde eine OPC UA-Bridge als eine sogenannte Demilitarisierte Zone (DMZ) mit vollständiger TCP/IP-Entkopplung entwickelt, die den Datenaustausch parametrierbar in bidirektionale, als auch in die festgelegte unidirektionale Richtung, zwischen der lokalen und regionalen Ebene ermöglicht. Die DMZ besteht dabei aus virtuellen Maschinen und OPC UA-Clients, die durch eine Vermittlungsschicht (OPC UA-Bridge) vollständig voneinander getrennt sind. Neben Messwerten und Daten zur Energiesteuerung (Flexibilitäten) sind dies auch Log-Daten oder Wetterdaten. Dabei übernimmt die lokale Ebene, die dem Schutzbedarf „private“ zugeordnet ist, insbesondere die dezentrale Erstverarbeitung von Daten und Funktionen. Lokale Mehrwertfunktionen, wie bspw. die Demonstratorsteuerungen, werden auf lokalen Datenknoten implementiert. In den regionalen und überregionalen Datenknotenebenen, die dem Schutzbedarf „public“ zugeordnet sind, wurde eine Daten- und Dienstplattform (siehe Detail-Blaupause 2.2 „Integrierte Daten- und Dienstplattform“) realisiert. Diese bietet aufgrund ihrer Modularität die Möglichkeit einer bedarfsorientierten Ausgestaltung mit Basis-Diensten für Grundfunktionalitäten, wie etwa Datenverwaltung und einfache Ergänzungsmöglichkeiten für aktuelle und zukünftige Mehrwertdienste und Funktionalitäten.

2.2.2 DETAIL-BLAUPAUSE 1.2: DIGITALER NETZANSCHLUSS

Detail-Blaupause	
Zielgruppen Blaupause	Aggregatoren, Immobilieneigentümer, VNB und VK-Betreiber, EMS-Entwickler
Ausgangslage und Problemstellung	<p>Der §14a des EnWG fordert für steuerbare Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannung, für die eine netzdienliche Steuerung mit dem Netzbetreiber vorgesehen ist, ein reduziertes Netzentgelt. Die Realisierung dieser Forderung erfordert eine standardisierte, sichere und leistungsstarke Kommunikationsanbindung.</p> <p>Indem unterschiedliche Liegenschaften bzw. dessen Verbrauchseinrichtungen jedoch auch über unterschiedliche Infrastrukturen sowie über unterschiedliche (zur Verfügung stehende) Technologien zur Kommunikationsanbindung im Gewerk vor Ort verfügen, stellt infolgedessen die netzdienliche sowie IKT-technische Integration der heterogenen Komponenten zumeist ein komplexes Unterfangen dar.</p>
Lösungsansatz	<p>Im Rahmen des Förderprojektes C/sells zeigten die Projektpartner eine mögliche Lösung für die Praxis zu den aktuellen Erweiterungen des §14a des EnWG. Der digitale Netzanschluss und das autonome Energiemanagement bilden dabei eine Lösung für die interoperable durchgängige Steuerung einer Liegenschaft mit Smart Meter Gateway (SMGW), digitaler Steuerbox des Netzbetreibers und lokalem EMS im Gebäude.</p> <p>Der digitale Netzanschluss und das autonome Energiemanagement sollen dabei Netzbetreibern die Möglichkeit zur flexiblen Netzführung im Niederspannungsbereich unter den Bedingungen dezentraler Stromerzeugung bieten. Vorgaben zu Leistungsflüssen können vom Netzbetreiber über Plattformen zur Koordination der Energiemarktteilnehmer an den digitalen Netzanschluss von Liegenschaften übersendet werden. An der Steuerbox endet der Verantwortungsbereich des Netzbetreibers mit der Übergabe von (maximalen) Leistungswerten.</p> <p>Das kundenseitige Energiemanagementsystem gewährleistet auf Basis dieser Informationen die maximal beziehbare oder die maximal einzuspeisende Leistung und sorgt für deren Einhaltung. Dazu wird bspw. der Ladestrom eines Elektrofahrzeugs über die Wallbox reduziert oder erhöht.</p>
Einordnung der Blaupause	Detail-Blaupause zu „Aufbau einer sicheren und echtzeitfähigen Kommunikationsinfrastruktur“
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	 <p>Demonstrationsanlage in anwendungsähnlicher Umgebung implementiert.</p>
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Digitaler Netzanschluss <p>Diese Detail-Blaupause wurde in den Demonstratoren „Autonomie Lab Leimen“, „Franklin Quartier“ sowie „Intelligente Wärme München“ erprobt</p>
Innovationsgehalt	C/sells demonstrierte erstmalig die praktische Umsetzbarkeit der Steuerbarkeit von Gebäuden als Netzbetriebsmittel am Netzanschlusspunkt mit dem EEBUS-Standard und der neuen VDE-AR-E 2829-6 als Lösung zu den Erweiterungen des §14a des EnWG.
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Der Einsatz des digitalen Netzanschlusses erfordert eine sichere und stabile Kommunikationsverbindung sowie eine Ansteuerbarkeit des EMS und die Verfügbarkeit eines SMGWA / SMGW / CLS / iMSys Ökosystems vor Ort. Des Weiteren erfordert die Interoperabilität der einzelnen Komponenten für den flächendeckenden Einsatz dieser Blaupause einen hohen Standardisierungsbedarf.

Mittel- bis langfristig ist auf der untersten Netzebene bzw. im Bereich der Niederspannung mit einer großflächigen Integration von zusätzlichen Verbrauchseinrichtungen, wie bspw. Wärmepumpen und E-Fahrzeugen, zu rechnen, so dass Gebäude zu einer aktiven Komponente des elektrischen Energiesystems werden. Jedoch verfügen die unterschiedlichen Liegenschaften bzw. dessen Verbrauchseinrichtungen auch über unterschiedliche Infrastrukturen

sowie über unterschiedliche (zur Verfügung stehende) Technologien zur Kommunikationsanbindung im Gewerk vor Ort, sodass die netzdienliche sowie IKT-technische Integration zu mehreren (technischen) Herausforderungen führt:

- Die netzdienliche und IKT-technische Integration von Verbrauchseinrichtungen ist zumeist ein individuelles und nur eingeschränkt übertragbares Unterfangen, was mit hohen Integrationskosten verbunden ist. Insbesondere bei Mehrparteienhäusern sowie in Gebäuden der Industrie und Gewerbe ist es nur mit Aufwand möglich, Anpassungen an den Zähler-schränken und Unterverteilungen vorzunehmen.
- Die technologische Heterogenität der Verbrauchseinrichtungen bzw. deren (zur Verfügung stehende) Technologien zur Kommunikationsanbindung führt zu einer immensen Schnittstellenkomplexität, was mit hohen Wartungskosten verbunden ist.
- Eine zentrale Schaltung von Einzelanlagen durch Netzbetreiber gerät mit der strompreisgeführten (lokalen) Eigenoptimierung von Liegenschaften an ihre Grenzen.

Der im SINTEG-Schaufenster C/sells erstmals realisierte und erprobte digitale Netzanschluss stellt einen für diese Herausforderungen geeigneten Lösungsansatz dar.¹ Dieser verfolgt das Ziel, die Schnittstelle zwischen dem Netzbetreiber und einem Energiemanagementsystem eines Gebäudes bzw. einer Liegenschaft neu zu denken und gewährleistet im Interesse des sicheren und unterbrechungsfreien Netzbetriebes eine standardisierte, sichere und leistungsstarke Kommunikationsanbindung (vgl. Weigand et al., 2021). Entsprechend stellt der digitale Netzanschluss einen standardisierten Netzanschlusspunkt bereit, welcher es dem Netzbetreiber ermöglicht, eine Liegenschaft als ein aggregiertes Element anzusprechen, anstelle der Verbrauchseinrichtungen als Einzelanlagen, sodass die Komplexität für den Netzbetreiber, aufgrund der reduzierten Anzahl der zu steuernden Komponenten sowie der vereinheitlichten Kommunikationsanbindung, reduziert wird. Zeitgleich bleibt die Eigenoptimierung sowie interne IKT-technische Integration der Liegenschaften durch das lokale Energiemanagementsystem unbeeinträchtigt, sodass die Komplexität dort gelöst wird, wo sie entsteht (vgl. C/sells, 2020a).

Abbildung 9 liefert eine konzeptionelle Übersicht des digitalen Netzanschlusses und beschreibt die daran beteiligten Kommunikations- bzw. Interaktionskomponenten sowie daran beteiligten Standards. Dabei bilden EMS-Gateways in den Gebäuden der Anschlussnutzerinnen bzw. -nutzer jeweils einen Proxy zwischen dem CLS-Netz und lokalen Netzen (LAN, WLAN) und empfangen, über das CLS-Modul, Leistungsbegrenzungsdaten (Plim). Die Kommunikation des digitalen Netzanschlusses erfolgt gemäß der ebenfalls in C/sells mitgestalteten VDE 2829–6, einer Anwendungsregel für die Kommunikation am Netzanschlusspunkt, welche auf der EEBUS-Spezifikationen und einer Initiative der Stadtwerke München basiert – wobei der IEC 61850-Standard, durch die Steuerbox, in den EEBUS-Standard „übersetzt“ wird (vgl. Kießling, 2020a). So umfasst die „Einrichtung“ eines digitalen Netzanschlusses bei Anschlussnehmerinnen und -nehmern im Kern folgende Komponenten:

- Ein WAN-Router des VNB, um einen Kommunikationszugang zum Netzanschluss für alle Anschlussnutzerinnen und -nutzer bereitzustellen, wobei der Kommunikationszugang, z. B. über Glasfaser, DSL, Kabel, im öffentlichen Netz oder als private Leistung des VNB bestehen kann.

¹ Im Synthesebericht des Synthesefeldes 1 (Flexibilitätspotenziale und Sektorkopplung) wird der Digitale Netzanschluss aus energiewirtschaftlicher Sicht betrachtet.

- Ein SMGW in Verantwortung des vom VNB beauftragten grundzuständigen Messstellenbetriebs mit moderner Messeinrichtung.
- Ein digitales CLS-Modul mit serieller Schnittstelle zur Netztrenneinrichtung sowie Ethernet-Schnittstellen zum erweiterten CLS-Netz zu allen Anschlussnutzerinnen und -nutzern.
- Anlage am Netzanschluss und Akteur zur Netztrennung der Anlage – evtl. mit Wiedersynchronisierung – mit serieller Schnittstelle zum CLS-Modul.

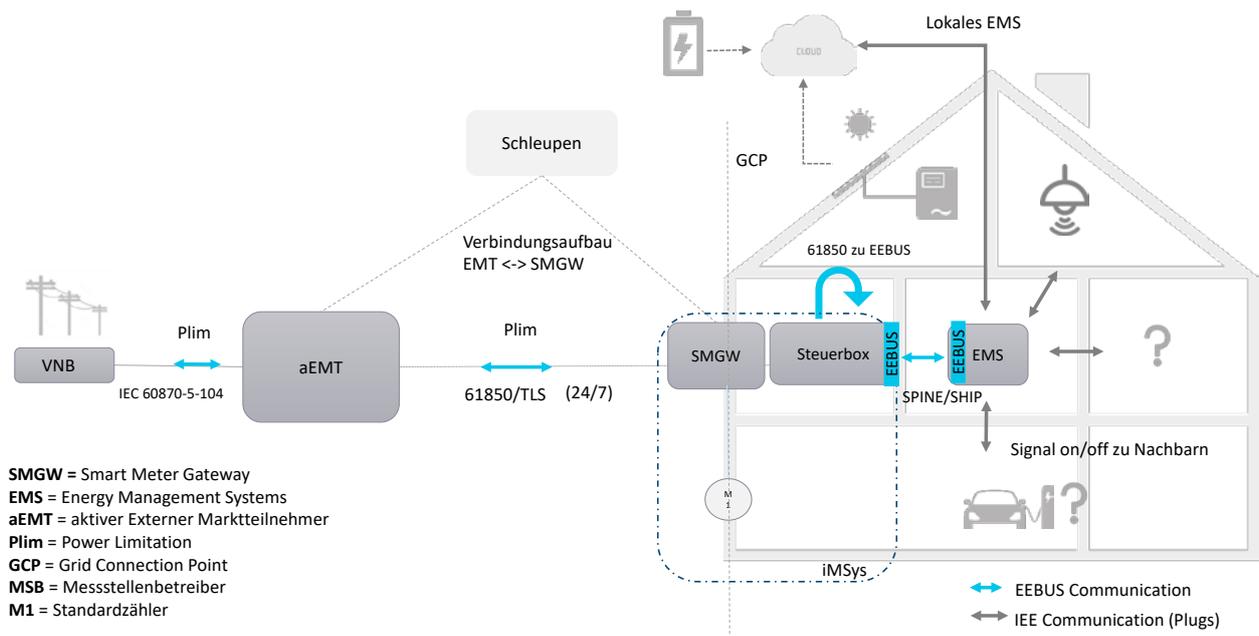


Abbildung 9 Systemarchitektur des digitalen Netzanschlusses (vgl. Kießling, 2020a; EEBUS, 2021b)

Der EEBUS beschreibt dabei im Auftrag der Industrie eine auf Standards und Normen basierende Schnittstelle zur Vernetzung hinter dem Netzanschluss und ermöglicht auf diese Weise ein Last- und Tarifmanagement am Übergabepunkt zum Gebäude. Zusammen mit dem EEBUS-Datenmodell SPINE (Smart Premises Interoperable Neutral-Message Exchange) dem standardisierte Transportprotokoll SHIP (Smart Home IP) erlaubt es der EEBUS den Interoperabilitätsstack nach SGAM vollumfänglich zu spezifizieren (vgl. EEBUS, 2021a). Zusammenfassend liefert der digitale Netzanschluss sowie seine zugrundeliegenden Standards einen hoch strukturierten, standardisierten sowie sicheren Eingangspunkt zur Ansteuerung von Anlagen hinter dem Netzanschlusspunkt, welcher dabei unterstützt, die zunehmende (System-) Komplexität auch in Zukunft handhabbar zu gestalten.