



# TUM

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
INSTITUT FÜR INFORMATIK

## Die E-Energy Referenzarchitektur

Maximilian Irlbeck, Vasileios Koutsoumpas

TUM-I1523



# DIE E-ENERGY REFERENZARCHITEKTUR

EINE VISION FÜR EIN SMART ENERGY SYSTEM MADE IN GERMANY.

MAXIMILIAN IRLBECK, VASILEIOS KOUTSOUMPAS

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

E-ENERGY BEGLEITFORSCHUNG, BEREICH INFORMATIONEN- UND  
KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE

## IMPRESSUM

### **Herausgeber:**

Technische Universität München, Fakultät für Informatik  
Software- and Systems Engineering Research Group, Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy  
Boltzmannstraße 3, D-85748 Garching  
<http://www4.informatik.tu-muenchen.de/>

### **Verfasst von:**

Maximilian Irlbeck, Dipl.-Inf. (Univ.), [irlbeck@in.tum.de](mailto:irlbeck@in.tum.de)  
Vasileios Koutsoumpas, Dipl.-Ing. (Univ.), [koutsoum@in.tum.de](mailto:koutsoum@in.tum.de)

### **Stand:**

15. Juni 2015

Dieser Technische Bericht ist ein aktualisierter Fassung eines Kapitels des *Abschlussberichts der E-Energy IKT Begleitforschung*, der unter <http://www.e-energy.de> verfügbar ist. Der Abschlussbericht wurde 2013 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie durch die Technische Universität München erstellt.



Dieses Dokument einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung ist ohne schriftliche Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Nachdruck, Übersetzung, Mikroverfilmung und die Verarbeitung in elektronischen Systemen, auch bei nur auszugsweiser Verwertung.

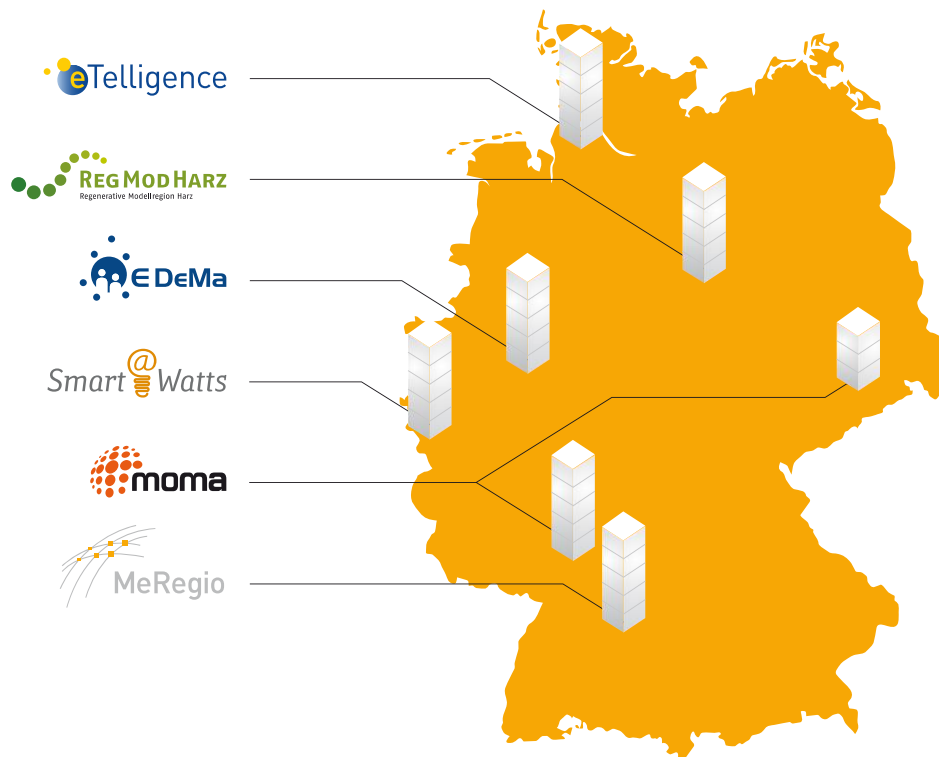
© Technische Universität München, München, Juni 2015

## Zusammenfassung

E-Energy, das bisher größte Smart Grid Förderprojekt in Deutschland, hat in 6 Modellregionen die Zukunft des Energiesystems untersucht. Gegenstand dieses technischen Berichtes ist die Beschreibung einer Modellregion-übergreifender IKT Architekturvorstellung, die **E-Energy Referenzarchitektur**.

Referenzarchitekturen enthalten nachhaltig gesammeltes empirisches Wissen aus Felderfahrungen und Systemarchitekturen und bieten im Allgemeinen eine Vision für die Entwicklung von Systemen. Die E-Energy Referenzarchitektur der Technischen Universität München fasst die **wichtigsten Systemkonzepte der 6 Modellregionen** in einer konsistenten Gesamtarchitektur zusammen.

Ziel der Referenzarchitektur ist es, wiederverwendbares Wissen über eine mögliche Gestaltung des Smart Grids zu vermitteln und **15 zentrale Systeme** wie *Virtuelles Kraftwerk*, *Aggregator* oder *Integrator* und deren Rolle im Smart Grid zu beleuchten. Mittels verschiedener Sichten schildern wir in diesem Bericht eine Vision der Smart Grid Welt, wie sie in E-Energy erforscht und konzipiert wurde.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b><u>EINFÜHRUNG IN DIE ARBEIT DER IKT BEGLEITFORSCHUNG</u></b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b><u>DIE E-ENERGY REFERENZARCHITEKTUR – DIE VISION EINES SMART ENERGY SYSTEMS MADE IN GERMANY</u></b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b><u>METHODISCHE GRUNDLAGEN</u></b>	<b>6</b>
3.1	ZIELSETZUNG	6
3.2	ÜBERBLICK ÜBER DIE VORGEHENSWEISE	7
3.2.1	VORÜBERLEGUNG IN DER SYSTEMMODELLIERUNG	7
3.2.2	TECHNISCHE REALISIERUNG DER SYSTEMMODELLIERUNG	8
3.2.3	DIE ARBEIT AN DER REFERENZARCHITEKTUR	10
<b>4</b>	<b><u>GRUNDLAGEN DER E-ENERGY REFERENZARCHITEKTUR</u></b>	<b>12</b>
4.1	DAS E-ENERGY DOMÄNENMODELL	13
4.2	KOMPATIBILITÄT ZUM SMART GRIDS ARCHITECTURE MODEL (SGAM)	15
4.2.1	WORKING GROUP “REFERENCE ARCHITECTURES” IM MANDAT M490	15
4.2.2	DIE ELEMENTE DES SGAM FRAMEWORKS	16
4.2.3	MAPPING DER E-ENERGY REFERENZARCHITEKTUR AUF SGAM	19
4.3	NOTATION UND KONZEPTION	19
<b>5</b>	<b><u>ÜBERBLICK ÜBER DIE REFERENZARCHITEKTUR</u></b>	<b>22</b>
5.1	DIE 15 E-ENERGY SYSTEME	22
5.2	DIE BLACKBOX ÜBERSICHT	23
<b>6</b>	<b><u>DIE GESAMTSYSTEMSICHT</u></b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b><u>DIE EINZELSYSTEMSICHT</u></b>	<b>25</b>
7.1	HAUSHALTSKUNDE	27
7.2	INDUSTRIE- UND GEWERBEKUNDE	40
7.3	DEZENTRALE ENERGIEANLAGEN	45
7.4	VIRTUELLES KRAFTWERK	51
7.5	ORTSNETZSTATION	57
7.6	UMSPANNWERK	61
7.7	MESSSTELLENBETREIBER	63

---

7.8	ENERGIEMANAGER BETREIBER	68
7.9	INTEGRATOR	72
7.10	SERVICEANBIETER	79
7.11	VORHERSAGEDIENSTLEISTER	83
7.12	VERTEILNETZBETREIBER	85
7.13	LIEFERANT	91
7.14	AGGREGATOR	96
7.15	MARKTPLATZ	102
<b>8</b>	<b>KERNBOTSCHAFTEN UND AUSBLICK</b>	<b>110</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Zielmodell der Referenzarchitektur.....	7
Abbildung 2: Das Evaluationskonzept der Technischen Universität München .....	9
Abbildung 3: Anleitung zum Feedback im iglos System.....	9
Abbildung 4: Prozess zur Bearbeitung in iglos .....	10
Abbildung 5: Schematischer Überblick über die E-Energy Referenzarchitektur .....	12
Abbildung 6: Das E-Energy Domänenmodell .....	13
Abbildung 7: Das European Conceptual Model (Quelle: CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group 2012).....	16
Abbildung 8: Interoperabilität nach SGAM zwischen zwei beliebigen Systemen.....	17
Abbildung 9: Die Gruppierung der GWAC Interoperability Categories in die SGAM Interoperability Layers.....	17
Abbildung 10: Die Smart Grid Plane in SGAM.....	18
Abbildung 11: Das SGAM Framework bestehend aus Interoperability Layern und Smart Grid Plane.....	18
Abbildung 12: Mapping der E-Energy Domänen auf SGAM.....	19
Abbildung 13: Diagramm zur Erklärung der verwendeten Notation in der Referenzarchitektur .....	20



## 1 EINFÜHRUNG IN DIE ARBEIT DER IKT BEGLEITFORSCHUNG

Die **Informations- und Kommunikationstechnologie** (IKT) hat für den Großteil aller Wirtschaftssektoren eine bedeutende Rolle übernommen. Nach Schätzungen der Europäischen Kommission sind Investitionen in diesem Bereich für rund die  **Hälfte des Produktivitätswachstums** der gesamten EU verantwortlich<sup>1</sup>. Die IKT ist als Innovationsmotor für die gesamte Wirtschaft anerkannt, jedoch auch mit hohen Forschungs- und Entwicklungskosten verbunden.

Auch in der Energiewirtschaft wird IKT bereits auf mehreren Ebenen flächendeckend eingesetzt. Sowohl in der Kraftwerkssteuerung, als auch in der Regelung der Übertragungsnetze der Höchst- und Hochspannungsebene finden IKT basierte Systeme Verwendung, um eine gleichbleibende Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Die vermehrte Einspeisung von Energie in das Verteilnetz, sowie die steigende Anzahl erneuerbarer Erzeugungsanlagen machen einen Ausbau des Energienetzes und die Entwicklung neuer Konzepte nötig. Während früher die Aufgabe des Stromnetzes darin bestand, Energie von zentralen Erzeugungsstätten hin zu dezentral verteilten Verbrauchern zu übertragen, ändert sich diese Annahme zukünftig.

Eine wichtige Zukunftsannahme ist die **Zunahme von erneuerbaren Energien** als Erzeuger, um eine erhöhte **Umweltverträglichkeit** des Energiesystems zu realisieren. Die Volatilität<sup>2</sup> erneuerbarer Erzeuger mit einhergehenden Erzeugungsspitzen und -tälern muss in eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung einbezogen werden. Das Angebot an Energie wird künftig von meteorologischen Faktoren wie Wind und Sonnenschein abhängen. Um die Nachfrage an diese Vorgaben auszurichten, Netzüberlastungen zu vermeiden und die Energie sinnvoll auszunutzen und damit für **Wirtschaftlichkeit** zu sorgen, werden IKT Systeme eingesetzt. Ihre Aufgabe in diesem Szenario ist u.a. die intelligente Koordinierung von Verbrauchern, die Realisierung von Märkten als auch die gezielte Ansteuerung von Energiespeichern, um sie in Erzeugungslauten wieder ins Netz einspeisen zu können. Hierzu gehört auch die Ansteuerung bisher passiver Geräte im häuslichen wie im gewerblichen Bereich und die Nutzung von **Verschiebepotentialen** steuerbarer Verbraucher.

Eine weitere Aufgabe zukünftiger Netze ist messtechnisch bedingt. Um gleichbleibende **Versorgungssicherheit** zu gewährleisten, müssen Netzengpässe im Verteilnetz frühzeitig prognostiziert und vermieden werden. Diese Netzengpässe können durch dezentrale Einspeisung

---

<sup>1</sup> siehe [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/index_de.htm), abgerufen am 14.8.2011

<sup>2</sup> Volatilität bezeichnet in der Statistik die Schwankung von Zeitreihen (n. Wikipedia: Volatilität).

in das Verteilnetz als auch durch die zukünftige Integration von lastintensiven Verbrauchern wie Elektromobilen entstehen. Um solche Effekte früher erkennen zu können, ist auch ein Ausbau an Messstellen und Zählern nötig, deren Daten dann zentral ausgewertet werden müssen. Auch in diesem Sektor spielen verschiedene IKT Systeme eine wichtige Rolle, die Mess- und Zählerdaten erfassen, auslesen, speichern und analysieren müssen. Zählerdaten spielen außerdem auch für die Abrechnung (in Form von Vergütung und Kosten) eine wichtige Rolle.

Im gesamten System jedoch muss auch ein Preis für erbrachte Leistungen festgesetzt werden. Diese Leistungen können sehr unterschiedlich definiert und vergütet werden. Preise für Energie wie für andere Leistungen werden an einem **Markt** gebildet, auf dem verschiedene Akteure Gebote einstellen und auf Angebote bieten. Der Markt ermöglicht es, Geschäftsbeziehungen einzelner Akteure zu ermöglichen, diese zu dokumentieren und gegebenenfalls zu analysieren. Dieser Markt wird wiederum durch IKT Systeme realisiert.

IKT wird außerdem dazu eingesetzt, um Verbraucher und Erzeuger in das Smart Grid einzubinden: Smart Metering Daten können über **Feedbacksysteme** aufbereitet und visualisiert werden und somit zum Energiebewusstsein sowie zur Mobilisierung von Flexibilitäten beitragen.

Die IKT kann möglicherweise einen Beitrag leisten, die Kosten für den Netzausbau etwa durch kontinuierliche **Zustandsbestimmung** im Mittel- und Niederspannungsnetz zu verringern.

Das zukünftige Energiesystem, wie es in den 6 Modellregionen von E-Energy untersucht wurde, besteht aus einer **Vielzahl miteinander kommunizierender IKT Systeme**, die durch ihr Zusammenwirken die gesetzten Ziele erreichen sollen. In jeder der Modellregionen wurden, je nach Zielstellung der Region wie auch der Umgebung in der die Systeme entwickelt wurden, unterschiedliche Lösungen realisiert.

In diesen Realisierungsmöglichkeiten existieren jedoch **gemeinsame Bestandteile**, die in jeder oder zumindest mehreren Realisierungen vorhanden sind. Diese Bestandteile zu identifizieren, eine vereinheitlichte Begrifflichkeit für diese Bestandteile herzustellen und deren Beziehungen formal zu erfassen, ist Ziel der IKT Evaluierung, wie sie in diesem Dokument vorgestellt wird.

## 2 DIE E-ENERGY REFERENZARCHITEKTUR – DIE VISION EINES SMART ENERGY SYSTEMS MADE IN GERMANY

*Inhalte dieses Berichtes sowie eventuell daraus entnommene Teile müssen immer unter Angabe folgender Daten veröffentlicht werden.*

<b>Bezeichnung:</b>	<b>E-Energy Referenzarchitektur</b>
<b>Version:</b>	1.0
<b>Veröffentlichungsdatum:</b>	15.11.2013 Aktualisierung: 15.06.2015
<b>Herausgeber:</b>	Technische Universität München Fakultät für Informatik Software- and Systems Engineering Research Group Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy
<b>Autoren:</b>	Maximilian Irlbeck, <a href="mailto:irlbeck@in.tum.de">irlbeck@in.tum.de</a>  Vasileios Koutsoumpas, <a href="mailto:koutsoum@in.tum.de">koutsoum@in.tum.de</a>
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Die E-Energy Referenzarchitektur basiert auf der Arbeit der IKT Begleitforschung im Förderprojekt E-Energy. Sie umfasst eine Sammlung der wichtigsten Konzepte der E-Energy Modellregionen und fasst diese in einer konsistenten Gesamtarchitektur zusammen.
<b>Adressierte Zielgruppen</b>	(System) Architekten in verschiedenen Bereichen des Energiesystems, Energieversorgungsunternehmen und Lieferanten, Standardisierungsorganisationen, (System) Integratoren und Entwickler, Anbieter von Produkten und Dienstleistungen, Regulierer/Gutachter, Akademische Forschung, Netzbetreiber Politische Entscheidungsträger, Endnutzergruppen, Staatliche Einrichtungen, Zertifizierungsorganisationen und Prüfanstalten, Industrielle Vereinigungen, Technische Organisationen, Internationale Gemeinschaften, jegliche Stakeholder im Bereich Smart Grid

<b>Geplante Weiterentwicklung</b>	Die Referenzarchitektur soll fortwährend durch die Technische Universität durch Forschung in mehreren Systembereichen weiterentwickelt werden und in aktualisierten Fassungen erscheinen.
<b>Alleinstellungsmerkmale</b>	Die Referenzarchitektur basiert auf empirischen Erkenntnissen der E-Energy Modellregionen. Sie konzentriert sich auf eine konsistente, valide, logische Sicht auf das Energiesystem aus Sicht der IKT. Die E-Energy Referenzarchitektur gibt eine deutsche Sicht auf das Thema der Smart Grids wieder. Sie ist kompatibel zum SGAM Framework und baut auf einer standardisierten Terminologie auf. Durch diese Merkmale unterscheidet sie sich von anderen Referenzarchitekturen.
<b>Beteiligung an einer Weiterentwicklung</b>	Wenn Sie an der Gestaltung Gefallen gefunden haben, ist eine Beteiligung an einer Weiterentwicklung der E-Energy Referenzarchitektur oder bestimmter Teilbereiche natürlich möglich. Bei Interesse kontaktieren Sie bitte die Autoren, sie sind alleinige Ansprechpartner für die Referenzarchitektur.

In diesem Abschnitt beschreiben wir unsere Arbeit an einer E-Energy weiten Referenzvision. Diese Referenzvision basiert auf der Arbeit der Modellregionen, die jeweils unterschiedliche Systeme zur Realisierung eines intelligenten Energiesystems erarbeitet haben. Jede Modellregion hatte unterschiedliche Schwerpunkte, die während des Projekts bearbeitet wurden.

Diese Schwerpunkte wurden maßgeblich durch die Struktur sowie die Lage der Modellregion beeinflusst. Entstanden sind durch diese unterschiedlichen Voraussetzungen sechs unterschiedliche Systeme, die ihren Schwerpunkt auf Teilbereiche des intelligenten Energiesystems verlagern.

Diese Systeme bieten eine Vielzahl an Konzepten und Ideen, wie das intelligente Energiesystem in Zukunft aufgebaut sein kann und funktionieren soll. Manche dieser Vorstellungen sind zueinander kompatibel und auch herausgelöst aus einer Modellregion von großem Wert. Jedoch gibt es auch Konzepte, die aufgrund der Ausgangslage der Modellregion erst entstanden sind und die in einem übergeordneten Kontext nicht verwendbar sind.

Aufgabe der IKT Begleitforschung war es bereits zum Zeitpunkt ihrer Beauftragung, „ein integriertes, alle Modellvorhaben überspannendes, Architekturbild der eingesetzten und entwickelten IT-Systeme zu gewinnen.“

Diese Aufgabe machte eine Evaluation aller Systeme der Modellregionen erforderlich, um so ein Gesamtbild ableiten zu können. Für diese Aufgabe wurde durch die IKT Begleitforschung ein strukturiertes Vorgehen gewählt, das in mehreren Schritten den Aufbau dieses Architekturbild ermöglicht. Neben einer breiten Evaluation aller Materialien, die der Begleitforschung von den Modellregionen zur Verfügung gestellt wurden, wurden auch Quellen außerhalb von E-Energy in das Architekturbild einbezogen, um so zu ein möglichst umfassendes und allgemeingültiges Ergebnis zu schaffen.

In diesem Bericht können wir zum ersten Mal dieses überspannende Bild präsentieren, das in der Laufzeit der Begleitforschung entstanden ist, die **E-Energy Referenzarchitektur**.

Sie enthält alle relevanten Teile eines intelligenten Energiesystems, so wie es in durch die Modellregionen konzipiert wurde.

Das Kapitel beschreibt zuerst die eingesetzte Methode zur Ableitung einer E-Energy weiten Referenzarchitektur, das konkrete Vorgehen der Begleitforschung und schließlich das Ergebnis des Vorgehens, die E-Energy Referenzarchitektur.

### 3 METHODISCHE GRUNDLAGEN

Dieses Kapitel schildert zunächst kurz die Grundlagen für das Verständnis der Referenzarchitektur. Dazu gehören die Zielsetzung der Referenzarchitektur, eine Schilderung des Vorgehens als auch eine Erklärung des Aufbaus und der Benutzung der Referenzarchitektur.

#### 3.1 ZIELSETZUNG

Ein wesentlicher Auftrag der IKT Begleitforschung im E-Energy Projekt war die begleitende Evaluation der in den Modellregionen zu erarbeiteten Ergebnisse. Ziel der Evaluation war die Einordnung und Unterstützung der Modellregionen, um ein einheitliches Gesamtbild über E-Energy zu erlangen. Die Evaluation sollte dabei helfen, Erfolgsfaktoren zu bestimmen. Durch die im Rahmen der Evaluation erarbeitete abgestimmte, einheitliche und übertragbare Darstellung der jeweiligen Projektergebnisse sollte ein Beitrag zu einem einheitlichen und gemeinsamen Verständnis geleistet werden.

Unsere Grundmotivation besteht darin, die unterschiedlichen, systemischen Vorstellungen der 6 Modellprojekte in einem einheitlichen Modell zu erfassen. Von besonderer Bedeutung war dabei sowohl die Betonung der vorhandenen Unterschiede der Modellprojekte als auch die explizite Modellierung gemeinsamer Vorstellungen.

Die Referenzarchitektur sollte die zentralen Innovationen der Modellregionen beinhalten und die Vision, die in E-Energy entwickelt wurde, in einem einheitlichen System repräsentieren.

Um diese Ziele zu erreichen, war es für uns wichtig, ein grundsätzliches Verständnis der Architektur aufzubauen, wie sie in E-Energy erarbeitet wurde. Aus dieser Motivation heraus, sowie durch Beobachtungen, die wir in E-Energy gemacht haben, haben wir folgende Grundsätze für das Design der Referenzarchitektur aufgestellt:

- Das Hauptziel: Die Vision von E-Energy und seine zentralen IKT Innovationen in einer einheitlichen Architektur repräsentieren.
- Alle wichtigen Rollen und Systeme klar darstellen
- Abstraktion von technischen Details und technischer Realisierung – Konzentration auf die Konzepte der Systeme.
- Verwendung einer klaren Terminologie für die wichtigsten Systemteile.
- Verwendung einer anschaulichen und konsistenten Notation für die Beschreibung der Architektur.
- Einsatz von geeigneten Abstraktionen, um die Systemkomplexität zu verringern.

### 3.2 ÜBERBLICK ÜBER DIE VORGEHENSWEISE

Um die Referenzarchitektur ableiten zu können, wurden die Systeme der einzelnen Modellregionen erfasst. Dies erfolgte mittels einer einheitlichen Modellierung, um Interpretationsfehler von vornherein auszuschließen.

Für jede Modellregion sollte ein Modell erstellt werden, das das von der Modellregion erarbeitete System repräsentiert. Aus diesen 6 Einzelmodellen sollte dann in einem nächsten Schritt die Referenzarchitektur abgeleitet werden. Doch um diese beiden Schritte angehen zu können, war es nötig, ein einheitliches, möglichst einfaches Systemmodell für die Modellierung der Modellregionen zu erarbeiten.

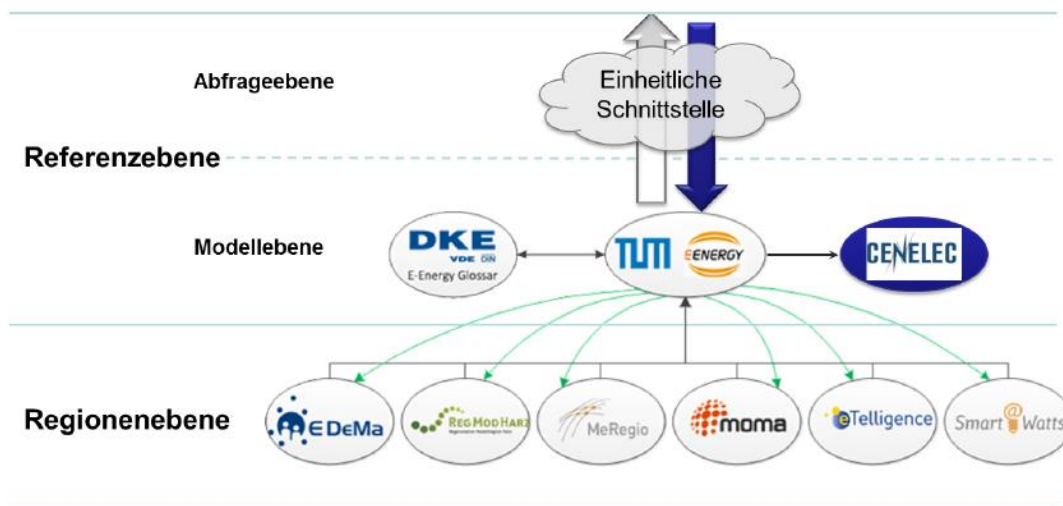


Abbildung 1: Das Zielmodell der Referenzarchitektur

#### 3.2.1 VORÜBERLEGUNG IN DER SYSTEMMODELLIERUNG

Da es unsere Zielsetzung war, von technischen Details weitestgehend zu abstrahieren und die jeweiligen konzeptuellen Anteile der 6 erarbeiteten Systeme und deren Begriffe explizit zu machen, haben wir begonnen, eine Ontologie zu modellieren. In dieser Ontologie werden Systembegriffe, wie sie in jeder Modellregion entstanden sind, modelliert und zueinander in Bezug gestellt.

Durch unser Modell haben wir die bisher getrennten Arbeitsbereiche Ontologie und Architektur in ein gemeinsames Modell integrieren, das die Fähigkeit besitzen sollte, sowohl systemische wie auch begriffliche Fragestellungen zu behandeln.

Um sowohl die Unterschiede als auch die Gemeinsamkeiten der Modellprojekte zu erfassen, ist unser Modell in mehrere Ebenen aufgeteilt:

1. Eine **Referenzebene**, die Referenzbegrifflichkeiten modelliert und
2. eine **Regionenebene**, die für jede der 6 Modellregionen ein zwar abstraktes, jedoch möglichst vollständiges Systemmodell bereitstellt.

Es war unser Ziel, mit dem Werkzeug der Ontologien die Systeme der einzelnen Modellregionen einheitlich darzustellen. Dazu mussten wir ein einfaches Systemmodell einführen, das es ermöglicht, Systeme ontologisch und einheitlich zu beschreiben.

Unsere Grundüberlegung bestand darin, dass Systeme aus Komponenten, Daten und Funktionen bestehen. Einzelne Komponenten im System tauschen sich innerhalb von Funktionen aus und nutzen dabei Daten. Komponenten können wiederum Subkomponenten enthalten und auch für manche Funktionen existieren Subfunktionen.

Aus diesen Überlegungen heraus haben wir ein einfaches Grundmodell für die Modellierung der Systeme der Modellregionen geschaffen, um so unser Verständnis der Systeme validieren zu können.

---

### 3.2.2 TECHNISCHE REALISIERUNG DER SYSTEMMODELLIERUNG

Die technische Realisierung des Modells erfolgte in dem vom Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik der TU Braunschweig entwickelten Webportal iglos. Das Intelligente Glossar (iglos) ist ein webbasiertes Terminologie-Managementsystem, das als Ziel hat, Fachsprachen aller Bereiche umfassend zu erfassen und zu integrieren. Iglos wird mit Erfolg für viele bestehende Fachsprachen, zum Beispiel innerhalb des DIN verwendet.<sup>3</sup>

In Vorarbeit durch die TU München wurden zuerst einmal alle Systeme der Modellregionen in iglos modelliert. Hierzu wurden alle bis dahin vorliegenden Quellen der Modellregionen einbezogen, Konzepte extrahiert und dann in einem Systemmodell strukturiert.

Dieses Systemmodell wurde jeder Modellregion zur Überprüfung übermittelt und zwei Dokumente verfasst, die das Evaluationskonzept erklärte (Abbildung 2) als auch die technische Erklärung zur Durchführung des Feedbacks erläuterte (Abbildung 3).

Die Modellregionen bekamen mittels Accounts Zugang zum iglos System und konnten dort die gespeicherten Systembeschreibungen nach ihrer Sichtweise bearbeiten. Für die Bearbeitung der Einträge in iglos wurde ein Prozess durch die IKT Begleitforschung definiert, der in Abbildung 4 dargestellt ist

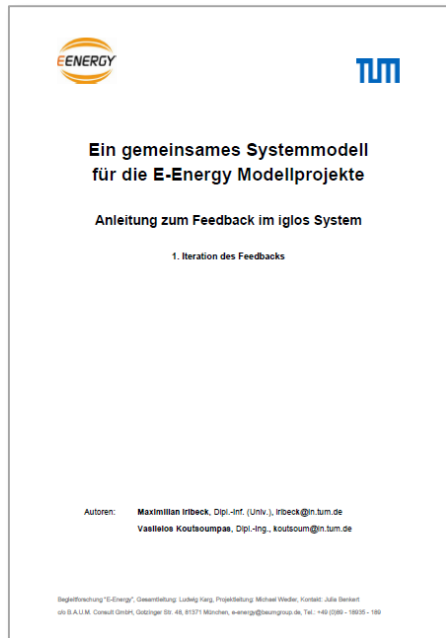
Jede Modellregion besaß dabei einen von anderen Modellregionen isolierten Arbeitsbereich, indem die Modellregion ihre Systemmodellierung bearbeiten konnte.

---

<sup>3</sup> Der Zugang zu iglos ist unter <https://www.iglos.de/iglos/> zu finden.



Den Modellregionen wurde ausreichend Zeit gewährt, um ihre Systemmodelle auf Fehler zu überprüfen und nach ihren Wünschen anzupassen.



**Abbildung 3: Anleitung zum Feedback im iglos System**



**Abbildung 2: Das Evaluationskonzept der Technischen Universität München**

Nach Abschluss dieser Phase wurden die 6 Systemmodelle der Modellregionen durch die IKT Begleitforschung finalisiert, um so mit der Arbeit an der Referenzarchitektur zu beginnen.

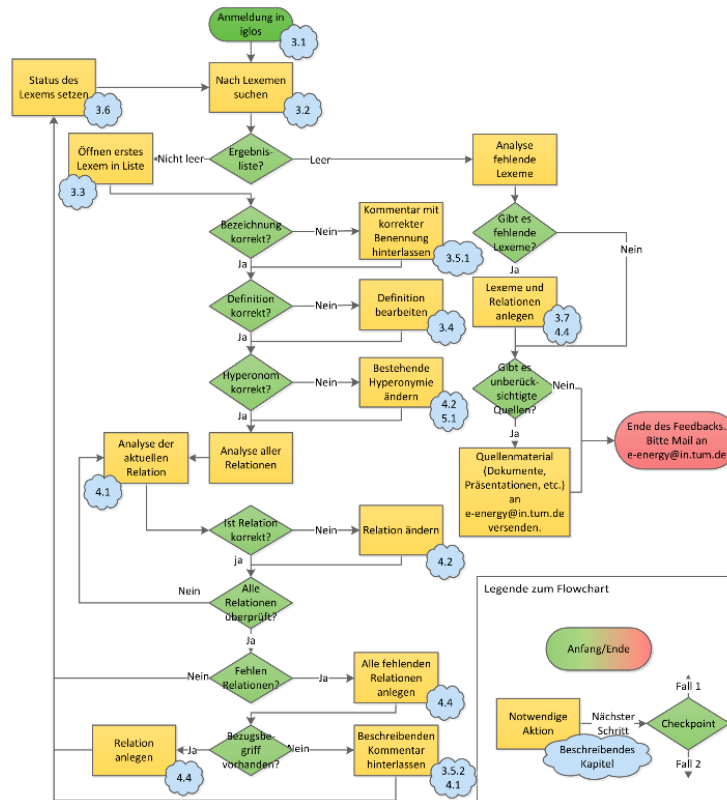


Abbildung 4: Prozess zur Bearbeitung in iglos

### 3.2.3 DIE ARBEIT AN DER REFERENZARCHITEKTUR

Nachdem die Systemmodellierung der 6 Modellregionen abgeschlossen war, wurde die Arbeit an der Referenzarchitektur fortgesetzt. Um aus Konzepten der Modellregionen Referenzkonzepte zu machen, waren folgende Schritte notwendig:

#### 1. Analyse zentraler Konzepte

Die IKT Begleitforschung musste zuerst analysieren, welche Konzepte von zentraler Relevanz für die Referenzarchitektur waren. Hierzu wurde analysiert, inwieweit Konzepte aus den Modellregionen in einen Referenzkontext übertragbar waren oder ob sie alleine im Kontext der Modellregion sinnvoll sind. Zentrale Konzepte wurden aus dem Modell der Modellregion herausgenommen und zum Bestand der Referenzarchitektur hinzugefügt.

#### 2. Analyse ähnlicher Konzepte

Um die Bestandteile zu identifizieren, welche in mehreren Modellregionen vertreten waren, wurde eine Inter-Modellregion-Analyse durchgeführt und sämtliche Konzepte auf Ähnlichkeit verglichen. Ähnliche Konzepte wurden einem Cluster hinzugefügt und dann in den Bestand der Referenzarchitektur übernommen.

### **3. Analyse externer Vorlagen**

Um Entwicklungen aus Deutschland wie zum Beispiel im Bereich des Smart Metering das BSI Schutzprofil/Technische Richtlinie und in Europa im Bereich von Architektur das Mandat 490 und SGAM in die Referenzarchitektur zu integrieren, wurden verfügbare Quellen auf ihre Integrationsfähigkeit hin überprüft, entsprechende Konzepte herausgelöst und in die Referenzarchitektur bestmöglich integriert

### **4. Analyse auf Kompatibilität**

Um ein einheitliches Gesamtbild für die E-Energy Referenzarchitektur zu erreichen, wurden die gesammelten Konzepte auf ihre Kompatibilität hin untersucht. Ein Konzept wurde dann als nicht kompatibel eingestuft, wenn es nach Analyse der IKT Begleitforschung mit anderen Konzepten nicht in einheitliches Bild eingebaut werden konnte. Nichtkompatible Elemente wurden für die Güteanalyse eingeplant, kompatible Elemente in der Referenzarchitektur belassen

### **5. Güteanalyse**

Nichtkompatible Elemente wurden einer Güteanalyse unterzogen. In der Güteanalyse wurde bewertet, welchen Grad an Reife und Ausarbeitung ein Konzept einer Modellregion aufwies, welche grundlegenden Probleme das Konzept nach Aussage der Modellregion zu lösen fähig ist und welchen Beitrag es für das intelligente Energiesystem haben könnte. Nach positiver Güteanalyse wurde durch die IKT Begleitforschung analysiert, ob das Konzept statt eines anderen Konzepts eingesetzt werden könnte oder ob es durch leichte Erweiterung in die Referenzarchitektur integrierbar wäre. Bei negativer Güteanalyse wurde das Konzept verworfen.

### **6. Normalisierung und Umbenennung nach Terminologischer Vorlage**

Die Konzepte, die noch Modellregionen-spezifische Bezeichner besitzen, wurden durch gängige oder standardisierte Begriffe ersetzt. Sollte weder ein treffender gängiger Begriff noch ein standardisierter Begriff passen, musste ein Begriff erfunden werden.

### **7. Fehlerkorrektur und Anpassung**

Sämtliche Teile der Referenzarchitektur wurden manuellen Reviews unterzogen, um eventuelle Fehler oder Inkonsistenzen aufzudecken. Teilweise wurden durch diesen Schritt kleine Anpassungen der Referenzarchitektur nötig.

### **8. Validierung durch Anwendung der Referenzarchitektur**

Durch die Anwendung der Referenzarchitektur für weitere Anwendungszwecke wurde die Anwendbarkeit überprüft und die Validität der Referenzarchitektur erhärtet.

## 4 GRUNDLAGEN DER E-ENERGY REFERENZARCHITEKTUR

Die E-Energy Referenzarchitektur besteht insgesamt aus drei Teilen, wie in Abbildung 5 gezeigt wird.

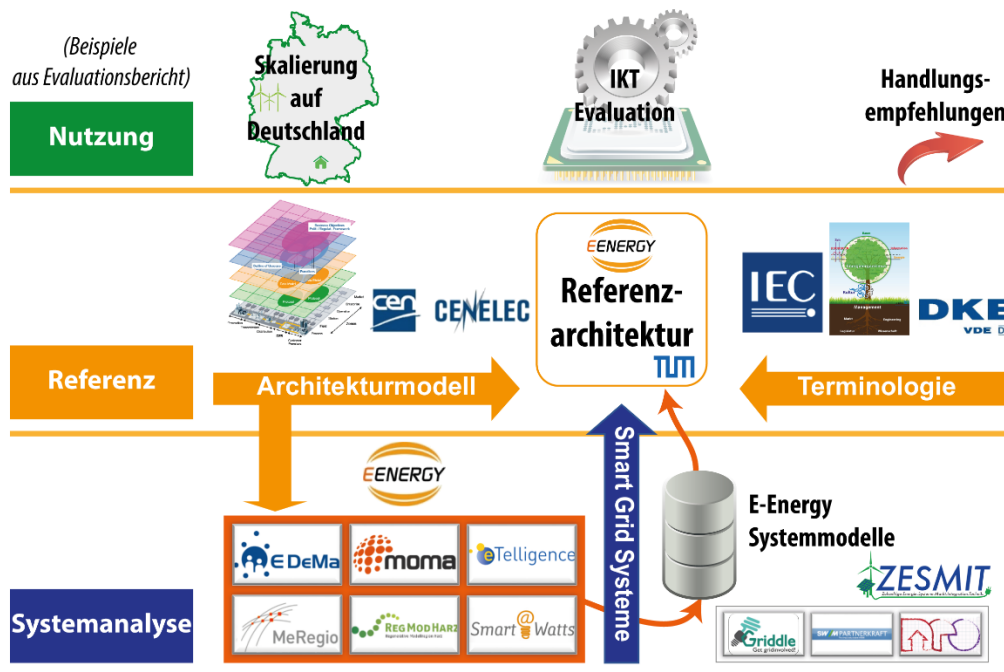


Abbildung 5: Schematischer Überblick über die E-Energy Referenzarchitektur

- (1) Die **Systemanalyseebene**, die die Systemmodelle der Modellregionen enthält
- (2) Die **Referenzebene**, die die E-Energy Referenzarchitektur repräsentiert sowie zugrundeliegende Referenzen zu Architekturmodell und Terminologie
- (3) Die **Nutzungsebene**, die die Anwendung der Referenzarchitektur auf weitere Bereiche ermöglicht

Die Fokussierung dieses Kapitels liegt auf der Schilderung der *Referenzebene*, die aus der Untersuchung der Modellregionen durch die IKT Begleitforschung hervorgegangen ist.

Die Referenzebene benutzt dabei drei verschiedene Sichten auf die Referenzarchitektur in E-Energy: Die Domänensicht mit Domänenmodell, die Gesamtsystemsicht und die Einzelsystemsicht. Diese Sichten wollen wir in den folgenden Abschnitten erklären.

#### 4.1 DAS E-ENERGY DOMÄNENMODELL

Angelehnt an das European Conceptual Model, hat die IKT Begleitforschung an einem E-Energy Domänenmodell gearbeitet, das die von E-Energy behandelten Domänen beinhaltet. Es schafft eine *Domänensicht* auf die Arbeit, die in E-Energy geleistet wurde.

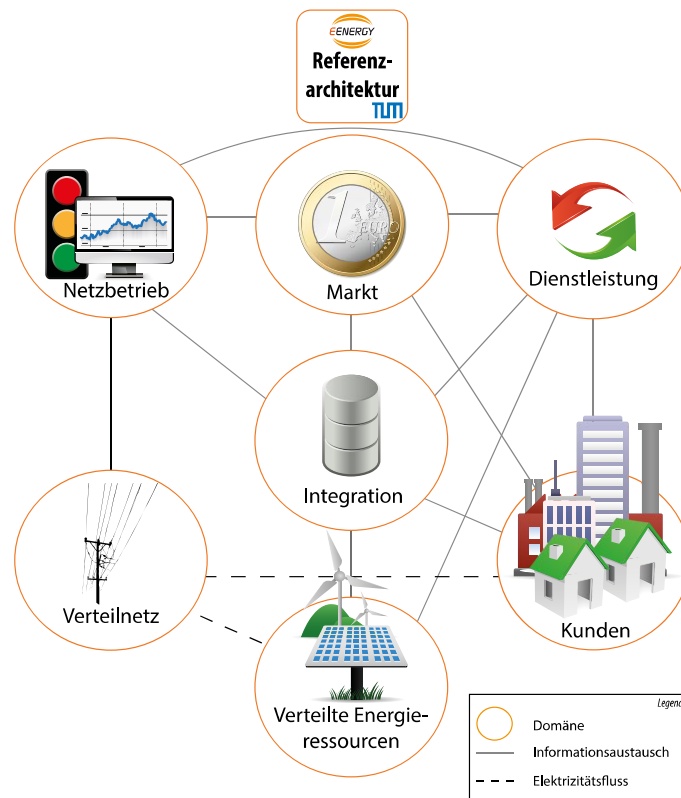


Abbildung 6: Das E-Energy Domänenmodell

Im Modell werden Informations- und Energieflüsse zwischen den Domänen Kunden, Energieressourcen, Verteilnetz, Integration, Dienstleistung, Markt und Netzbetrieb gezeigt.

Die Domänen helfen bei der Einordnung von Systemen und schaffen einen groben Überblick über Abhängigkeiten zwischen den Domänen. Außerdem wird der Kontext der Systeme, in dem sie betrieben werden, durch die Domäne maßgeblich bestimmt.

Im Domänenmodell existieren insgesamt sieben Domänen, die in E-Energy bearbeitet wurden. Im Gegensatz zu anderen Domänenmodellen fehlen die Domänen Großzeuger und Übertragungsnetz, da diese in E-Energy nicht betrachtet wurden. Jede der Domänen enthält eine Menge an Systemen und Rollen.

Die **Kundendomäne** umfasst dabei sämtliche Endkunden aus dem Privat-, Industrie- und Gewerbebereich. Kunden sind mit dem Verteilnetz verbunden und kommunizieren mit den Domänen Dienstleistung, Integration und Markt.

**Verteilte Energieressourcen** umfassen Anlagen, die dezentral verteilt sind und meist im Verteilnetz angeschlossen sind. Verteilte Energieressourcen sind durch Stromleitungen mit dem Verteilnetz verbunden und kommunizieren mit den Domänen Integration, Dienstleistung und Markt.

Die *Domäne Verteilnetz* umfasst alle Komponenten, die innerhalb des Verteilnetzes eingesetzt werden. Das Verteilnetz kommuniziert mit dem Netzbetrieb.

Die Domäne **Integration** ist dafür zuständig, den Austausch zwischen Systemen zu organisieren und für einen standardisierten Ablauf zu sorgen. Die Domäne Integration ist mit den Domänen Verteilte Energieressourcen, Kunden, Dienstleistung, Markt und Netzbetrieb verbunden.

Die **Dienstleistung** Domäne versammelt Marktrollen, die einen bestimmten Service innerhalb des Energiesystems durchführen. Die Domäne Dienstleistung ist verbunden mit den Domänen Markt, Kunden, Integration, Verteilte Energieressourcen und Netzbetrieb.

Die Domäne **Netzbetrieb** umfasst alle Systeme, die im Bereich des Netzbetreibers eingesetzt werden. Die Domäne ist mit Markt, Dienstleistung, Verteilnetz und Integration verbunden.

Die Domäne **Markt** beinhaltet Systeme, die die Vermarktung regionaler Produkte und Dienstleistungen verwalten und ihren Handel durch Koppelung mit überregionalen Märkten ermöglichen. Ferner beinhaltet die Domäne Markt Systeme, die Prozesse wie Geschäftsanbahnung oder Vertragskündigung und -abschluss erleichtern. Die Markt Domäne ist verbunden mit den Domänen Dienstleistung, Kunden, Integration und Netzbetrieb.

## 4.2 KOMPATIBILITÄT ZUM SMART GRIDS ARCHITECTURE MODEL (SGAM)

Um konsistent mit aktuellen europäischen Standards zu sein, benutzt die IKT Begleitforschung den aktuellen europäischen Architekturstandard SGAM. Dies stellt sicher, dass Ergebnisse aus E-Energy auch reibungslos in die europäische Diskussion eingebracht werden können.

### 4.2.1 WORKING GROUP “REFERENCE ARCHITECTURES” IM MANDAT M490

Basierend auf dem M490 EU Mandat, wurde an CEN, CENELEC und ETSI der Auftrag zur Erstellung eines Frameworks erteilt, das es europäischen Standardisierungsgremien erleichtern sollte, bestehende Standards zu erweitern als auch die Entwicklung auf dem Gebiet des Smart Grids voranzutreiben.

Eine der Hauptaufgaben des Frameworks besteht in der Erstellung einer technischen Referenzarchitektur für Smart Grids, die laut Definition „funktionale Informationsdatenflüsse zwischen den Hauptdomänen repräsentiert und verschiedene System- und Subsystemarchitekturen integriert.“ (entnommen aus CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group 2012).

Diese Aufgabe wurde innerhalb der Smart Grid Coordination Group von der Working Group „*Smart Grid Reference Architecture*“ übernommen, die drei Hauptergebnisse erarbeitet hat:

- Das „**European Conceptual Model**“, das eine Erweiterung des bekannten NIST Modells um sogenannte DERs (Decentralised Energy Resources, d.h. im Verteilnetz angeschlossene Erzeuger) darstellt und für eine gemeinsame konzeptuelle Auffassung des Gesamtsystems sorgt (siehe Abbildung 7),
- Die „**Architectural Viewpoints**“, die für verschiedene Stakeholdersichten eine feste Anzahl an Abstraktionen auf die Referenzarchitektur bereitstellen und
- Das „**Smart Grids Architecture Model (SGAM) Framework**“, ein multidimensionales Architekturframework, das es ermöglicht, aus verschiedenen Blickwinkeln, sogenannten SGAM Layers, Smart Grid Architekturen zu beschreiben. Innerhalb von SGAM werden auch die Architectural Viewpoints aufgenommen, weswegen sie im Folgenden gemeinsam beschrieben werden.

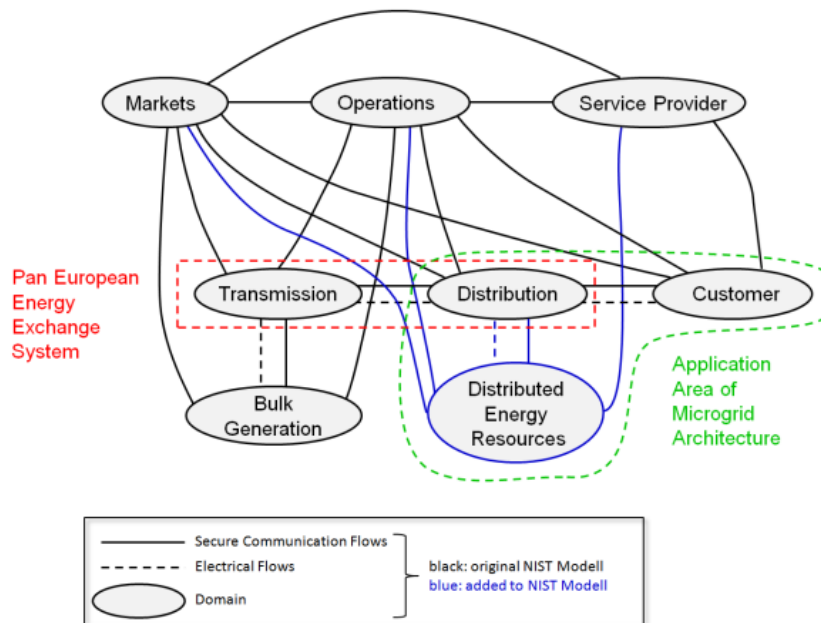


Abbildung 7: Das European Conceptual Model  
(Quelle: CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group 2012)

Den generellen Ordnungsrahmen schafft das in Abbildung 7 dargestellte *European Conceptual Model*, das auch die internationale Kompatibilität sicherstellen soll. Es definiert Bezeichnungen sowie Verbindungen (Kommunikation und Energieaustausch) für einzelne Domänen wie Markets, Transmission oder Bulk Generation. Ferner werden sowohl für das paneuropäische Energieaustauschsystem als auch für Microgrid Architekturen Anwendungsfelder definiert.

Im Zentrum unseres Interesses steht jedoch das Smart Grid Architecture Model, das wir im Folgenden diskutieren möchten.

#### 4.2.2 DIE ELEMENTE DES SGAM FRAMEWORKS

- ***SGAM Interoperability Layers***

Ziel des SGAM Frameworks war seit seiner Entwicklung *Interoperabilität* zwischen verschiedenen Systemen zu gewährleisten. Interoperabilität ist nach SGAM die Eigenschaft mehrerer Systeme mittels Informationsaustausch eine gemeinsame Funktion durchführen zu können.



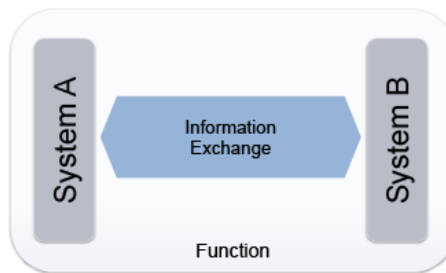


Abbildung 8: Interoperabilität nach SGAM zwischen zwei beliebigen Systemen

Da Interoperabilität auf mehreren Ebenen stattfinden muss, definiert SGAM fünf verschiedene *Interoperability Layer*.

Diese *Interoperability Layer* sind Gruppierungen der sog. *Interoperability Categories*, die im GridWise Architecture Council (GWAC) entwickelt wurden. SGAM definiert fünf verschiedene Layer und deren Abbildung auf die GWAC Kategorien, wie in Abbildung 9 gezeigt ist.

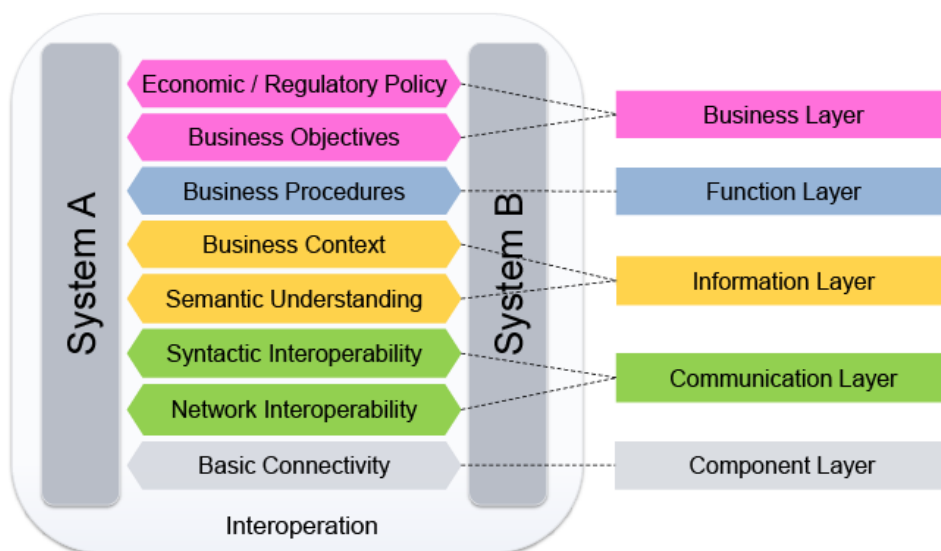


Abbildung 9: Die Gruppierung der GWAC Interoperability Categories in die SGAM Interoperability Layers

- **Die Smart Grid Plane**

Diese einzelnen Ebenen werden in SGAM Framework durch die sogenannte *Smart Grid Plane* durch Domänen und hierarchische Zonen erweitert.

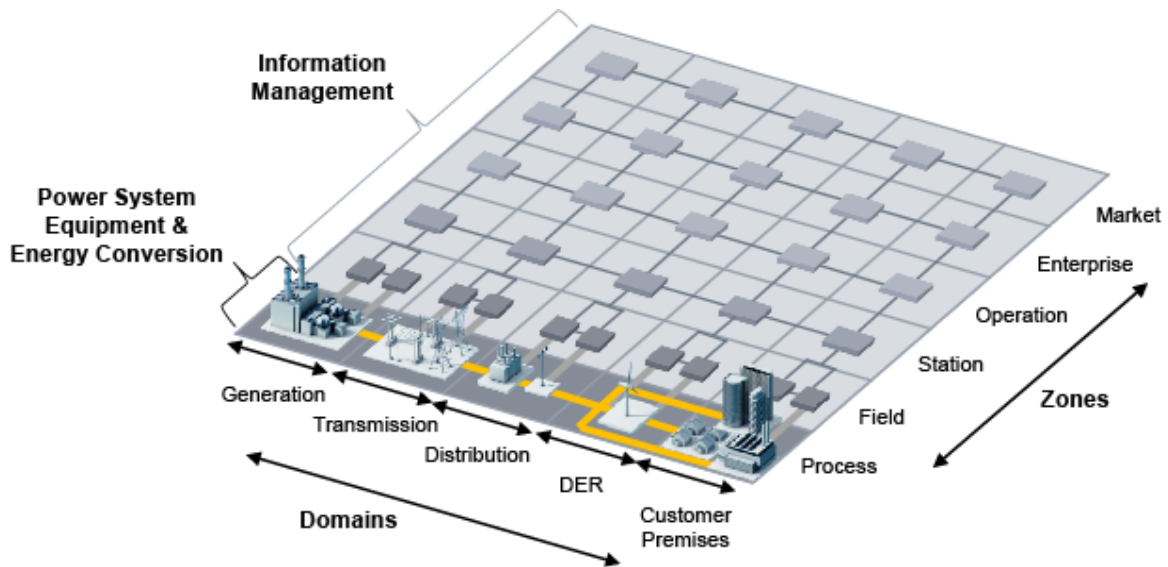


Abbildung 10: Die Smart Grid Plane in SGAM

Der Interopability Layer und die Smart Grid Plane werden schließlich zum SGAM Framework kombiniert, das aus insgesamt drei Dimensionen besteht, wie in Abbildung 11 dargestellt.

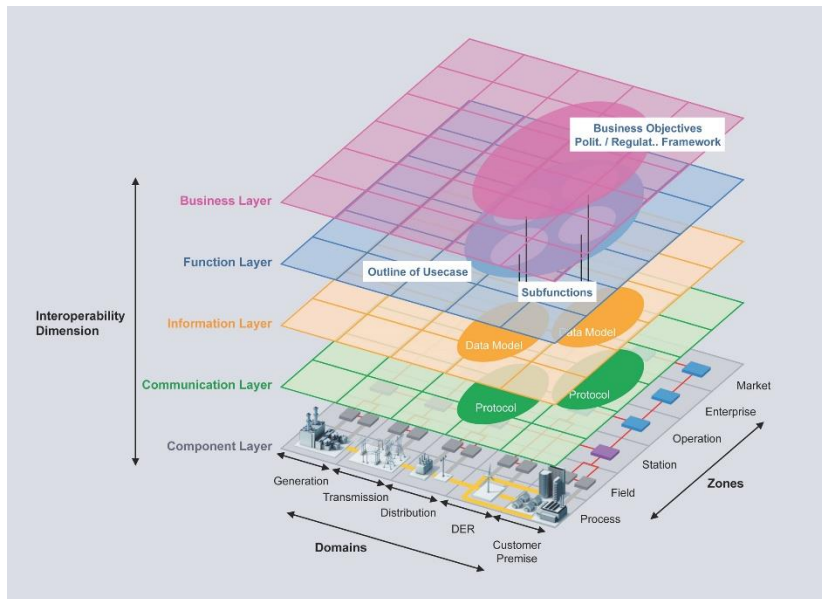


Abbildung 11: Das SGAM Framework bestehend aus Interoperability Layern und Smart Grid Plane

#### 4.2.3 MAPPING DER E-ENERGY REFERENZARCHITEKTUR AUF SGAM

Um den Bezug zu SGAM herzustellen, wurden alle Domänen aus dem E-Energy Domänenmodell auf die Smart Grid Plane aus SGAM übertragen (siehe Abbildung 12).

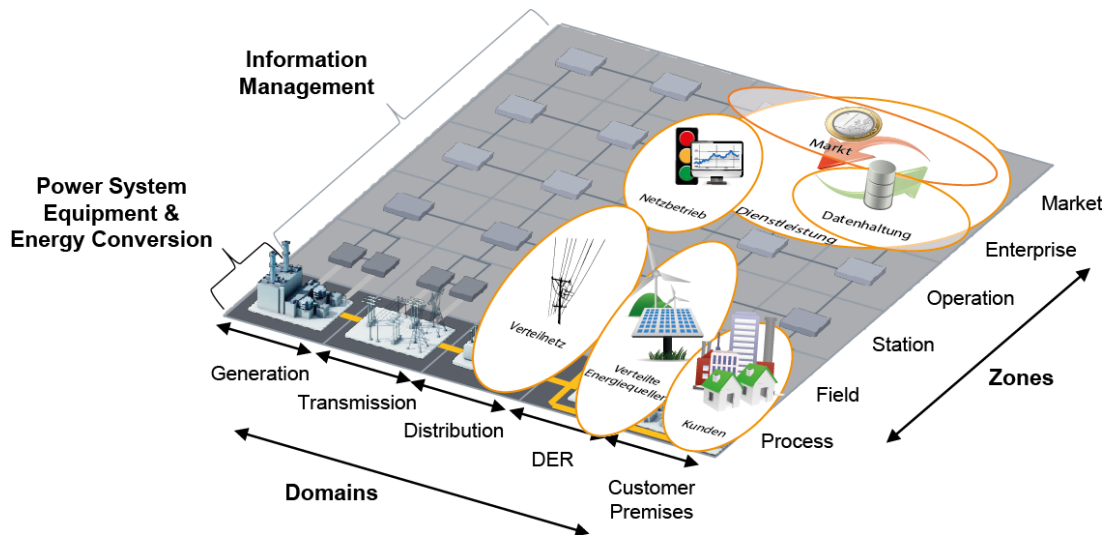


Abbildung 12: Mapping der E-Energy Domänen auf SGAM

Um nun ein Mapping von Systemen innerhalb der E-Energy Referenzarchitektur durchzuführen ist dies durch Zuordnung einer Domäne und dann der Einordnung des Systems in der Smart Grid Plane direkt möglich. Da in der E-Energy Referenzarchitektur sämtliche Anwendungsfälle, Funktionen, Datentypen und Schnittstellen systembezogen sind, lässt sich daraus die SGAM Darstellung leicht wieder ableiten.

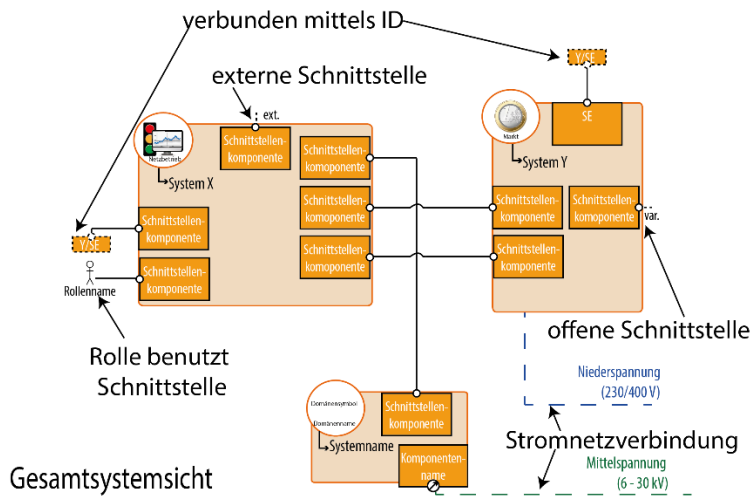
### 4.3 NOTATION UND KONZEPTION

Die Gesamtsystemsicht zeichnet sich dadurch aus, dass sie alle in der Referenzarchitektur enthaltenen Systeme enthält, deren logische Kommunikationsschnittstellen untereinander dokumentiert, als auch die Verbindung mit dem physikalischen Stromnetz wiedergibt.

#### NOTATION DER REFERENZARCHITEKTUR

Jedes System ist dabei einer Domäne zuzuordnen, eine Domäne kann jedoch mehrere Systeme umfassen. Ein System ist aus logischen Komponenten aufgebaut, die untereinander wiederum mittels Kommunikationskanälen verbunden sein können. Ist eine Komponente gleichzeitig Schnittstellenkomponente, ist sie für andere Systeme sichtbar.

**Erklärung der verwendeten Notation**



**Einzelsystemsicht**

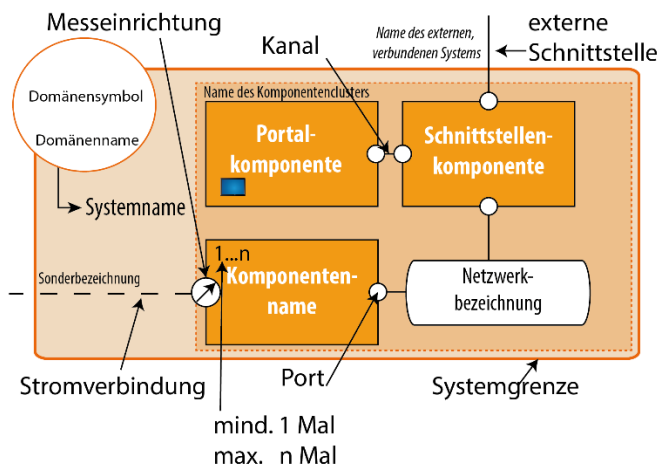


Abbildung 13: Diagramm zur Erklärung der verwendeten Notation in der Referenzarchitektur

Auf Gesamtsystemebene im links gezeigten Diagramm sind drei Systeme zu sehen. Sie sind den Domänen Netzbetrieb (System X), Markt (System Y) und einer nicht weiter definierten Domäne zugeordnet. Das untere System ist mit System X verbunden. System X ist durch zwei Schnittstellen mit System Y verbunden. Außerdem existiert eine weitere Schnittstelle, die mittels ID (Hier: Y/SE) verbunden ist. System X ist mit einem externen System verbunden und bietet eine Benutzerschnittstelle für eine Rolle an. System X ist mit der Niederspannung verbunden, das untere System mit der Mittelspannung. System Y hat eine offene Schnittstelle, die anderen Systemen offen steht.

In der Einzelsystemsicht ist das untere System der Gesamtsystemsicht dargestellt. Nun sind alle Komponenten dieses Systems sichtbar nicht nur die Schnittstellenkomponenten. Das System besitzt eine Portalkomponente (=mit Benutzerschnittstelle), eine Messeinrichtung, ein Netzwerk und eine Schnittstelle nach außen zu anderen Systemen. Die Messkomponente ist pro System mindestens einmal vorhanden, maximal n Mal.

Die Gesamtsystemsicht zeigt alle in der Referenzarchitektur vorhandenen Komponenten in einem Diagramm. In den folgenden Einzelsystembeschreibungen werden die einzelnen Systeme näher erklärt.

---

## ÜBER DIE KONZIPIERUNG DER REFERENZARCHITEKTUR

Um ein möglichst breites Bild wiederzugeben, beinhaltet die Gesamtsystemsicht die **maximale IKT Vision** von E-Energy. Das heißt, dass die Bestrebung war, die aus Sicht der IKT Begleitforschung wichtigen Innovationen im Bereich IKT in der Referenzarchitektur zu berücksichtigen.

Da Innovationen oftmals nur in einzelnen Modellregion vorhanden waren, wie zum Beispiel das System des Lieferantenwechsels in E-DeMa, beinhaltet die Referenzarchitektur auch oft Systemteile, Funktionen oder Rollen, die nur in einer Modellregion aufgefunden werden konnten. Die Referenzarchitektur ist somit **nicht** die Schnittmenge aller Systeme der Modellregionen, sondern eine Sammlung der wichtigsten IKT Innovationen in den Modellregionen und deren Vereinigung in einem konsistenten System, das die Vision von E-Energy repräsentiert.

Oftmals wurden Innovationen der Modellregionen auf die Referenzarchitektur portiert. Das bedeutet, dass manche Systeme in andere Systeme integriert werden mussten, damit sie im Gesamtsystem von E-Energy Sinn machen. Ein Beispiel ist hier die Vermittlung von virtuellen Kraftwerken und dezentralen Energieanlagen, die in RegModHarz von einer Registry durchgeführt wird. Diese wurde als Konzept in den Marktplatz integriert, da der Marktplatz innerhalb der Referenzarchitektur das System mit Vermittlercharakter darstellt.

Für die Bewertung der Einzelsysteme der Modellregionen und deren Repräsentation innerhalb der Referenzarchitektur, wird an dieser Stelle auf das Kapitel 6 verwiesen, das aufzeigt, welche Komponenten in den Modellregionen erarbeitet wurden und wie diese auf die Referenzarchitektur eingeflossen sind.

Außerdem wurden alle Systeme, die in einer der Modellregionen als getrenntes System aufzufinden waren und die aufgrund ihrer Aufgabe auch als eigenständiges System innerhalb der Referenzarchitektur auch als eigenständiges System integriert. Ein Beispiel ist hierfür das System des EM Betreibers, das auf Überlegungen von E-DeMa entstanden ist. Unser vorrangiges Ziel war es, eine größtmögliche Modularität von Teilsystemen zu erreichen. Dass Systeme der Referenzarchitektur dabei durchaus von einer Marktrolle kombiniert werden können, also dass zum Beispiel ein Verteilnetzbetreiber gleichzeitig als Messstellenbetreiber auftreten kann ist in der Referenzarchitektur eingeschlossen.

## 5 ÜBERBLICK ÜBER DIE REFERENZARCHITEKTUR

### 5.1 DIE 15 E-ENERGY SYSTEME

Folgende **15 Systeme** werden in der E-Energy Referenzarchitektur als Einzelsysteme betrachtet:

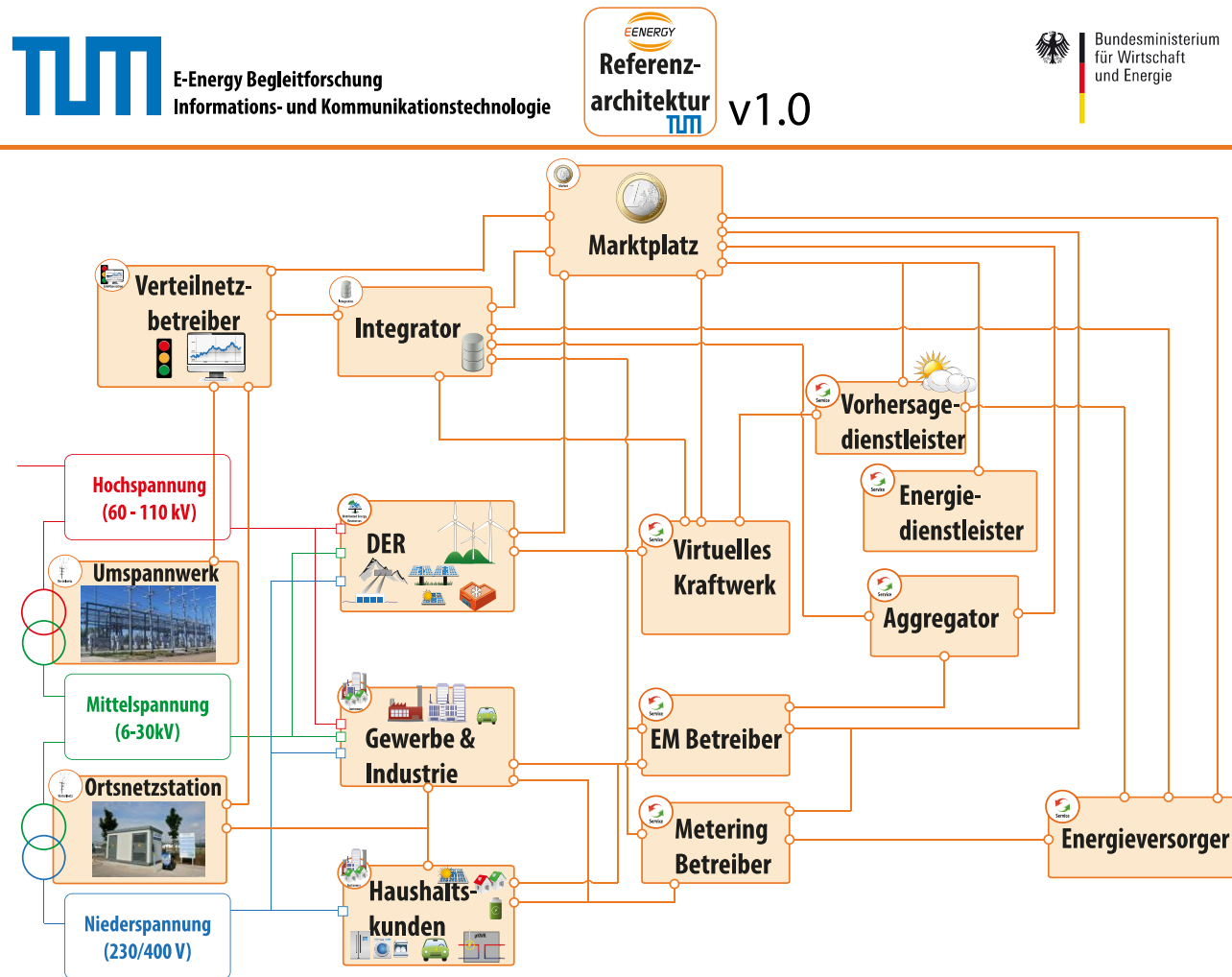
- (1) [Haushaltskunde](#)
- (2) [Industrie- und Gewerbekunde](#)
- (3) [Dezentrale Energieanlagen](#)
- (4) [Virtuelles Kraftwerk](#)
- (5) [Ortsnetzstation](#)
- (6) [Umspannwerk](#)
- (7) [Messstellenbetreiber](#)
- (8) [Energiemanager Betreiber](#)
- (9) [Integrator](#)
- (10) [Serviceanbieter](#)
- (11) [Vorhersagedienstleister](#)
- (12) [Verteilnetzbetreiber](#)
- (13) [Lieferant](#)
- (14) [Aggregator](#)
- (15) [Marktplatz](#)

Eine Übersicht der Verbindungen der Systeme untereinander ist in der **Blackbox Übersicht** im Abschnitt 1.1 zu finden. In der **Gesamtsystemsicht** sind außerdem alle Systemkomponenten, die Teile der Schnittstelle sind, dargestellt. Außerdem sind Benutzerschnittstellen und Rollen dargestellt, die Zugriff auf Systeme haben.

In der **Einzelsystemsicht** schließlich wird die Rolle und der interne Aufbau jedes einzelnen Systems detailliert erklärt. Manche Systeme wurden stärker in E-Energy fokussiert als andere und sind daher auch in der Referenzarchitektur ausführlicher beschrieben. Ziel ist jedoch in weiteren Versionen alle Systemteile zu detaillieren.

Alle Sichten sind zueinander konsistent. Blackbox Übersicht, Gesamtsystemsicht und Einzelsystemsicht sind aufeinander abgestimmt und zeigen in verschiedener Detailstufe Aspekte der E-Energy Referenzarchitektur. Der Fokus der Referenzarchitektur ist die statische Betrachtung der Komponenten, Funktionen und Daten innerhalb des Smart Grids. Für eine Betrachtung **dynamischer Abläufe** sind die E-Energy Use Cases da, die von der IKT Begleitforschung ebenso als technischer Bericht veröffentlicht wurden.

5.2 DIE BLACKBOX ÜBERSICHT

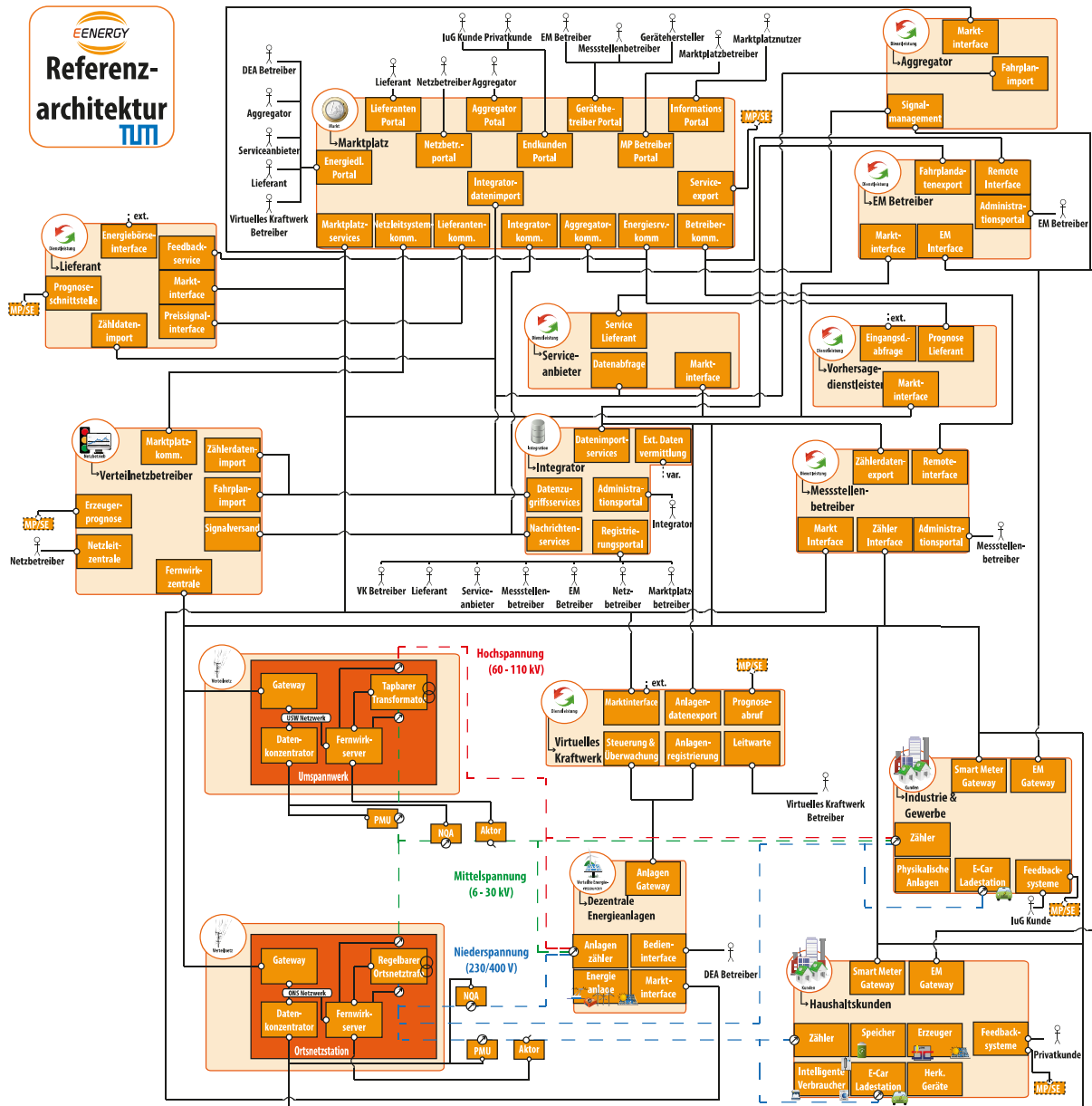


E-Energy Begleitforschung  
Informations- und Kommunikationstechnologie

EENERGY  
Referenz-  
architektur  
TUM v1.0



6 DIE GESAMTSYSTEMSICHT





## 7 DIE EINZELSYSTEMSICHT

### ERKLÄRUNG DER VORLAGE

#### Name des Systems

Kurzbeschreibung, die einen Überblick über das System gibt

- *Zugeordnete Domäne:*

Hier wird begründet, warum das System einer bestimmten Domäne zugeordnet ist.

- *Systemkontext:*

Der Kontext erläutert, wo das System in der Realität verortet ist, gibt wichtige Eigenschaften des Systems an und erläutert, welche Rolle das System im Intelligenten Energiesystem hat

- *Off verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

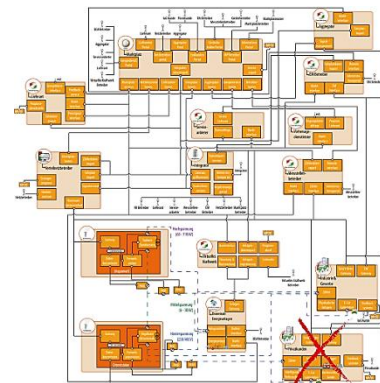
Hier werden Synonyme wie Hyperonyme (Überklassen), die oftmals für das System verwendet werden, aufgezählt

- *Verwendete Abkürzungen:*

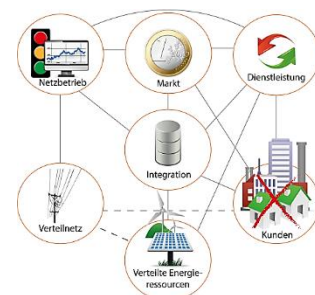
Hier werden mögliche Abkürzungen für das System wiedergegeben.

- *Architektur des Systems:*

<Hier wird eine Grafik gezeigt, die wichtige Komponenten des Systems und deren logische Verknüpfung zeigt.>



Systemradar - Einordnung in die Referenzarchitektur



Einordnung in das Domänenmodell

- *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

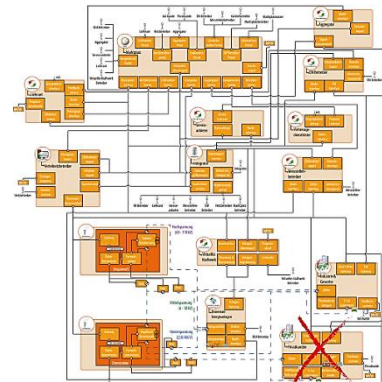
Beschreibung des Architekturdiagramms, Einleitung zu den Komponentenbeschreibungen

- *Beschreibung der Einzelkomponenten*

<i>Name der Komponente</i>		<Ausschnitt aus der Systemarchitektur>
<b>Zweck:</b>	Kurze, stichpunktartige Erläuterung der Aufgaben der Komponente	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Allgemeine Beschreibung der Komponente mit Bezug auf E-Energy	
<b>Schnittstellen</b> (optional)	(1) Auflistung der Schnittstellen unter Berücksichtigung der Kommunikationswege	
<b>Wichtige Datentypen</b> (optional)	1) Auflistung der wichtigsten Datentypen und Unterdatentypen, die von der Komponente genutzt werden	
<b>Wichtige Funktionen:</b>	- Funktionsname (Schnittstellenummer): Beschreibung der Funktion	
<b>Erfahrungen aus den Modellregionen:</b> (optional)	Wenn zu einer Komponente in E-Energy wichtige Erfahrungen gemacht wurden, werden diese an dieser Stelle geschildert.	
<b>Weitere wichtige Quellen:</b> (optional)	Schilderung von wichtigen Zusatzquellen zur Komponente	

## 7.1 HAUSHALTSKUNDE

Die zukünftige Ausstattung eines Haushaltskunden mit Informations- und Kommunikationstechnologie war im zentralen Fokus der E-Energy Modellregionen. Eines der zentralen Ziele war es, Komponenten für den Haushalt zu entwickeln, die dazu in der Lage sind auf Signale von Markt und Netzbetrieb intelligent zu reagieren und die dazu beitragen, das Gesamtsystem durch intelligente Steuerung von Verbrauchern, Speichern und Erzeugern stabil zu halten. Für den Kunden sollte in E-Energy die Verbrauchstransparenz und die Kundenfreundlichkeit erhöht und neue Services angeboten werden.

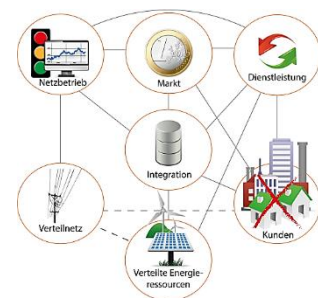


Hierzu wurde eine Vielzahl an neuartigen Geräten entwickelt oder bestehende Geräte angepasst, um in verschiedenen Bereichen des Haushalts eingesetzt zu werden. Diese Geräte umfassen intelligente Stromzähler, Energiemanagementgeräte, weiße Ware, Batterien, Heizungsanlagen, Speicher, Wechselrichter, Blockheizkraftwerke, Kraftwärmekopplungsanlagen und Feedbacksysteme.

Die Ausstattung des Haushaltskunden mit IKT ist in E-Energy durch eine große Vielfalt gekennzeichnet. In der Referenzarchitektur wurde diese Vielfalt auf einige, wichtige Klassen reduziert, um die Komplexität zu beherrschen. Dennoch versuchen wir in diesem Abschnitt, diese Klassen weiter zu erklären und so den Privatkundenbereich verständlich zu machen.

- *Zugeordnete Domäne:*

Das System des Privatkunden befindet sich in der Kundendomäne. Sie ist mit den Domänen Integration, Dienstleistung kommunikativ und physisch mit dem Verteilnetz verbunden.



- *Systemkontext:*

Der Privathaushalt ist sowohl Verbraucher als auch Erzeuger von Energie und im Bereich des Verteilnetzes an das Stromsystem abgeschlossen. Privatkunden sind durch eine große Vielfalt an Wohnverhältnissen ausgezeichnet. Ein Privatkundensystem kann sich je nach Anschlusspunkt auf ein Privathaus, eine Doppelhaushälfte, ein Mehrfamilienhaus, ein Hochhaus oder sogar über einen Wohnblock erstrecken.

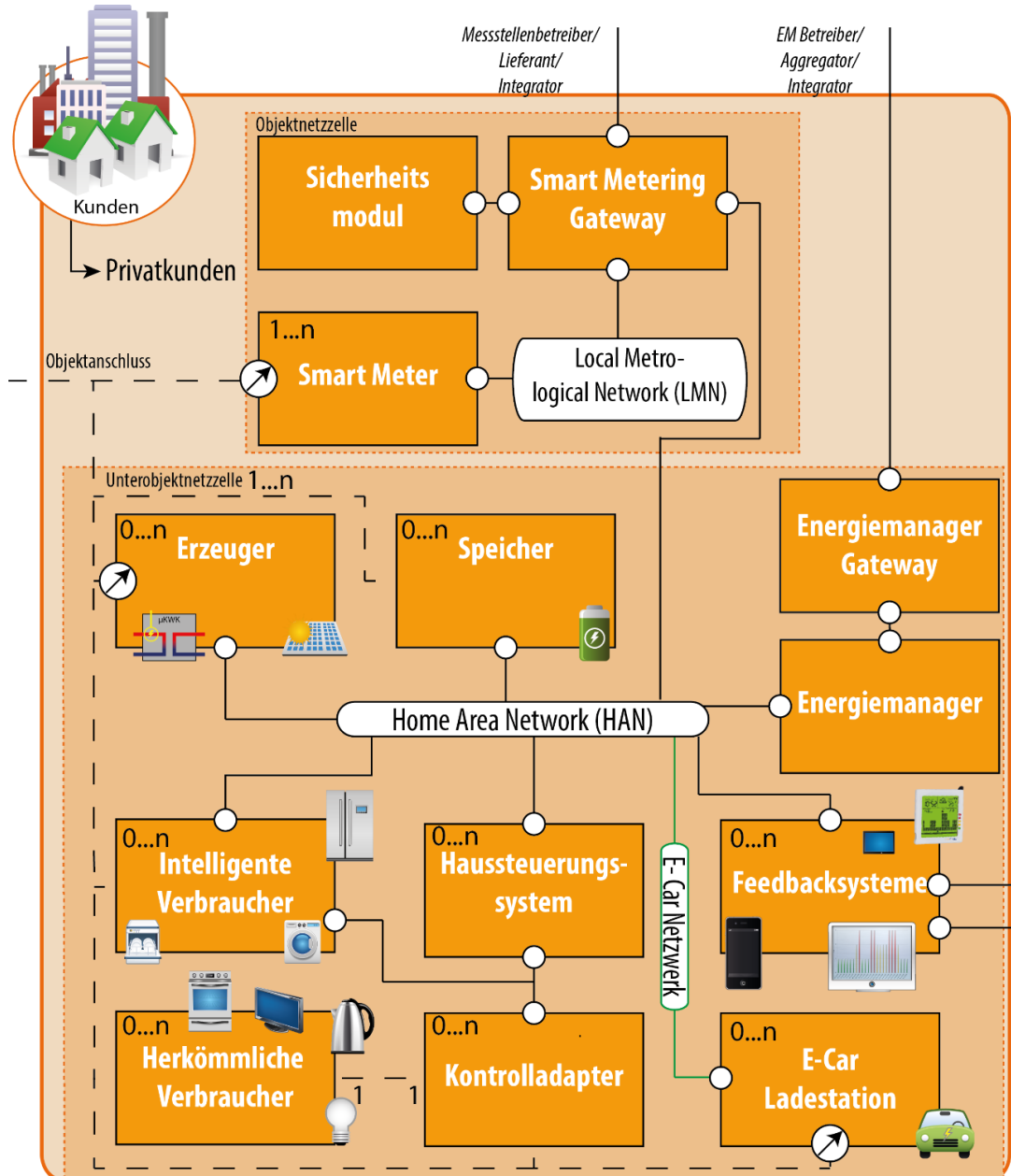
- *Off verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

Prosumer, Verbraucher, Endkunde, Privatverbraucher, Letztverbraucher, Haushaltskunde

▪ *Verwendete Abkürzungen:*

PS (für Prosumer), PK (für Privatkunde), HHK (für Haushaltskunde)

▪ *Architektur des Systems:*



▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

In jedem Privatkundenobjekt (Haus, Wohnblock, etc.) existiert ein Objektanschluss, der das Objekt mit dem Stromnetz verbindet. Die Objektzelle enthält alle Komponenten, die dem Objektanschluss zuzuordnen sind, im Fall von E-Energy sind dies Komponenten, die das Smart Metering umsetzen. In der Unterobjektzelle, die für jeden Haushalt in einem Objekt besteht, sind alle Komponenten enthalten, die dem Haushalt und dem Energiemanagement zuzuordnen sind. In E-Energy sind das Feedbacksysteme, Energiemanagementgeräte, Home/Building Management Systeme, Haushaltsgeräte, Verbraucher, Speicher und Erzeuger, sowie das HAN, das wiederum aus mehreren verbundenen Netzwerken (z.B. Powerline, Ethernet und WLAN) bestehen kann. Um das Lademanagement von E-Mobility zu ermöglichen, existiert eine Verbindung des HAN mit dem E-Car Netzwerk und der Ladestation, zum Beispiel über Powerline Adapter.

▪ *Beschreibung der Architekturbestandteile:*

<p><i>SM Gateway/Smart Meter/Sicherheitsmodul:</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Automatisierung der Zählerauslesung, Haushaltsmesswerte</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Der Smart Meter ist nicht das Herzstück des Intelligenten Energiesystems, aber ein wichtiger Baustein, der es erlaubt, Prozesse der Zählerauslesung, Abrechnung, Bilanzierung und Tarifübermittlung zu erleichtern. Das Gateway regelt die Kommunikation mit externen Marktakteuren und Geräten, das Sicherheitsmodul kontrolliert den Zugriff auf Funktionen des Smart Meters und stellt eine sichere Authentifizierung sicher. Smart Meter werden von Messstellenbetreibern betrieben und unterliegen als Messstellen der Regulierung.</p>
<p><b>Schnittstellen</b></p>	<p>(1) Messstellenbetreiber, Lieferant, Integrator          (2) Über Local Metrological Network zu Smart Metern verschiedener Sparten          (3) Energiemanager, Feedbacksysteme über HAN</p>
<p><b>Wichtige Datentypen</b></p>	<p>1) Preissignal          2) Lastgangmessung</p>

<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<p>3) Messdaten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preissignalübermittlung (1): Tarifliche Informationen werden über den Marktplatz und Messstellenbetreiber an den Smart Meter übergeben.</li> <li>- Messdatenzugriff (3): Messdaten werden im Home Area Network sowohl dem Energiemanager zur Prozessüberwachung als auch dem Feedbacksystem zur Visualisierung und Analyse zur Verfügung gestellt.</li> <li>- Messfunktion(2): Hauptaufgabe des Smart Meter bleibt die Funktion des Zählers für Energie, im Falle eines multispartenfähigen Geräts sogar verschiedener Energieformen (Strom, Gas, Wärme, Wasser)</li> <li>- Messdatenübermittlung (1): Die Messdaten werden in aggregierter Form an den Integrator typischerweise viertelstündlich übermittelt</li> <li>- Sicherheitsmanagement (intern): Das Sicherheitsmodul regelt den Zugriff durch externe Marktrollen und den Messstellenbetreiber durch das Smart Metering Gateway auf die Smart Meter Funktionen. Es stellt die Verschlüsselung und die Integrität der Kommunikation sicher.</li> </ul>
<p><b>Erfahrungen aus den Modellregionen:</b></p>	<p>Oftmals wurden in Modellregionen Smart Metering Funktionen mit den Funktionen des Energiemanagements in einem physischen Gerät kombiniert. Dennoch wurden beide Geräte immer logisch voneinander getrennt. Es gibt jedoch auch die Möglichkeit, wie in der Referenzarchitektur vorgesehen, Smart Metering und Energiemanagement getrennt voneinander zu realisieren. Welche Bauform sich durchsetzt, ist aus E-Energy heraus nicht abzuschätzen. Zu beachten ist, dass der Installationsort maßgeblich darüber entscheidet, welche Lösung installiert werden kann. Die Gegebenheiten vor Ort machen eine flexible Auslegung der Kommunikationswege nötig.</p> <p>Neuralgische Punkte des Smart Meter Gateways sind die Realisierung der Kommunikation nach außen (BPL, Ethernet, Mobilfunk) als auch die Verbindung mit dem HAN eines Kunden (Funk, Powerline). Beide Kommunikationspfade müssen so realisiert sein, dass</p> <p>Fernab der oftmals bescheinigten Marktreife vieler Smart Meter Modelle traten in den Feldtests der Modellregionen Schwierigkeiten bei der Installation und der Fehlerdiagnose auf. Auch Kommunikationsprobleme wurden von den Modellregionen berichtet. Einzelne Zähler waren plötzlich ohne einen ersichtlichen Grund nicht mehr erreichbar.</p>
	<p>Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat unter <a href="https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/SmartMeter/smartmeter_node.html">https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/SmartMeter/smartmeter_node.html</a> Schutzprofile für das Sicherheitsmodul und das</p>

<p><b>Weitere Quellen:</b></p> <p><b>wichtige</b></p>	<p>Smart Metering Gateway als auch eine Technische Richtlinie verfasst.</p> <p>Ernst &amp; Young haben in einer „Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler“ Roll-out Szenarien für die Ausrüstung von Privathaushalten mit intelligenten Zählern analysiert und bewertet.</p>
<p><i>Energiemanager Gateway/Energiemanager:</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Steuerzentrale im Haushalt, energetische Optimierung nach Netz-, Markt-, Wetter- und Verbraucherverhalten</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Der Energiemanager ist nötig, um die automatisierte Steuerung von Verbrauchs-, Erzeugungs- oder Speicheranlagen im Haushalt zu erreichen. Diese Steuerfähigkeit wird in E-Energy dazu benutzt, um auf Preis- und Effizienzsignale zu reagieren und somit die Bedürfnisse von Kunden, Markt und Netz in Einklang zu bringen. Er bildet die Brücke zwischen Backendsystemen und dem Kundennetzwerk. Der Energiemanager bietet dem Kunden Komfort- und Effizienzgewinn und verbindet Smart Home Funktionen (Automatisierung, Sicherheit, Assistenz- und Komfortfunktionen) mit der Aufgabe des Energiemanagements, das zum Beispiel zur frühzeitigen Erkennung und Behebung von Engpässen genutzt wird.</p> <p>Um bestimmte Klassen von Geräten zu erfassen, implementiert der Energiemanager verschiedene Gerätemodelle, die er innerhalb der lokalen Optimierung erfassen kann. Je nach Art des Geräts und dessen Steuer- bzw. Prognostizierbarkeit werden unterschiedliche Optimierungsstrategien angewendet. Je nach der Fähigkeit, eines Gerätes, sein eigenes Verhalten mitzuteilen, es vorherzusagen als</p>

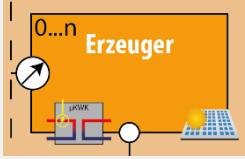
	<p>auch es zur Lastverschiebung zu nutzen, kann so ein Modell für verschiedene Geräte erstellt werden, das für die lokale Optimierung eingesetzt werden kann.</p> <p>Energiemanager werden aus unserer Sicht entweder als eigenständige Geräte oder zumindest als Bestandteil von kommerziellen Geräten des Smart Home Sektors erhältlich sein und in der Unterobjektnetzzone installiert werden. Energiemanager unterliegen zwar nicht der Regulierung, müssen aber als zentrales Element der Netzstabilisierung hohen Anforderungen genügen. Die kommunikative Anbindung der Energiemanager an den Haushalt und an externe Kommunikationspartner muss verlässlich sein und sich nicht durch den Kunden beeinflussen lassen.</p>
<b>Schnittstellen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Zu Energiemanager, Aggregator oder Integrator</li> <li>(2) Zu Feedbacksystemen, Smart Meter, Intelligenten Geräte, Speicher, Erzeuger, Haussteuerungssystem</li> </ol>
<b>Wichtige Datentypen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Istfahrplan</li> <li>b) Kannfahrplan</li> <li>c) Differenzkannfahrplan</li> </ol> </li> <li>2) Effizienzsignal             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Virtuelles Effizienzsignal</li> <li>b) Reelles Effizienzsignal</li> </ol> </li> <li>3) Preissignal</li> <li>4) Serviceinformationen</li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intern: Energiemanagement im Smart Home (2)             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Kommunikation mit Verbrauchern, Speichern und Erzeugern: Die Funktion umfasst die Erkennung und Einrichtung von intelligenten Geräten, den Empfang von anlagenspezifischen Fahrplänen als auch die Steuerung von intelligenten Anlagen auf Grund von Ergebnissen aus lokaler Optimierung über die Protokolle EEBus, KNX, ZigBee, proprietäre herstellerspezifische Protokolle und IEC 61850 meist für größere Anlagen. Die Steuerung kann entweder durch direkte Kommunikation mit einem intelligenten Verbraucher stattfinden oder durch die Anbindung einer intelligenten Gebäudeautomation geschehen. Zusätzlich kann vom Energiemanager der aktuelle Verbrauch des Geräts abgefragt werden.</li> <li>o Lokale Optimierung (intern): Optimierung der Fahrpläne intelligenter Verbrauchs-, Erzeugungs- und Speicheranlagen. Rahmenbedingungen für die Optimierung sind Preis-, Effizienzsignal und Prognosen (Er-</li> </ul> </li> </ul>



	<p>zeugung, Verbrauch, Wetter), und die Vorgaben des Kunden, die über Steuerungsdisplays von intelligenten Geräte, über ein Home Management System oder Feedbacksysteme dem Energiemanager übermittelt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Feedbackbereitstellung: Verbrauchs-, Erzeugungs- und Energiemanagementdaten werden für die Visualisierung in den Energy Apps als Feedbacksysteme zur Verfügung gestellt.</li> <li>- Extern: Signalmanagement und Gatewayfunktion (1)             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Versenden des Fahrplans (an EM Betreiber oder Integrator): Ein aggregierter Differenzkannfahrplan wird versendet, den zum Beispiel der Aggregator zu Angeboten bündeln oder der Lieferant zur Beschaffungsoptimierung nutzen kann.</li> <li>○ Preis- und Effizienzsignale empfangen: Die Preissignale können vom Lieferant über Marktplatz und den EM Betreiber an den Energiemanager übermittelt werden. Das Effizienzsignal, das netzgetriebene Anreize kommuniziert, wird durch den Aggregator versendet. Gemeinsam bilden Effizienz- und Preissignal Eingangsgrößen für die lokale Optimierung und können durch Feedbacksysteme visualisiert werden.</li> <li>○ Serviceinformationen empfangen und verarbeiten: Wurden auf dem Marktplatz Services durch den Kunden abonniert, können diese vom Energiemanager empfangen und verarbeitet werden, zum Beispiel zur Weitergabe an Feedbacksysteme oder zur Nutzung zur lokalen Optimierung.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Erfahrungen aus den Modellregionen:</b></p>	<p>Als Middleware für die Realisierung des Energiemanagers wurde in den Modellregionen das Open Source Framework OGEMA eingesetzt oder von Seiten der Modellregionen ein eigenes Framework entwickelt.</p> <p>Von besonderer Wichtigkeit war es, verschiedene Protokolle zur Anbindung von Geräten zur Verfügung zu stellen, um somit flexible Möglichkeiten zum Anschluss zu bieten. Zur Vereinheitlichung dieser verschiedenen Protokolle wurde in E-Energy der EEBus Standard geschaffen, der es erlaubt, Geräte flexibel über Funk, Ethernet oder Powerline anzubinden.</p>
<p><b>Weitere wichtige Quellen:</b></p>	<p>Die EEBus Initiative hat ein Whitepaper mit dem Titel "EEBus White Paper 2.0 -focusing on Energy Management and standardization efforts-" herausgegeben, das die Funktionen des Energiemanagement als zukünftigen Mittler zwischen Smart Grid und Smart Building herausstellt.</p>

<i>Intelligente Verbraucher:</i>	
<b>Zweck:</b>	Komfortfunktionen für den Kunden, Steuerungsmöglichkeit für den EM
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Intelligente Verbraucher stellen Geräte da, die ihr geplantes Verbrauchsverhalten dem Energiemanagement kommunizieren als auch im Falle von steuerbaren Geräten Fahrplanänderungen zulassen können. Typische intelligente Verbraucher in E-Energy sind Kühlschränke, Gefrierschränke, Waschmaschinen, Geschirrspüler und Trockner, die über Kommunikationstechnik vom Energiemanager angesteuert werden. Zentrales Ziel dieser Steuerung, die innerhalb des Demand Side Managements durchgeführt wird, ist die Lastverschiebung.
<b>Schnittstellen</b>	(1) Energiemanager über HAN (2) Kunde über Anzeige an Gerät
<b>Wichtige Datentypen</b>	1) Fahrplan a) Istfahrplan b) Kannfahrplan
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrplanerstellung (intern): Intelligente Geräte haben die Fähigkeit, einen Fahrplan zu erstellen, der ihr Verhalten repräsentiert und Prognosen über das Verhalten enthält. Bei Fahrplänen unterscheidet man in Kannfahrpläne und Istfahrpläne. Kannfahrpläne enthalten Freiheitsgrade und können innerhalb dieser Freiheitsgrade beeinflusst werden. Istfahrpläne repräsentieren das festgesetzte Verhalten eines Verbrauchers, das keinerlei Freiheitsgrade mehr enthält.</li> <li>- Fahrplanübermittlung (1): Intelligente Geräte senden ihren Kannfahrplan (der Fahrplan des Gerätes mit möglichen Freiheitsgraden) an das Energiemanagement, um lokale Optimierung unter Berücksichtigung des Preis- und Effizienzsignal zu ermöglichen.</li> <li>- Externe Fahrplanänderung (1): Fahrpläne des intelligenten Verbrauchers können vom Kunden oder vom Energiemanager geändert werden, um dessen Verbrauchsverhalten zu beeinflussen. Es können die Freiheitsgrade von Kannfahrplänen eingeschränkt oder Istfahrpläne (Fahrpläne ohne Freiheitsgrade) für das Gerät festgesetzt werden.</li> </ul>

<p><i>Haussteuerungssystem/Kontrolladapter/Herkömmliche Verbraucher:</i></p>	
<b>Zweck</b>	Smart Home Funktionalität, Generische Ansteuerung von Verbrauchern
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Aufgabe der Intelligenten Gebäudeautomatisierung ist es, die Steuerung von im Haushalt oder Gebäude befindlichen Geräten und Anlagen zu übernehmen und damit zu automatisieren.</p> <p>Dadurch erreicht werden neben diversen Automatisierungsaufgaben, auch Smart Home Funktionen im Bereich der Energieeffizienz, des Komforts, der Assistenz und Gesundheit (vorallem im Bereich des betreuten Wohnens) und im Bereich der Sicherheit.</p> <p>In E-Energy wurden diese Systeme meist für die Steuerung von Verbrauchern eingesetzt, die selbst nicht über eine intelligente Steuerung verfügen. Hierfür standen Schaltsteckdosensysteme als Kontrolladapter und ein passendes Managementsystem zur Verfügung.</p>
<b>Schnittstellen:</b>	<p>(1) Energiemanager über HAN          (2) Kunde über Feedbacksystem</p>
<b>Wichtige Datentypen</b>	<p>1) Fahrplan          a. Kannfahrplan          b. Istfahrplan</p>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrolladapter fernsteuern (intern): Kontrolladapter können durch die Automatisierung ferngesteuert werden, um zum Beispiel Schaltbefehle zu geben.</li> <li>- Submeterfunktion - Energieverbrauch messen und senden (intern/1): Der Energieverbrauch eines angeschlossenen Geräts kann über den Kontrolladapter ausgelesen und überwacht werden.</li> <li>- Steuerung durch Energiemanager (1):</li> </ul>

	<p>Das Gebäudeautomationssystem kann durch den Energiemanager ferngesteuert werden, indem Fahrpläne übergeben werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrplanerstellung für Energiemanager (intern): Das Gebäudeautomationssystem übermittelt Kannfahrpläne ausgewählter Verbraucher an den Energiemanager.</li> </ul>
<p><i>Erzeuger:</i></p>	
<p><b>Zweck</b></p>	<p>Dezentrale Erzeugung, Einspeisevergütung, Eigenversorgung</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Auch bei Haushaltskunden werden immer häufiger dezentrale Energieerzeugungsanlagen auf Niederspannungsebene installiert. Die Möglichkeiten zur Steuerung von Erzeugung aus PV-Anlagen sind aufgrund ihrer grundsätzlichen Volatilität begrenzt, können jedoch durch den Einsatz von IKT (z.B. intelligente Wechselrichter) flexibilisiert werden. Die Erzeugung aus PV-Anlagen und darüber hinaus Windanlagen kann jedoch mittels Wetterdaten und Zählerdaten der Anlage prognostiziert und in die lokale Optimierung des Energiemanagers eingerechnet werden. µKWK Anlagen sind Erzeuger, die vom Energiemanager gezielt angesteuert werden können.</p>
<p><b>Schnittstellen:</b></p>	<p>(1) Energiemanager über HAN</p>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blindleistungsbereitstellung (intern/1): Wechselrichter von Erzeugern können vom Energiemanager dafür benutzt werden, die Erzeugung von Blindleistung zur Spannungsstabilisierung zu steuern.</li> <li>- Steuerung der Erzeugung (1): In speziellen Situationen kann es günstig sein, die erzeugte Energiemenge bewusst zu reduzieren oder zu erhöhen. Diese Fähigkeit von Erzeugern kann vom Energiemanager abgerufen werden. Je nach Erzeugungsanlage ist die Steuerung vollkommen (µKWK Anlage) oder nur teilweise (Solaranlage über Wechselrichter) steuerbar.</li> <li>- Übermittlung von Erzeugungsprognosedaten (1): Erzeuger können dem Energiemanager nötige Daten zur Prognoseerstellung übermitteln, um so die lokale Optimierung zu</li> </ul>

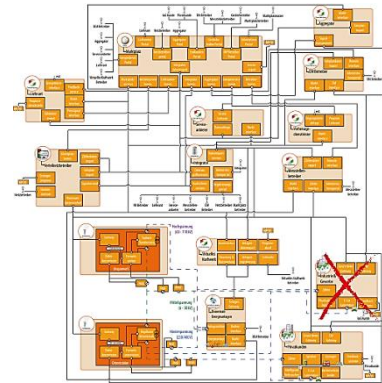
	verbessern. Eventuell abonnierte Services, zum Beispiel zur Wetterprognose, können diese Vorhersage noch verbessern.
<i>Speicher:</i>	
<b>Zweck</b>	Flexibler Puffer (z.B. Batteriespeicher) zur Maximierung des Eigenverbrauchs erneuerbarer Energien
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Als Speicheranlage für Haushaltskunden wurden in E-Energy vereinzelt und bei wenigen Kunden Batteriespeicher eingesetzt, die durch die lokale Optimierung gezielt auf- oder entladen wurden. Dieser lokale Puffer im Haushalt diente dazu, kurzfristige Schwankungen in der lokalen Erzeugung auszugleichen und Überschüsse zu speichern.
<b>Schnittstellen:</b>	(1) Energiemanager über HAN
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übermittlung von Speicherdaten (1): Der lokalen Optimierung werden Daten des Speichers wie Füllstand, Maximalkapazität, Selbstentladerate, Wirkungsgrad, Leistung übermittelt.</li> <li>- Steuerung des Speichers (1): Der Speicher kann über Fahrpläne durch den Energiemanager gesteuert werden.</li> </ul>
<i>E-Car Ladestation:</i>	
<b>Zweck:</b>	E-Mobility, Steuerung der Ladezyklen
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Das Thema E-Mobilität war in E-Energy kein starker Schwerpunkt, jedoch wurde evaluiert, inwiefern sich auch Ladezyklen in die lokale Optimierung einplanen lassen. Die eigentliche Ladeinfrastruktur wurde in den E-Mobility Schwesterprojekten bearbeitet.
<b>Schnittstellen:</b>	(1) Energiemanager über HAN
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lademanagement (1):</li> </ul>

	<p>Der Energiemanager steuert das Lademanagement als Teil der lokalen Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrplanübermittlung (1): Auch die Ladesäule kann wie andere Geräte Fahrpläne an den Energiemanager übermitteln.</li> </ul>
<p><i>Feedbacksysteme:</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Information des Kunden, Verbrauchstransparenz, Selbstkontrolle, Gerätekonfiguration</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Feedbacksysteme spielen eine zentrale Rolle in der Welt des Haushaltskunden. Sie ermöglichen es einerseits dem Kunden, seinen Verbrauch und seine Erzeugung einzusehen, stellt Preissignale optisch dar, um es dem Kunden zu ermöglichen sein Verhalten anzupassen, ermöglichen es aber auch, Einstellungen an Energiemanager und an intelligenten Geräten oder Haussteuerungssystemen vorzunehmen. Für Feedbacksysteme gibt es eine Vielzahl an Endgeräten, die als Benutzerschnittstelle verwendet werden können. Unter anderem kommen dafür mobile Endgeräte (Anwendungen und Apps auf Tablets, Mobiltelefonen und Laptops), speziell angepasste Endgeräte (Energieampeln, Displays) oder Webbrowser zur Darstellung und Bedienung zum Einsatz. Zusätzlich können durch Feedbacksysteme spezielle abonnierte Services (Energetische Optimierung, Informationen des Lieferanten, Wetterdienst, Erzeugungsvorhersage, tarifliche Optimierung) vom Marktplatz vermittelt und genutzt werden.</p>
<p><b>Schnittstellen:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Energiemanager über HAN</li> <li>(2) Smart Meter über HAN</li> <li>(3) Kunde über Anzeigegeräte (Mobile Geräte, Displays, Browser)</li> <li>(4) Serviceexport des Marktplatzes über WAN</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preissignal einsehen (1): Der Kunde wird grafisch über das Preissignal des aktuellen Tages informiert und kann so einsehen, wann welcher Strompreis gilt</li> <li>- Informationen über Stromverbrauch und -erzeugung</li> </ul>

	<p>Der Kunde kann sein Verbrauchs- und Erzeugungsverhalten hochaufgelöst einsehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konfiguration von Energiemanager, intelligenten Geräten und Haussteuerung Über Feedbacksysteme ist es dem Kunden möglich, Konfiguration des Energiemanagers, von intelligenten Geräten als auch der Haussteuerung vorzunehmen.</li> <li>- Serviceimport Über Feedbacksysteme kann der Kunde auf externe Serviceinformationen zugreifen, die er von seinen Anbietern oder Serviceanbietern durch den Marktplatz übermittelt bekommt</li> </ul>
<p><b>Erfahrungen aus den Modellregionen:</b></p>	<p>Von den Modellregionen wurden vielfältige Feedbacksysteme angewendet. Inter anderem wurden Webapplikationen entwickelt, Stromampeln, Apps für iPad, iPhone und iPod, die im Kundeneinsatz eingesetzt wurden. Eine tiefere Evaluation der Feedbacksysteme findet sich im Kapitel 6.</p>

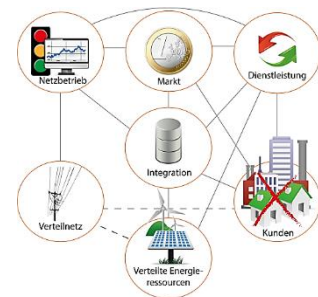
## 7.2 INDUSTRIE- UND GEWERBEKUNDE

Kunden aus der Industrie- und dem Gewerbe verbrauchen einen Großteil des produzierten Stroms. Insofern ist ihr Potential, eine entscheidende Rolle im intelligenten Energiesystem zu spielen als hoch einzuschätzen. Sowohl im Bereich der Energieeinsparung (um Lastspitzen zu senken) als auch im Demand Side Management wurden viele industrielle und gewerbliche Anlagen nie auf diese Fähigkeiten hin untersucht und optimiert. In E-Energy wurden daher auch von vielen Modellregionen Industrie- und Geschäftskunden ausgewählt, die im Besitz von Anlagen mit hohem Potential zur Flexibilisierung sind, wie z.B. Kühllager, Kühlhäuser, Kläranlagen, und verbundenen KWK Anlagen und BHKWs. Es wurde untersucht, welche Rolle die Industrie und das Gewerbe im intelligenten Energiesystem spielen kann und welche IK Technologie nötig war, um sie systemisch einzubinden.



- *Zugeordnete Domäne:*

Das System des Industrie- und Gewerbekunden befindet sich in der Kundendomäne. Sie ist mit den Domänen Integration, Markt und Dienstleistung kommunikativ und physisch mit dem Verteilnetz, dem Mittelspannungsnetz oder dem Hochspannungsnetz (für energieintensive Betriebe – nicht untersucht in E-Energy) verbunden.



- *Systemkontext:*

Industrie- und Gewerbekunden umfassen Kunden, die prinzipiell aus allen Wirtschaftszweigen stammen können und die Anlagen besitzen, die zur Steuerung eingesetzt werden können. Entscheidend für E-Energy war das Potential des Kunden, seine Anlagen im Sinne des Demand Side Managements effektiv nutzen zu lassen als auch die Bereitschaft des Kunden, in bestehende Anlagenprozesse steuernd eingreifen zu lassen. Je nach Ausrüstung und Bestimmungszweck der Anlage ist unterschiedlicher Aufwand nötig, um sie an eine Steuerung anzubinden.

- *Oft verwendete Synonyme:*

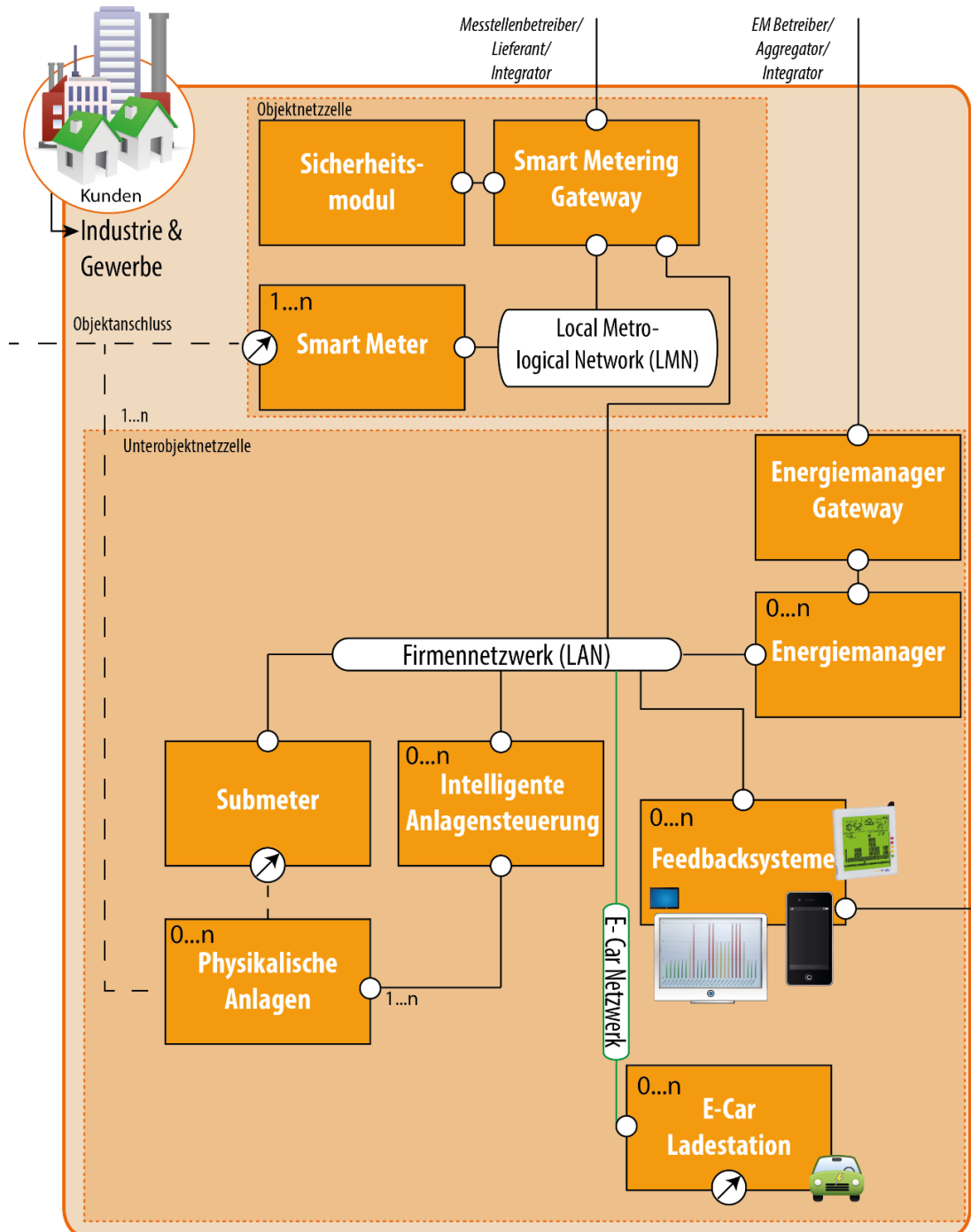
Gewerblicher Kunde, Geschäftskunde, Industriekunde

- *Verwendete Abkürzungen:*

Keine bekannt.



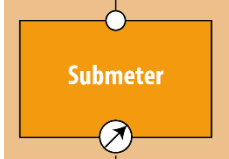
Architektur des Systems:




- Beschreibung der Architektur

Die Architektur des Industrie- und Gewerbekunden ist ähnlich zu der Architektur des Privatkunden aufgebaut. Um Redundanzen in der Beschreibung zu vermeiden, gehen wir in der Diskussion der Komponenten nur auf abweichende Komponenten ein.

- *Beschreibung* der Komponenten:

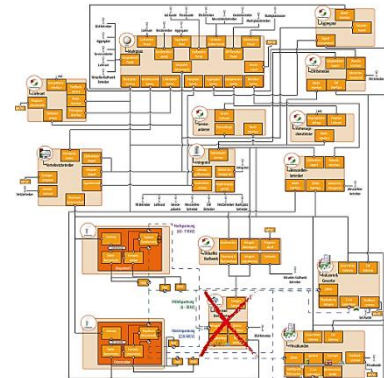
<p><i>Submeter</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Flexible Messungen einer Anlage, Energieberatungsgrundlage, Visualisierung der Messwerte</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Submeter werden eingesetzt, um an speziellen, neuralgischen Punkten innerhalb einer Anlage Messungen durchzuführen. Diese Messungen können visualisiert und ausgewertet werden und zum Beispiel für die Optimierung des Energieverbrauchs durch Prozessänderungen eingesetzt werden. Submeter liefern auch Erkenntnisse über das Verhalten von Anlagen bei bestimmten Änderungen in deren Steuerung und können somit dazu eingesetzt werden, die Anlage zur Lastverschiebung einzusetzen. Viele Betriebe setzen schon heute auf Submeter, um zum Beispiel die interne Abrechnung und Kostenstellenzuordnung zu bewerkstelligen oder den Verbrauch von Anlagen zu optimieren. In E-Energy wurde der Submeter als flexibles Gerät realisiert, das mehrere Messzange besitzt. Diese Messzangen wurden benutzt, um verschiedene Leitungsstränge zu messen. Der Submeter kann mobil oder stationär eingesetzt werden.</p>
<p><b>Schnittstellen</b></p>	<p>(1) Energiemanager über Firmennetzwerk (2) Feedbacksystem über Firmennetzwerk</p>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parallele Messungen (intern) Der Submeter ist fähig, verschiedene Messungen parallel durchzuführen und zu archivieren. Diese Messungen können zur energetischen Optimierung von Prozessen genutzt werden.</li> <li>- Visualisierung/Zugriff der Messdaten (1/2) Der Submeter besitzt die Möglichkeit über eine LAN Schnittstelle einen Zugriff auf die Messdaten sowie deren Visualisierung ermöglicht.</li> </ul>

<p><i>Intelligente Anlagensteuerung:</i></p>	
<b>Zweck:</b>	Anlagenspezifischer Adapter, Anlagenüberwachung, Sensorerfassung, Protokollschnittstelle
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die intelligente Anlagensteuerung wird eingesetzt, um den Zugriff auf eine Anlage durch den Energiemanager zu ermöglichen. Hierzu ist, sofern die Anlage nicht bereits über eine digitale Steuerung verfügt, einiger Aufwand nötig. Je nach Anlagentyp muss zuerst festgestellt werden, wie die Anlage gefahren werden kann, welche Steuermöglichkeiten es gibt und welche Werte (zum Beispiel Temperatur) für die Steuerungsmöglichkeiten eine Rolle spielen und durch Sensoren überwacht werden müssen. Viele Anlagen mussten durch eine Schaltprogrammierbare Steuerung (SPS) angesteuert werden. Die intelligente Anlagensteuerung erstellt aus der Erprobung von Steuersignalen und Sensorbeobachtungen ein Modell der Anlage und kann so feststellen, welche Steuermöglichkeiten und Constraints die spezifische Anlage besitzt. Die intelligente Anlagensteuerung stellt die Fähigkeiten der Anlage z. B. mit Hilfe des IEC 61850 Protokolls dem Energiemanager zur Verfügung, so dass deren Fähigkeiten im Rahmen einer lokalen Optimierung eingesetzt werden können.</p>
<b>Schnittstellen</b>	<p>(1) Energiemanager über Firmennetzwerk (oft durch IEC 61850 oder IEC 60870)                  (2) Physikalische Anlage über Schnittstelle wie SPS</p>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellerstellung (2)                      Die intelligente Anlagensteuerung hat die Fähigkeit, ein Anlagenmodell durch Lernverfahren aufzubauen und somit die Steuerfähigkeiten der Anlage zu erfassen. Beschränkungen der Anlage sowie Zeitpläne werden dabei berücksichtigt. Für manche Anlagen ist die Modellerstellung nicht nötig und kann dadurch auch entfallen.</li> <li>- Anlagenbereitstellung (1)                      Die intelligente Anlagensteuerung kann dem Energiemanager die Steuerungsfähigkeiten der Anlage bereitstellen, so dass diese im Rahmen der lokalen Optimierung eingeplant werden kann.</li> </ul>

	
<i>Physikalische Anlagen:</i>	
<b>Zweck:</b>	Abhängig von Industrie- und Gewerbebezug
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Physikalische Anlagen repräsentieren firmenspezifische Anlagen aller Art, die durch eine angepasste Steuerung zur lokalen Optimierung eingesetzt werden können.
<b>Schnittstellen</b>	(1) Intelligente Anlagensteuerung
<b>Erfahrungen aus den Modellregionen:</b>	In E-Energy wurden durch manche Modellregionen Versuche gestartet, Anlagen von IuG Kunden zu steuern. Es wurden hierfür Tiefkühlager, Kühlhäuser, Kläranlagen, Schwimmbäder. Die Aufwände, um einzelne Anlagen steuerbar zu machen

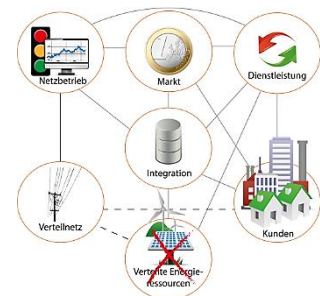
### 7.3 DEZENTRALE ENERGIEANLAGEN

Dezentrale Energieanlagen stellen einen wichtigen Teil des intelligenten Energiesystems dar. Windkraftanlagen, Solaranlagen, oder Biogasanlagen, aber auch andere große Anlagen wie Kühlhäuser können als dezentrale Energieanlage bezeichnet werden. Ebenso werden manchmal Windparks, Solarparks, Wasserkraftwerke als auch Pumpspeicherkraftwerke zur dezentralen Stromversorgung hinzugezählt, allerdings ist hier der Übergang zur zentralen Stromerzeugung aufgrund der Anlagenleistung, gerade bei größeren Anlagen, fließend. Ihre Fähigkeit zur dezentralen Stromerzeugung oder Lastverschiebung macht dezentrale Energieanlagen zu einem wertvollen Baustein im intelligenten Energiesystem. Zusammengefasst in virtuellen Kraftwerken erhöhen sie ihre Effektivität und ihre Vermarktbarkeit.



- *Zugeordnete Domäne:*

Dezentrale Energieanlagen sind der Domäne Dezentrale Energieressourcen zugeordnet. Diese ist mit den Domänen Markt und Dienstleistung kommunikativ und physisch mit dem Verteilnetz, dem Mittelspannungsnetz oder dem Hochspannungsnetz (für große Windparks, zum Beispiel) verbunden.



- *Systemkontext:*

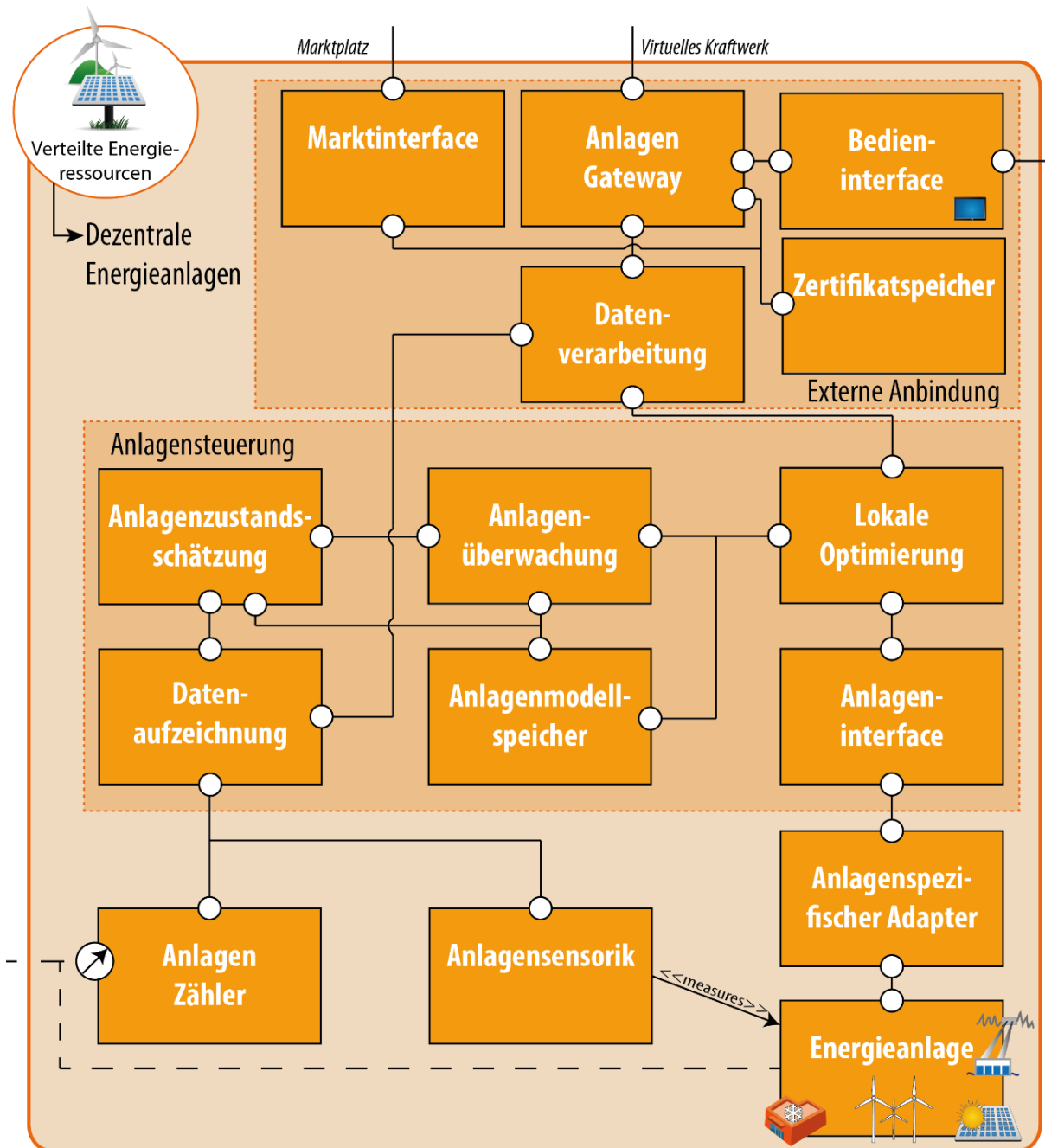
Dezentrale Energieanlagen sind je nach Anlagentyp idealerweise dort zu finden, wo durch Standortgegebenheiten günstige Bedingungen für die Anlage bestehen. Die Besitzverhältnisse der Anlage variieren stark, hängen jedoch mit Anlagengröße und -standort zusammen.

- *Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

Dezentrale Erzeugungsanlagen (als Hyponym) beschränken sich auf Dezentrale Energieanlagen, die ausschließlich Strom erzeugen. Hierunter fallen z.B. keine Pumpspeicherkraftwerke oder Kühlhäuser, die jedoch als dezentrale Energieanlagen aufgefasst werden können.

- *Verwendete Abkürzungen:* DEA

Architektur des Systems:



▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Eine dezentrale Energieanlage setzt sich aus Systemen zur Steuerung der Kommunikation mit virtuellem Kraftwerk und Marktplatz, aus Steuer- und Überwachungssystemen und anlagen-spezifischen Systemen zusammen. Je nach Anlagentyp und deren Anbindung an das virtuelle Kraftwerk gibt es unterschiedliche Steuerziele, die durch die Anlagensteuerung erreicht werden sollen.

▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*

<p><i>Externe Anbindung</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Marktkommunikation, Sicherheitsmanagement, Fahrplanüberprüfung</p> <p style="text-align: center;">VK</p> <p>Kommunikation, Nutzeranbindung,</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Die externe Anbindung der DEA regelt die Kommunikation mit den Marktservices über das Marktinterface als auch mit dem Virtuellen Kraftwerk über das Anlagengateway. Über den Zertifikatspeicher können Kommunikationspartner sicher identifiziert werden, das Bedieninterface ermöglicht es dem Anlagenbetreiber auf wichtige Funktionen zuzugreifen.</p>
<p><b>Schnittstellen:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Marktservices über Marktinterface</li> <li>(2) Virtuelles Kraftwerk über Anlagen Gateway</li> <li>(3) Anlagenbetreiber über Bedieninterface</li> <li>(4) Lokale Optimierung über Datenverarbeitung</li> <li>(5) Datenaufzeichnung über Datenverarbeitung</li> </ol>
<p><b>Wichtige Datentypen</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Istfahrplan</li> <li>b) Kannfahrplan</li> </ol> </li> <li>2) Zertifikat</li> <li>3) Anlagenmodell</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<p>- Anlagendaten und verfügbare Dienste an Marktplatz übermitteln (1) Verfügbare Dienste der Anlage können bei Angebotserstellung durch die Anlage an den Marktplatz gesendet werden</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abschlussbestätigung erhalten (1) Das Marktinterface erhält bei Abschluss eines Vertrags die Daten des Virtuellen Kraftwerks.</li> <li>- Registrierung bei Virtuellem Kraftwerk (2) Die Anlage kann sich nach einem Vertragsabschluss am Marktplatz selbständig bei einem Virtuellen Kraftwerk registrieren.</li> <li>- Steuerung und Überwachung der Anlage durch Virtuelles Kraftwerk (2/4/5) Die Anlage kann Fahrpläne an das VK versenden und von diesem Fahrpläne erhalten, die umzusetzen sind. Das Virtuelle Kraftwerk nutzt die Schnittstelle um auf Daten der Anlage zuzugreifen und die Anlage zu überwachen.</li> </ul>
	<div style="text-align: center;"> </div> <p><i>Anlagensteuerung</i></p>
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Lokale Optimierung, Überwachung, Fahrplanumsetzung</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Die Anlagensteuerung übernimmt die Steuerung der Anlage nach Vorgabe des Virtuellen Kraftwerks. Zur Steuerung der Anlage gehört auch die Überwachung der eingehenden Sensorwerte, die Interpretation der aktuellen und historischen Sensorwerte aufgrund eines Anlagenmodells und die Zustandsschätzung der Anlage. Zusätzlich sorgt ein Anlageninterface für eine Zugriffsschicht auf die Funktionen der Anlage, die von der Lokalen Optimierung nutzbar sind. Die Anlagensteuerung sollte generisch für mehrere Anlagentypen einsetzbar sein. Für bestimmte Anlagentypen die eine weitgehende Optimierung nach Fahrplanvorgabe nicht unterstützen, können Teile der Anlagensteuerung entfallen.</p>
<p><b>Schnittstellen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Anlagenzähler und Anlagensensorik über Datenaufzeichnung</li> <li>(2) Fahrplanverarbeitung über Lokale Optimierung</li> <li>(3) Anlagenspezifischer Adapter über Anlageninterface</li> <li>(4) Datenverarbeitung über Datenaufzeichnung</li> </ul>

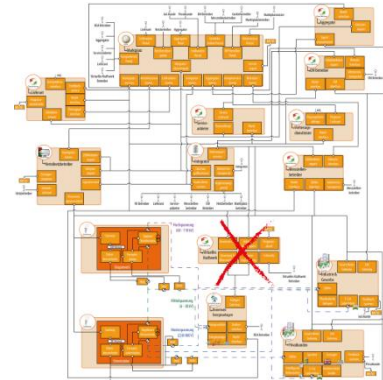


<p><b>Wichtige Datentypen:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Istfahrplan</li> <li>b) Kannfahrplan</li> </ol> </li> <li>2) Anlagenmodell</li> <li>3) Sensordaten (anlagenspezifisch)</li> <li>4) Zählerdaten</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokale Optimierung (1,2,3): Die lokale Optimierung versucht, den Ertrag der Anlage innerhalb gegebener Parameter zu maximieren. Vorgaben für die Steuerung erhält sie entweder vom Virtuellen Kraftwerk oder durch den Anlagenbetreiber.</li> <li>- Überwachung (1): Die Anlage wird fortwährend auf ihren korrekten Betrieb hin überwacht. Die Überwachung besteht dabei aus der Auswertung von Sensor- und Zählerdaten, der Zustandsschätzung und dem Vergleich mit dem Anlagenmodell.</li> <li>- Datenübermittlung (4) Die Datenaufzeichnung übermittelt Daten über die Datenverarbeitung, die für die Aggregation zuständig ist, an das Virtuelle Kraftwerk</li> <li>- Fahrplannerhalt und -übermittlung (2): Die Anlagensteuerung kann Fahrpläne erhalten und diese versuchen umzusetzen aber auch ihre aktuellen Fahrpläne an das VK übermitteln.</li> </ul>
<p><i>Energieanlage</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Energieerzeugung (z.B. PV Anlage, Windturbinen, Biogasanlagen), Energiespeicherung (z.B. Pumpspeicherkraftwerke), Lastverschiebung (Kühlhäuser), Systemdienstleistungen</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Energieanlagen wurden in E-Energy als Teile von Virtuellen Kraftwerken und als verteilte Energieressource oder im Bereich des Industrie- und Gewerbekunden betrachtet. Hauptunterschied war hierbei die Organisationsform und die</p>

	<p>technische Anbindung. Während ein Virtuelles Kraftwerk enger an die Energieanlage gekoppelt ist und damit Zugriff auf interne Daten zur Überwachung besitzt, ist eine physikalische Anlage (das Pendant im System des Industrie- und Gewerbekunden) weitestgehend durch das Energiemanagement Gateway nach außen abstrahiert.</p> <p>Ein weiteres Unterscheidungskriterium ist der Anteil an Erzeugern. Während im Konzept der Energieanlage und des Virtuellen Kraftwerk vor allem Erzeuger zum Einsatz kommen, ist dies für den Industrie- und Gewerbekunden eher selten der Fall.</p> <p>Energieanlagen werden über einen anlagenspezifischen Adapter an die Anlagensteuerung angebunden, der das allgemeine Steuerinterface auf eine spezifische Anlagensteuerung umsetzt.</p>
<b>Schnittstellen</b>	<p>(1) Anlagen Interface über Anlagenspezifischer Adapter  (2) Datenaufzeichnung über Anlagensensorik und Anlagenzähler</p>
<b>Wichtige Datentypen</b>	<p>1) Sensordatum  2) Zählerdaten  3) Steuerbefehle (zum Beispiel über Schaltprogrammierbare Steuerung)</p>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zähler- und Sensordaten übermitteln (2)  Die Datenaufzeichnung kann Zähler- und Sensordaten der Anlage übermittelt bekommen</li> <li>- Steuerbefehle umsetzen (1/intern)  Der Anlagenspezifische Adapter setzt Steuerbefehle, die vom Anlageninterface gesendet werden auf die Steuerung der Anlage um</li> </ul>

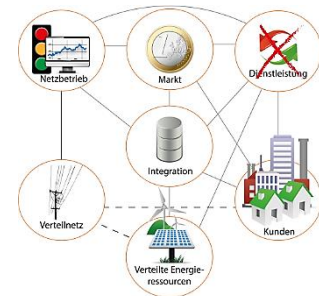
## 7.4 VIRTUELLES KRAFTWERK

Ein Virtuelles Kraftwerk ist eine Zusammenschaltung kleinerer dezentraler Stromerzeugungsanlagen zu einem Verbund mit gemeinsamer Steuerung. In Erweiterung kann ein Virtuelles Kraftwerk auch Lastmanagement betreiben, um auf diese Weise kleinere dezentrale Einzellasten zu bündeln. Durch ihre Struktur mit kleinen Erzeugern bedingt können virtuelle Kraftwerke die bestehenden Netzstrukturen mit zentralen Großkraftwerken nicht vollständig ersetzen. Vielmehr eröffnet das Konzept des virtuellen Kraftwerks die Möglichkeit zur Ergänzung und Optimierung der bestehenden Strukturen des Energieversorgungssystems.



- *Zugeordnete Domäne:*

Virtuelle Kraftwerke sind der Dienstleistungsdomäne zugeordnet. Zuerst mag es naheliegend sein, Virtuelle Kraftwerke der Domäne Verteilte Energieressourcen zuzuordnen. Doch sind Virtuelle Kraftwerke als verwaltende Einheit nicht als Nutzer des Verteilnetzes anzusehen und stellen für sich genommen keine verteilte Energieressource da, da sie prinzipiell standortunabhängig sind. Virtuelle Kraftwerke erbringen eine Dienstleistung, indem sie kleine Anlagen durch Bündelung für den Markt erschließbar machen.



- *Systemkontext:*

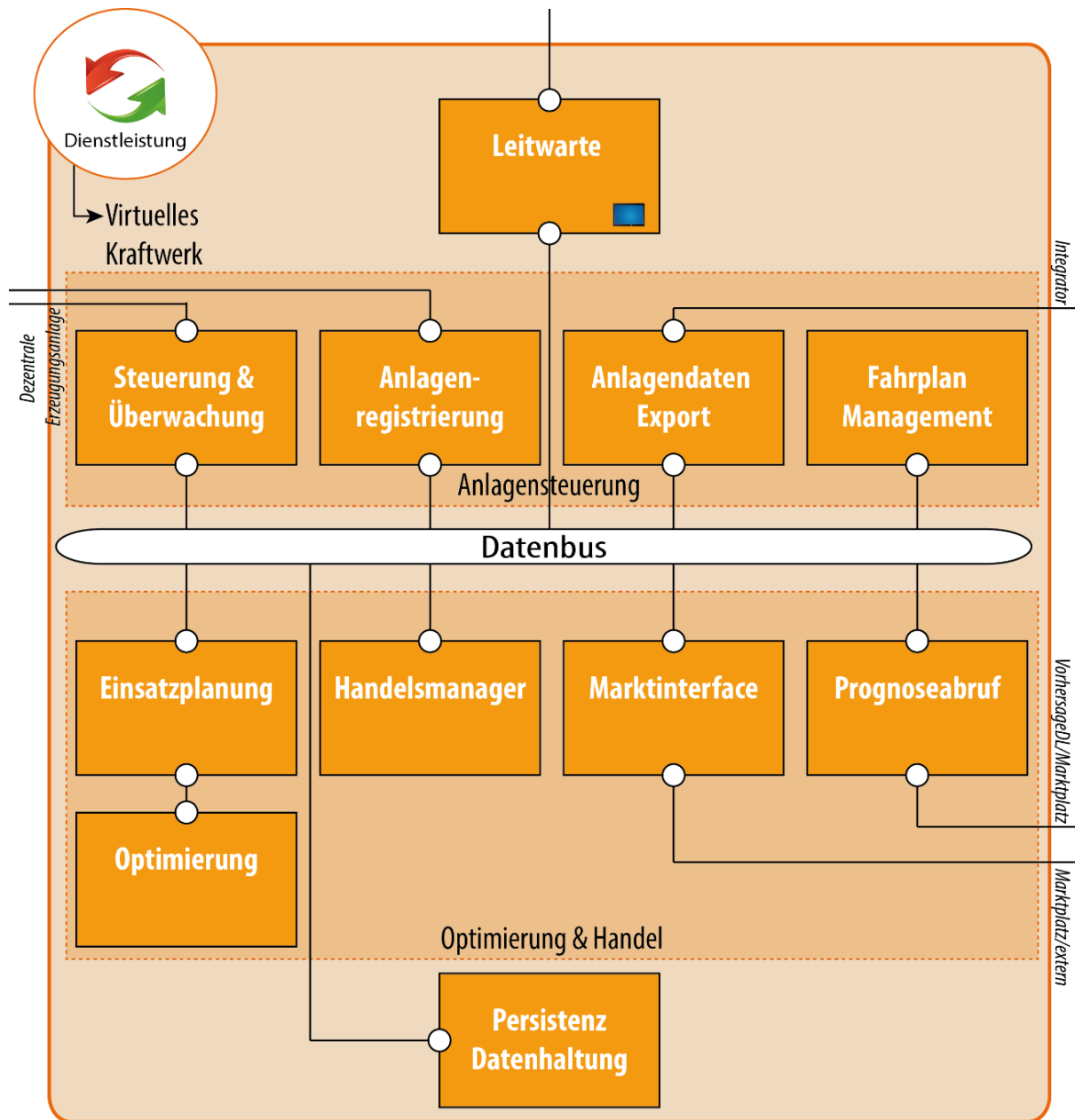
Virtuelle Kraftwerke können prinzipiell durch Marktanbieter, die selbst keine eigene Anlage besitzen, aufgebaut werden. Zwar mag es in manchen Fällen sinnvoll sein, aus einem bestehenden Anlagenverbund zu einem virtuellen Kraftwerk zu machen, es ist jedoch auch möglich, diesen Zusammenschluss durch Angebote auf dem Markt zu realisieren.

- *Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

Schwarmkraftwerk, DEA Cluster, Kombikraftwerk

- *Verwendete Abkürzungen:* VK, VPP (Virtual Power Plant), KKW


Architektur des Systems:



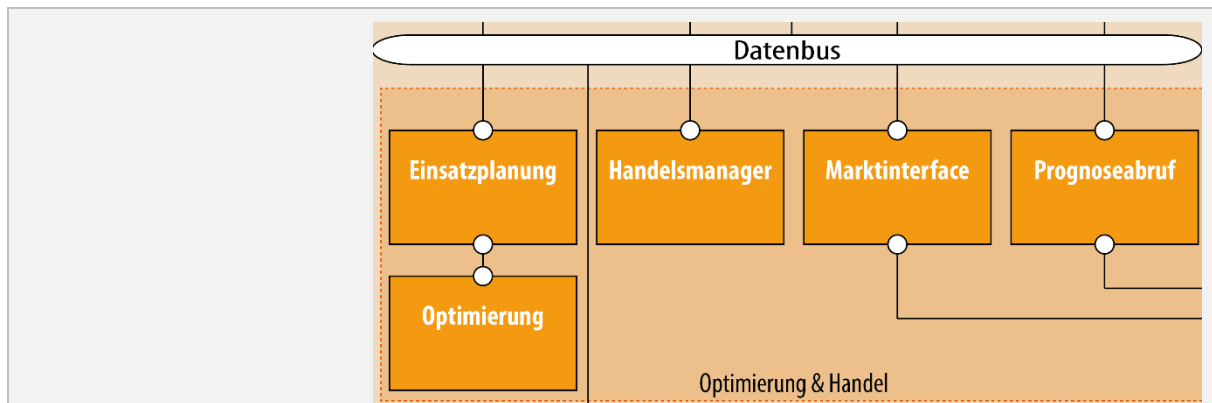
▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Das Virtuelle Kraftwerk bietet einerseits die Möglichkeit, Anlagen zu erfassen, zu verwalten, zu steuern und zu überwachen (Anlagensteuerung). Andererseits optimiert es seinen internen Betrieb fortwährend unter Einbezug von Prognosen und vermarktet sich in Form von Angeboten auf dem Marktplatz (Optimierung & Handel). Für den Betreiber ist das Management des virtuellen Kraftwerks in Form einer Leitwarte gegeben.

▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*

<p><i>Leitwarte</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>VK Verwaltung, Betreiberinterface, Steuerung, Monitoring</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Die Leitwarte stellt für den VK Betreiber eine Benutzeroberfläche für den Betrieb des virtuellen Kraftwerks zur Verfügung. Er kann auf Anlagendaten zugreifen (Topologie, Anlagentyp, momentane Leistungsabgabe, Nennleistung, historische Daten, etc.), sieht den aktuellen Status des Virtuellen Kraftwerks als Verbund. Er kann über das Marktinterface mögliche Vermarktungsoptionen auf einer Marktplattform entscheiden</p>
<p><b>Schnittstellen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Handelsmanager über Datenbus</li> <li>(2) Steuerung/Überwachung über Datenbus</li> <li>(3) Einsatzplanung über Datenbus</li> <li>(4) Persistenz Datenhaltung über Datenbus</li> </ul>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlagendaten abrufen (2/4): Die Leitwarte hat Zugriff auf die Anlagendaten, die teilweise gespeichert (Anlagenstandort, Nennleistung) oder von der Anlage angefordert werden (Momentane Leistungsabgabe, Sensordaten). Die Daten werden dem Benutzer visualisiert und fortwährend aktualisiert</li> <li>- Vermarktungssicht abrufen (1) Die Leitwarte hat Zugriff auf am Marktplatz und an der Börse abgeschlossene Verkäufe von Energiemengen, Abruf von Leistungen durch andere Marktakteure und hat Einsicht auf die Erlöse, die erzielt werden konnten. Zusätzlich können weitere Angebote auf dem Marktplatz eingestellt werden.</li> <li>- Einsatzplanung einsehen (3) Die aktuelle Einsatzplanung für Anlagen kann über die Leitwarte eingesehen</li> </ul>

<p><i>Anlagensteuerung</i></p>	
<b>Zweck:</b>	Überwachung der Anlagen, Steuermöglichkeit, Datenexport, Fahrplanmanagement
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Die Anlagensteuerung ist konzipiert, um die Steuerung der registrierten Anlagen nach Fahrplänen zu realisieren und diese Steuerung zu überwachen. Ferner ermöglicht sie den Export von Anlagendaten (z.B. Standort, aktuelle Fahrpläne) an den Integrator.
<b>Schnittstellen:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) DEA über Steuerung &amp; Überwachung</li> <li>(2) DEA über Anlagenregistrierung</li> <li>(3) Integrator über Anlagendatenexport</li> <li>(4) Einsatzplanung über Datenbus</li> <li>(5) Marktinterface über Datenbus</li> </ol>
<b>Wichtige Datentypen:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Kannfahrplan</li> <li>b) Differenzkannfahrplan</li> <li>c) Istfahrplan</li> </ol> </li> <li>2) Anlagendaten</li> <li>3) Anlagenregistrierung</li> <li>4) Messdaten</li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlage überwachen &amp; steuern (1) Aufgrund der aktuellen Fahrpläne im Fahrplanmanagement kann die Anlage überwacht und gesteuert werden</li> <li>- Export von Anlagendaten (3): Um dem Integrator Zugriff auf Anlagen und Fahrpläne zu gewähren, können Anlagendaten exportiert werden</li> <li>- Anlagenregistrierung (2/5) Bei Vertragsabschluss auf dem Markt wird die Registrierung der Anlage durchgeführt</li> <li>- Fahrplanempfang (4): Fahrpläne, die durch die Einsatzplanung aufgrund von Geschäften oder Vertragsabschlüssen auf dem Markt oder der Börse berechnet wurden, werden im Fahrplanmanagement gespeichert.</li> </ul>



*Optimierung & Handel*

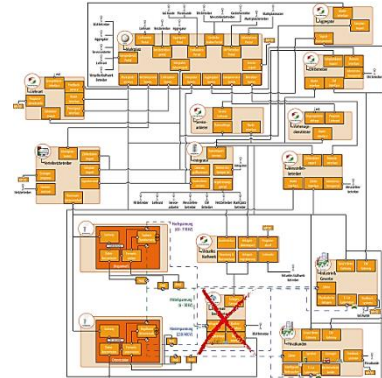
<b>Zweck:</b>	Optimierung der Einsatzplanung, Handelsabschluss, Portfolioverwaltung, Prognoseabruf für Optimierung
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Aufgabe der Optimierung & Handel ist es einerseits, durch Vermarktung der Leistungen des virtuellen Kraftwerks an Marktplatz und Börse für hohe Erlöse zu sorgen, andererseits dann aber die abgeschlossenen Geschäfte durch die zur Verfügung stehenden Anlagen möglichst kosteneffizient zu realisieren. Für die Optimierung werden verschiedene Prognosen zu Rate gezogen, wie zum Beispiel Wettervorhersagen, die das Erzeugungsverhalten erneuerbarer Energieanlagen besser abschätzen zu können oder Preisprognosen, die zukünftige Marktpreise abschätzen.
<b>Schnittstellen:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Energiebörse (extern) über Marktinterface</li> <li>(2) Marktplatz über Marktinterface</li> <li>(3) Serviceexport über Prognoseabruf</li> <li>(4) Fahrplanmanagement über Datenbus</li> </ol>
<b>Wichtige Datentypen:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Kannfahrplan</li> <li>b) Istfahrplan</li> <li>c) Differenzkannfahrplan</li> </ol> </li> <li>2) Engpassbehebungsangebot</li> <li>3) Markttransaktion</li> <li>4) Vertragsabschluss</li> <li>5) Wettervorhersage</li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	- Börsenhandel (1/2): Strom, der durch das virtuelle Kraftwerk produziert wird, kann an der Energiebörse (Terminmarkt, Day-Ahead-Markt, Intra-

	<p>day-Markt) gehandelt werden. Hierfür wird der durch das Einsatzmanagement errechnete Fahrplan als Grundlage für Gebote genommen und die Gebote durch das Marktinterface übermittelt. Im außerbörslichen Handel (OTC-Handel) ist 15 Minuten vor dem Lieferbeginn ein Handelsabschluss möglich. Für den Regelenergiemarkt ist vor allem die Minutenreserve mit Blick auf die Sekundärregelleistung von Interesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engpassangebot erhalten/Engpassbehebungsangebot übermitteln (2/4)</li> </ul> <p>Das Virtuelle Kraftwerk erhält bei eingehendem Prioritätssignal beim Marktplatz eine Benachrichtigung und kann darauf ein Behebungsangebot übermitteln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatzmanagement aufgrund von Handelsgeschäften (intern/1/2/4)</li> </ul> <p>Aus abgeschlossenen Geschäften wird der Einsatzplan der Kraftwerke errechnet und mittels Prognose (Preis/Erzeugung/Verbrauch) und technischen Randbedingungen, wie z.B. Speichergrößen, Wirkungsgraden, Anfahrverhalten und Grenzkosten der angeschlossenen Anlagen und Speicher optimiert</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prognoseabruf (3)</li> </ul> <p>Das Virtuelle Kraftwerk kann verschiedene Arten von Erzeugungs-, Verbrauchs-, Wetter- oder Preisprognosen von einem externen Vorhersagedienstleister abrufen, der diesen Service über den Marktplatz zur Verfügung stellt.</p>
--	--



## 7.5 ORTSNETZSTATION

Ortsnetzstationen sind neuralgische Punkte innerhalb des Stromnetzes, da hier der Übergang vom Mittelspannungsnetz in das Niederspannungsnetz erfolgt. Insofern sind sie ein geeignete Punkte, um zum Beispiel dezentral Daten von Feldmesseinrichtungen zu konzentrieren. Der Ausbau zu einer smarten Ortsnetzstationen, in der Messdaten aus Mittel- und Niederspannungsnetz zusammenlaufen, konzentriert und ausgewertet und dann automatisiert zur Steuerung des Verteilnetzes mit Hilfe unterschiedlicher Technologien genutzt werden, kann die Auslastungskapazität des Verteilnetzes signifikant erhöhen. Um Engpässen vorzubeugen, können regelbare Ortsnetztransformatoren zum Einsatz kommen.

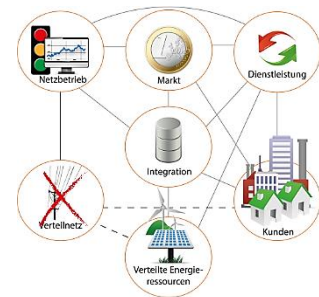


- *Zugeordnete Domäne:*

Ortsnetzstationen sind dem Verteilnetz zugeordnet. Sie sind kommunikatorisch mit dem Netzbetreiber verbunden und bilden die Schnittstelle zwischen Mittel- und Niederspannungsnetz.

- *Systemkontext:*

Ortsnetzstationen sind Anlagen, die die Umspannung in die für den Endverbraucher bestimmte Niederspannung vornehmen. Die Platzverhältnisse in manchen ONS machen eine schmale Bauweise für zu verbauende Komponenten nötig.



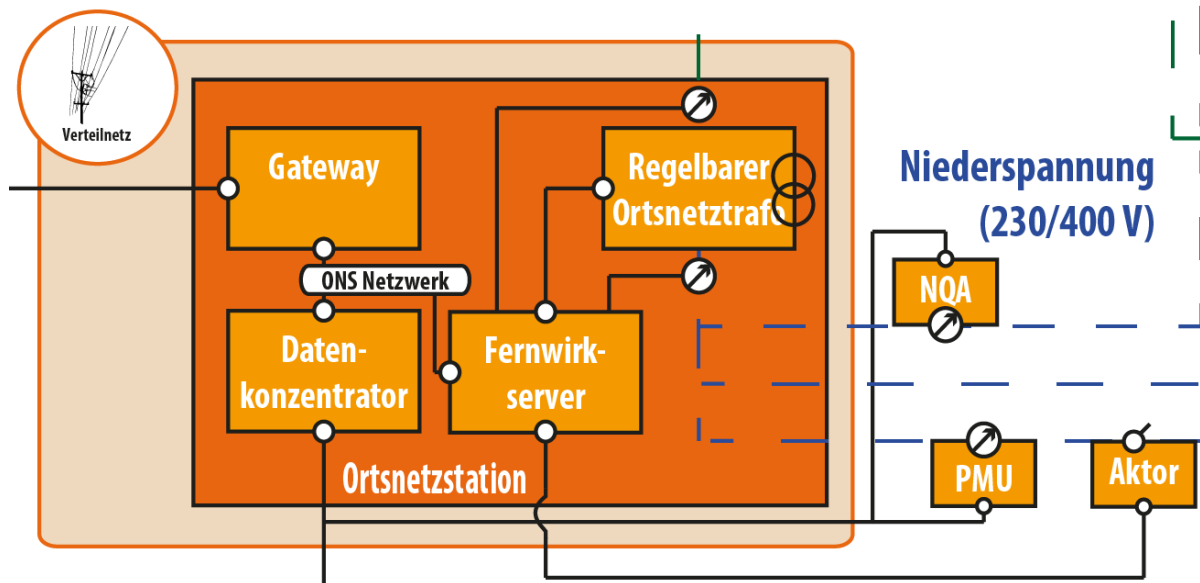
- *Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

Substation, Transformatorenstation, Umspannstation

- *Verwendete Abkürzungen:*

ONS

▪ *Architektur des Systems:*



▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Die Ortsnetzstation besitzt einen Transformator, der gegebenenfalls regelbar ist. In der Ortsnetzstation werden Daten intern durch ein ONS Netzwerk ausgetauscht. Der Datenkonzentrator dient als lokaler Datenspeicher von Messdaten, die durch die Fernwirkunterstation ausgewertet und in Steuersignal umgewandelt werden können. Verbunden ist die Ortsnetzstation über ein Gateway mit dem Netzbetreiber, der die Komponenten innerhalb der Ortsnetzstation als auch die Feldmesseinrichtungen überwachen und steuern kann.

▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*

<i>Feldmesssysteme/Aktoren</i>	
<b>Zweck:</b>	Netzqualitätsmessung, Netzsteuerung, Messdatenübertragung
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Feldmesssysteme werden an sensiblen Punkten im Verteilnetz angebracht, die es erlauben den Zustand des Gesamtnetzes

	<p>einzuschätzen. Ihre Aufgabe ist es, bestimmte Netzparameter zu messen, im Falle von Phasor Measurement Units (auch: Zeitsynchronisiertes Zeigermessgerät) zum Beispiel wird die komplexe Amplitude von Strom und Spannung zu einem bestimmten Zeitpunkt (Synchrophasor) gemessen. Daraus werden Werte wie Spannung, Phasenwinkel, Netzfrequenz, Frequenzänderung, Dämpfungsgrad, etc. berechnet, diese im Anschluss mit dem Zeitpunkt der Messung verbunden und diese Messdaten an den Datenkonzentrator gesendet.</p>
<p><b>Schnittstellen:</b></p>	<p>(1) Datenkonzentrator</p>
<p><b>Wichtige Funktionen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messwerte an Datenkonzentrator senden Die Messwerte aus den Feldmesssystem werden an den Datenkonzentrator zur Auswertung übermittelt</li> <li>- Steuerbefehle empfangen Steuerbefehle werden an den Aktor übermittelt und damit zum Beispiel Schaltaktionen ausgelöst</li> </ul>
<p><i>Ortsnetzstation</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Netzüberwachung, Netzstabilisierung, Datenauswertung, Netzregelung</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Die Ortsnetzstation beherbergt Fernwirktechnik, die fortwährend das Niederspannungsnetz übersieht, die Daten vorgebündelt und an den Netzbetreiber übermittelt. Dieser kann auf den Regelbaren Ortsnetztransformator über das Gateway und den Fernwirkserver zugreifen, um zum Beispiel die Spannung zu stabilisieren</p>
<p><b>Schnittstellen</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Verteilnetzbetreiber über Gateway</li> <li>(2) Smart Meter über Datenkonzentrator (bei BPL)</li> <li>(3) Feldmessenrichtungen über Datenkonzentrator</li> <li>(4) Feldaktoren über Fernwirkserver</li> </ol>

<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Stellwerte empfangen und umsetzen (1,4, intern): Die Ortsnetzstation empfängt Stellwerte für den regelbaren Ortsnetztrafo oder Aktoren in der ONS oder im Feld, die umgesetzt werden</li><li>- Messwertversand (1) Messwerte werden an den Verteilnetzbetreiber versandt</li><li>- Überwachung und Messwertkonzentrierung (3,2) Der Datenkonzentrator überwacht alle Messeinrichtungen und bündelt die empfangen Daten, bevor sie versendet werden</li></ul>
-----------------------------	--

## 7.6 UMSPANNWERK

Umspannwerke zwischen Mittel- und Hochspannung stellen genauso wie Ortsnetzstationen zentrale Punkte innerhalb des Stromnetzes dar. Das Umspannwerk wurde jedoch in E-Energy nur am Rande betrachtet, weswegen eine umfassende Analyse an dieser Stelle entfällt.

- *Zugeordnete Domäne:*

Das Umspannwerk ist der Verteilnetzdomäne zugeordnet.

- *Systemkontext:*

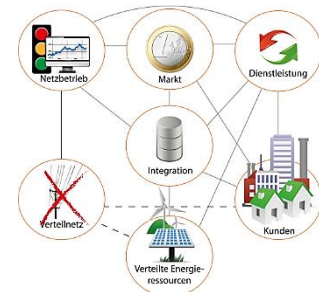
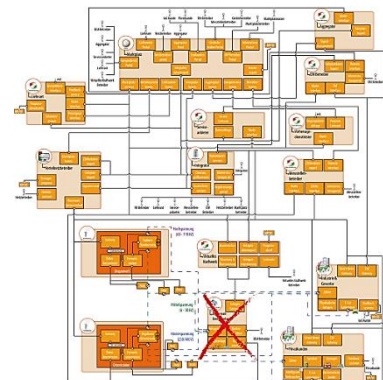
Umspannwerke transformieren Hochspannung in Mittelspannung. Hierfür werden auch tapbare, das heißt stufenweise verstellbare, Transformatoren eingesetzt.

- *Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

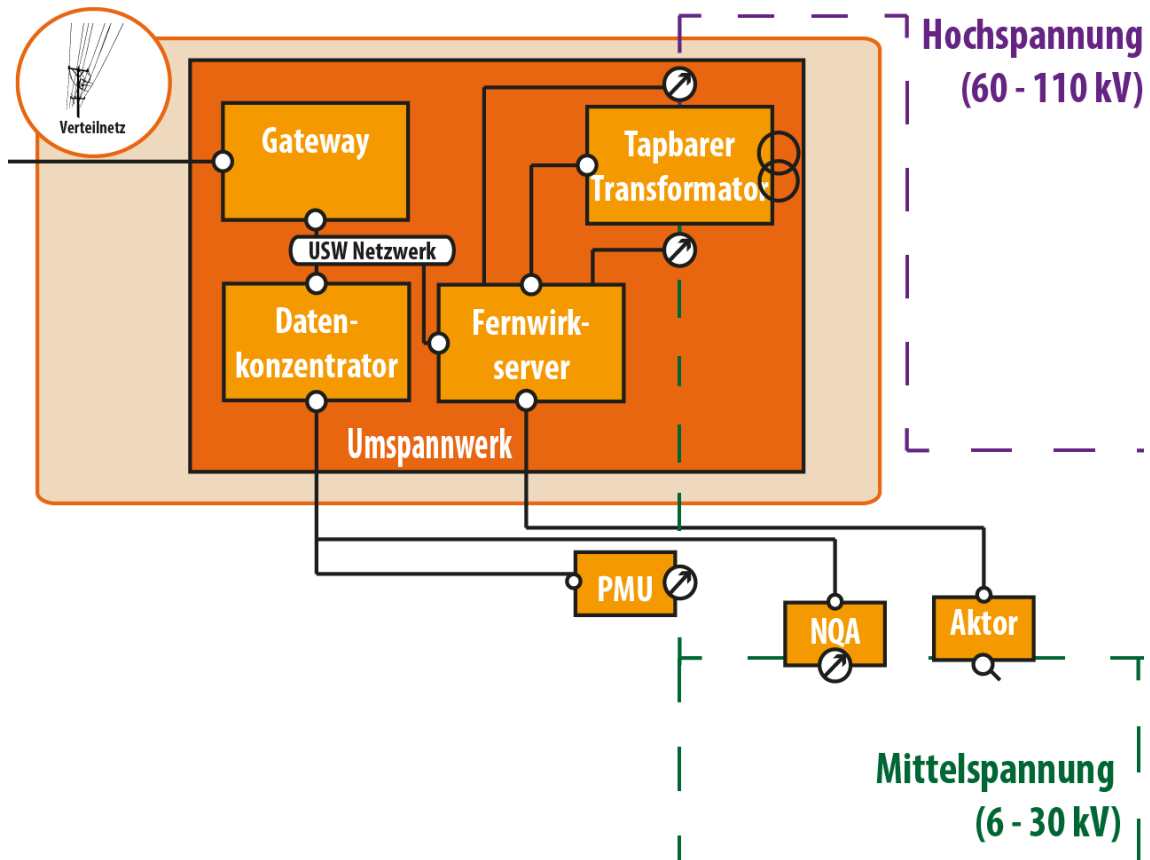
Transformatorenstation, Umspannstation

- *Verwendete Abkürzungen:*

UW



▪ *Architektur des Systems:*



▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Wie bereits erwähnt ähnelt die Architektur des Umspannwerks stark der Architektur der ONS. Natürlich existieren Unterschiede zwischen beiden Systemen, zum Beispiel in der Art des Transformators. Jedoch sind beide Systeme schematisch aus der Architektur, den Funktionen und den Schnittstellen so ähnlich, dass eine gesonderte Diskussion der Bestandteile an dieser Stelle entfällt.

## 7.7 MESSSTELLENBETREIBER

Der Messstellenbetreiber ist für den Betrieb der Smart Meter bei Privat, Industrie- und Gewerbekunden verantwortlich. Hierbei übernimmt er die Aufgabe, die Messstelle technisch zu installieren, ihren Betrieb sicherzustellen und Messdaten anderen Systemen zur Verfügung zu stellen.

- *Zugeordnete Domäne:*

Der Messstellenbetreiber ist der Dienstleistungsdomäne zugeordnet.

- *Systemkontext:*

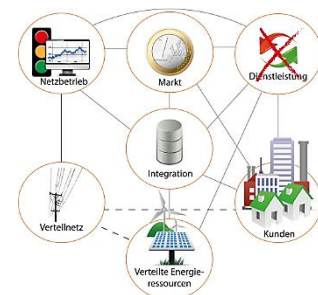
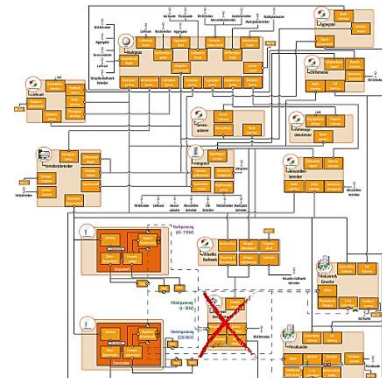
Die Rolle des Messstellenbetreibers wird oftmals vom Netzbetreiber eingenommen, durch die Liberalisierung des Messwesens ist dies nicht zwingend erforderlich.

- *Off verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

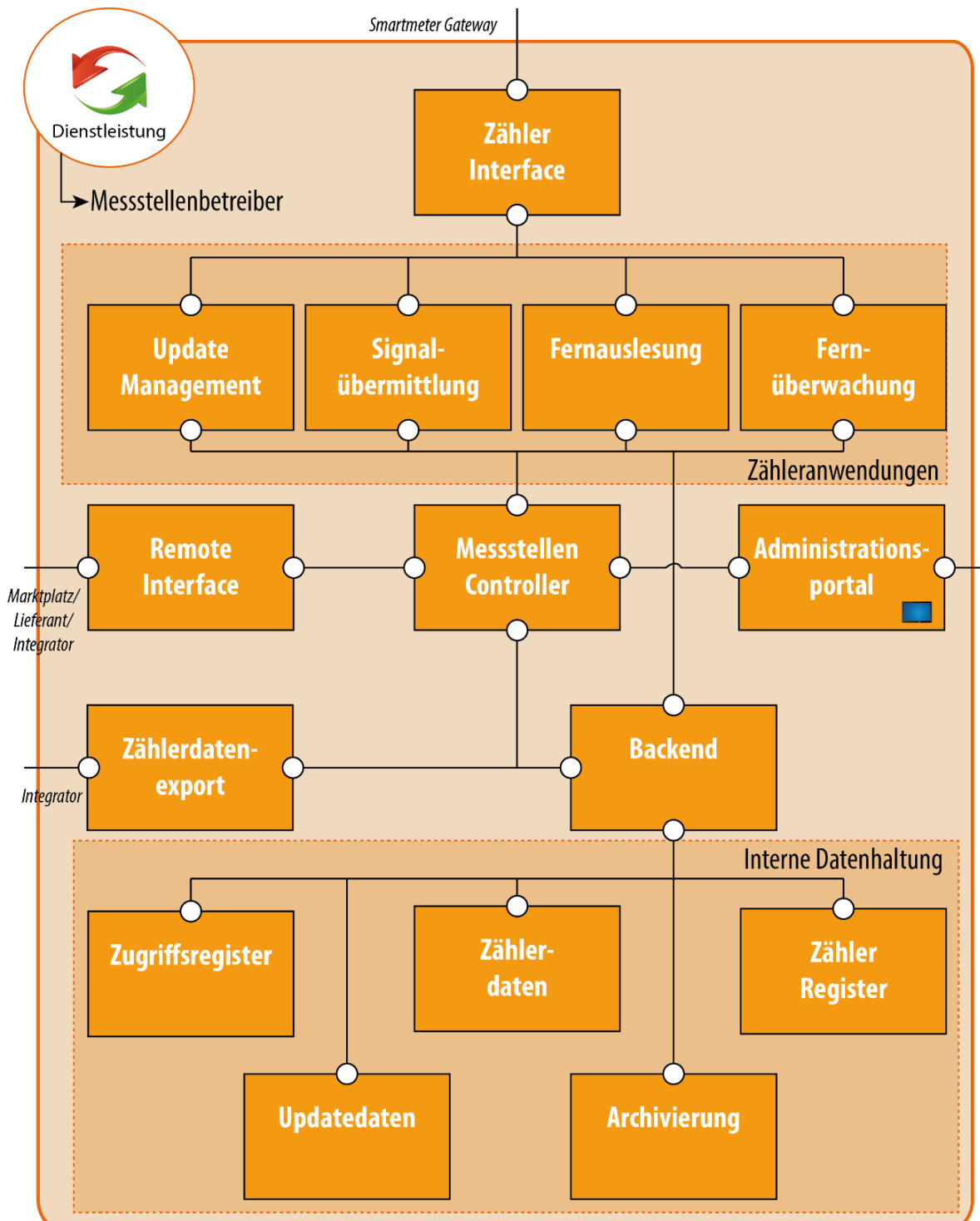
Messdienstleister

- *Verwendete Abkürzungen:*

MSB, MDL



▪ *Architektur des Systems:*

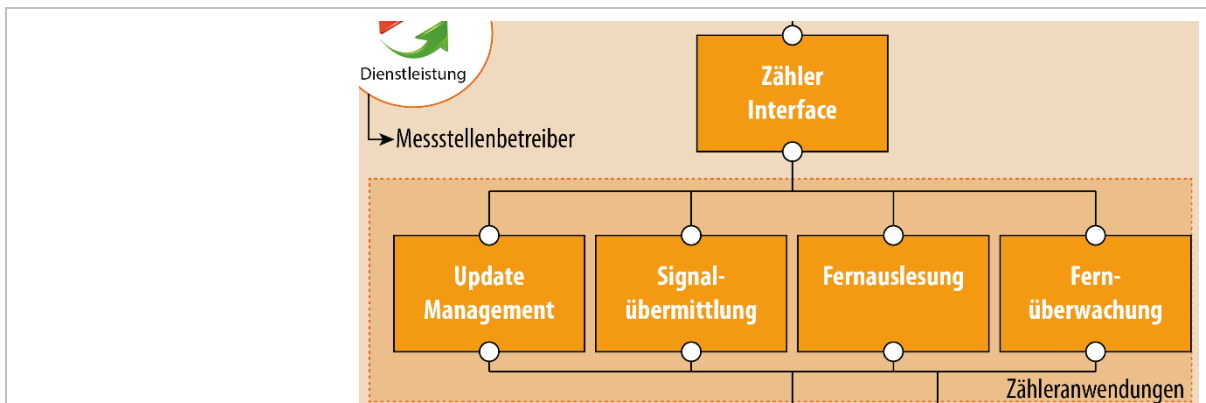




▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Das System des Messstellenbetreibers ist einerseits für den reibungslosen Zählerbetrieb verantwortlich, andererseits kann er anderen Marktrollen und deren Systemen Zugang zu den Smart Metern vermitteln.

▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*



*Zähleranwendungen & -Interface*

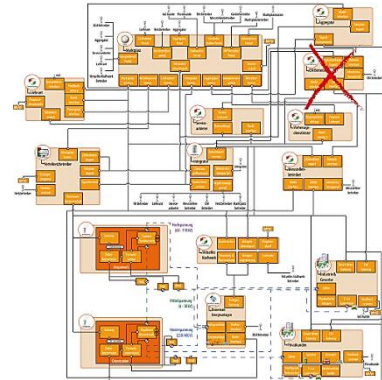
<b>Zweck:</b>	Update Management, Fehlerbehebung, Zählerkommunikation,
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Das Zähler Gateway stellt die Verbindung zu den Smart Metern her, den verschiedene Zähleranwendungen dann benutzen können. Diese Anwendungen umfassen das Update Management, die Übermittlung von Preissignalen, die Fernauslesung sowie die Fernüberwachung.  Es ist zu beachten, dass alle Vorgänge gemäß den Vorgaben des BSI (Schutzprofil/technische Richtlinie) zu realisieren sind.
<b>Schnittstellen</b>	(1) Smart Meter Gateway über Zähler Interface (2) Messstellen Controller
<b>Wichtige Datentypen</b>	1) Updatepaket 2) Preissignal 3) Lastgangmessung 4) Steuersignal
<b>Wichtige Funktionen:</b>	- Update des Smart Meter/Smart Meter Gateways (1,3) Der MSB kümmert sich um das Update der Smart Meter mit neuer Firmware - Fernauslesung (1,3) Der MSB kann Smart Meter fernauslesen und die Daten abspeichern oder weitervermitteln (z.B. an den Integrator) - Signalübermittlung (1,3)

	<p>Preissignale werden durch den MSB an den Smart Meter übermittelt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fernüberwachung &amp; Steuersignalübermittlung (1,3)</li> </ul> <p>Der MSB kann Steuersignale an den MSB senden und seine Funktionsfähigkeit überwachen</p>
	<p><i>Datenhaltung, Zählerdatenexport, Remote Interface &amp; Controller</i></p>
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Archivierung, Zählerdatenmanagement, Zugriffsmanagement, Datenübermittlung</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Aufgabe dieses Systemteils ist es einerseits Zählerdaten an den Integrator zu übermitteln, den Zugriff auf den Smart Meter zu regeln als auch wichtige Daten zu persistieren</p>
<p><b>Schnittstellen:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Integrator über Zählerdatenexport</li> <li>(2) Marktplatz über Remote Interface</li> <li>(3) Zähleranwendungen über Messstellen Controller</li> <li>(4) Messstellenbetreiber über Administrationsportal</li> </ol>
<p><b>Wichtige Datentypen:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Updatepaket</li> <li>2) Preissignal</li> <li>3) Lastgangmessung</li> <li>4) Steuersignal</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übertragung von Zählerdaten (1): Dem Integrator werden vom MSB Zählerdaten übermittelt</li> <li>- Administrationsoberfläche (4)</li> </ul>

	<p>Der MSB hat die Möglichkeit über ein Portal auf die Administration der des Systems zuzugreifen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Zugriffskontrolle (3) Der Messstellen Controller regelt den Zugriff auf alle Funktionen des Systems</li><li>- Signalübermittlung (2,4) Preissignale können durch den EM Betreiber, falls keine direkte Kommunikation des Marktplatzes mit den Smart Meter Gateways vorgesehen ist, an diese übermitteln.</li></ul>
--	--

## 7.8 ENERGIEMANAGER BETREIBER

Der Energiemanagerbetreiber ist für den Betrieb der Energiemanager bei Privat, Industrie- und Gewerbekunden verantwortlich. Hierbei übernimmt er die Aufgabe, die Energiemanager technisch zu installieren, ihren Betrieb sicherzustellen und Fahrpläne anderen Systemen zur Verfügung zu stellen. Durch die Wichtigkeit der Aufgaben, wurde der Energiemanager Betreiber als eigene Rolle in der Referenzarchitektur identifiziert. Eine Realisierung dieser Aufgaben durch andere Rollen (Lieferant, Aggregator, Messstellenbetreiber) ist wahrscheinlich, jedoch ist auch die Form eines eigenständigen Energiemanager Betreibers möglich.

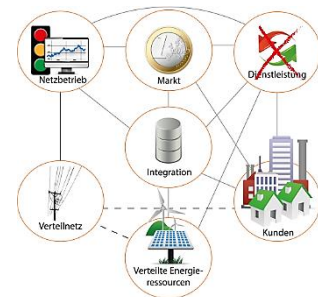


- Zugeordnete *Domäne*:

Der Energiemanager Betreiber ist der Dienstleistungsdomäne zugeordnet.

- *Systemkontext*:

Der Energiemanager Betreiber ist der Dienstleistungsdomäne zugeordnet.



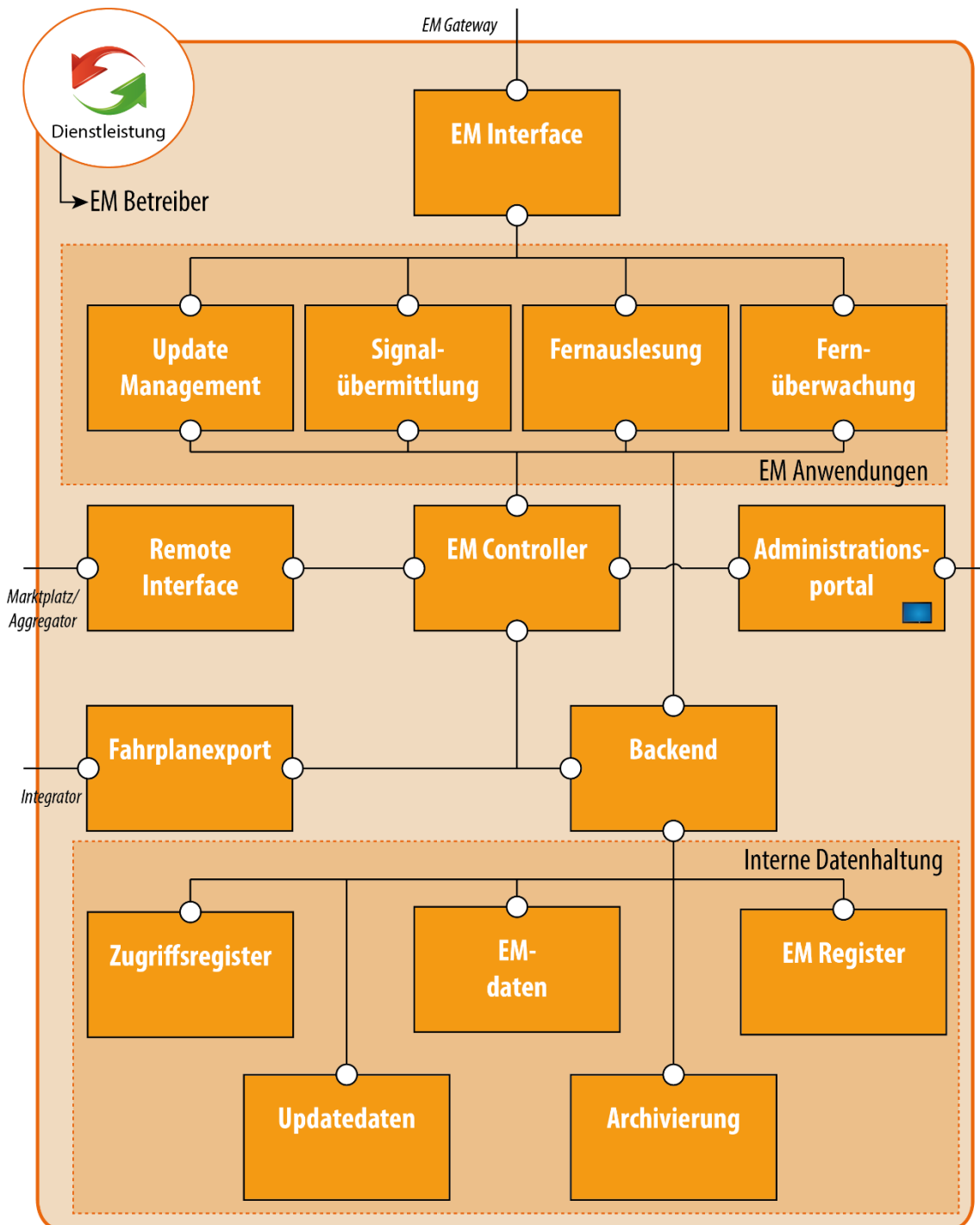
- *Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme*:

Keine bekannt

- *Verwendete Abkürzungen*:

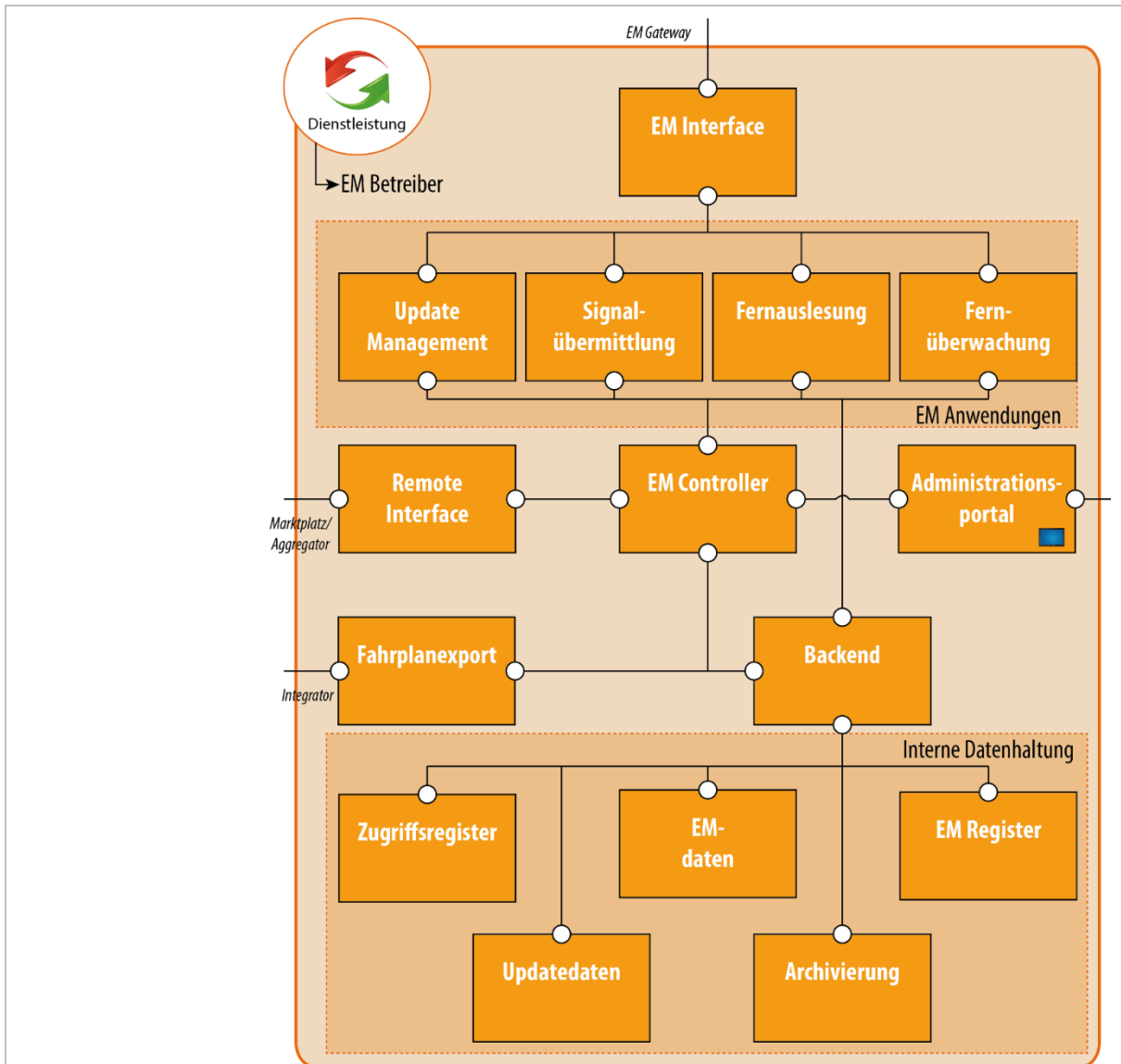
EM Betreiber, EMB

▪ *Architektur des Systems:*



▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Die Architektur des EM Betreiber Systems ähnelt stark dem des Messstellenbetreibers. In der Betrachtung wollen wir daher das System als Ganzes erläutern und seine Abweichungen zu dem des Messstellenbetreibers zeigen. Das System des EM Betreibers



*EM Betreiber System*

<b>Schnittstellen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Integrator über Fahrplanexport</li> <li>(2) Marktplatz über Remote Interface</li> <li>(3) EM Gateway über EM Interface</li> <li>(4) EM Betreiber über Administrationsportal</li> </ul>
------------------------	---

<p><b>Wichtige Datentypen:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Updatepaket</li> <li>2) Effizienzsignal</li> <li>3) Aggregierter Haushaltsfahrplan</li> <li>4) Steuersignal</li> <li>5) Gerätedaten der Energiemanager (EM-Daten)</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übertragung von Fahrplandaten: Dem Integrator werden vom EMB Fahrplandaten übermittelt oder ihm Zugriff auf EM Gateways ermöglicht.</li> <li>- Administrationsoberfläche (4) Der EMB hat die Möglichkeit über ein Portal auf die Administration der des Systems zuzugreifen</li> <li>- Zugriffskontrolle (3) Der EM Controller regelt den Zugriff auf alle Funktionen des Systems</li> <li>- Signalübermittlung (2,4) Der EMB hat die Möglichkeit über ein Portal auf die Administration der des Systems zuzugreifen</li> <li>- Update der EM Meters (1,3) Der MSB kümmert sich um das Update der Smart Meter mit neuer Software</li> <li>- Fernauslesung (1,3) Der EMB kann Energiemanager fernauslesen und die Daten weitervermitteln (z.B. an den Integrator)</li> <li>- Signalübermittlung (1,3) Preissignale werden durch den MSB an den Smart Meter übermittelt</li> <li>- Fernüberwachung &amp; Steuersignalübermittlung (1,3) Der EMB kann Steuersignale an die Energiemanager senden (z.B. Reboot) und ihre Funktionsfähigkeit überwachen</li> </ul>

## 7.9 INTEGRATOR

Data Access Point Manager, Datenzentrale, Datendrehscheibe – es gibt viele Bezeichnungen für die Vision eines Systems, das für viele andere Systeme wichtige Dienste bereitstellt und den Austausch im Energiesystem organisiert.

Wir haben uns bewusst für den Namen *Integrator* entschieden. Denn die Aufgabe des Integratorsystems ist, es Daten, Dienste und Systeme in das Energiesystem zu integrieren.

Der Integrator hat die Aufgabe, verschiedenen Systemen einen standardisierten, sicheren Zugriff auf Daten des intelligenten Energiesystems zu bieten als auch verschiedene Datenquellen im Energiesystem zu vermitteln. Marktrolle wird ein Zugriffsrecht auf bestimmte Daten in einem bestimmten Format und einer bestimmten Auflösung zugeordnet. Somit wird sichergestellt, dass jede Marktrolle ausschließlich Zugriff auf die für sie relevanten Daten hat. Dennoch wird über den einheitlichen Zugriffspunkt für eine einheitliche, aktuelle Datenbasis gesorgt, die sich auf verschiedene Systeme und Datenformate anpassen kann.

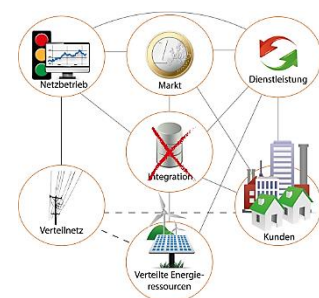
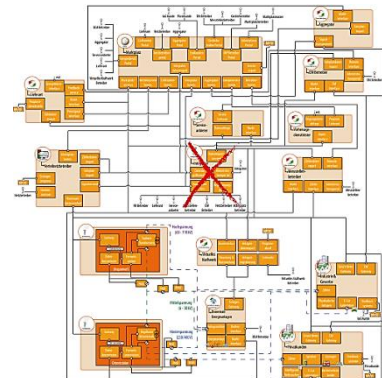
Integratoren sorgen für den sicheren, standardisierten Datenaustausch, der im zukünftigen Energienetz für viele Anwendungsfälle unverzichtbar ist. Er hat nicht die Rolle eines Datenzentrums, sondern bietet über flexible Import- und Exportservices einen Zugriffspunkt für verschiedene Daten der bei ihm registrierten Marktakteure. Oft benötigte Daten können vom Integrator zur Steigerung der Performanz vorgehalten werden, nur einmal benötigte Daten werden nicht persistiert, sondern bleiben bei ihrer ursprünglichen Datenquelle. Er hat die Fähigkeit über Benachrichtigungsdienste andere Systeme über bestimmte Ereignisse durch Signale zu informieren und somit Ereignisse zu propagieren und mit relevanten Informationen anzureichern.

- Zugeordnete *Domäne*:

Der Integrator ist der Integrationsdomäne zugeordnet und mit sämtlichen Marktakteuren und ihren Domänen verbunden. Das System des Integrators dient somit als Austauschplattform und garantiert einen diskriminierungsfreien Zugriff auf Daten.

- *Systemkontext*:

Das Integrator System hat die Aufgabe, Integrationsarbeit zwischen verschiedenen Systemen zu leisten. Es geht um die Integration von verschiedenen Datenquellen, die Anreicherung der Daten mittels Diensten, um so für eine bestimmte Aufgabe die nötigen Daten in der richtigen Repräsentation liefern zu können. In welcher Marktrolle der Integrator letztendlich auftritt, welches Businessmodell sich für ihn ergibt und wie viele In-





stanzen des Integrators im Energiesystem bestehen (eventuell durch Spezialisierung auf Untergebiete), kann an dieser Stelle nicht gesagt werden. Die Sinnhaftigkeit des Konzepts wurde in E-Energy durch mehrere Modellregionen gezeigt.

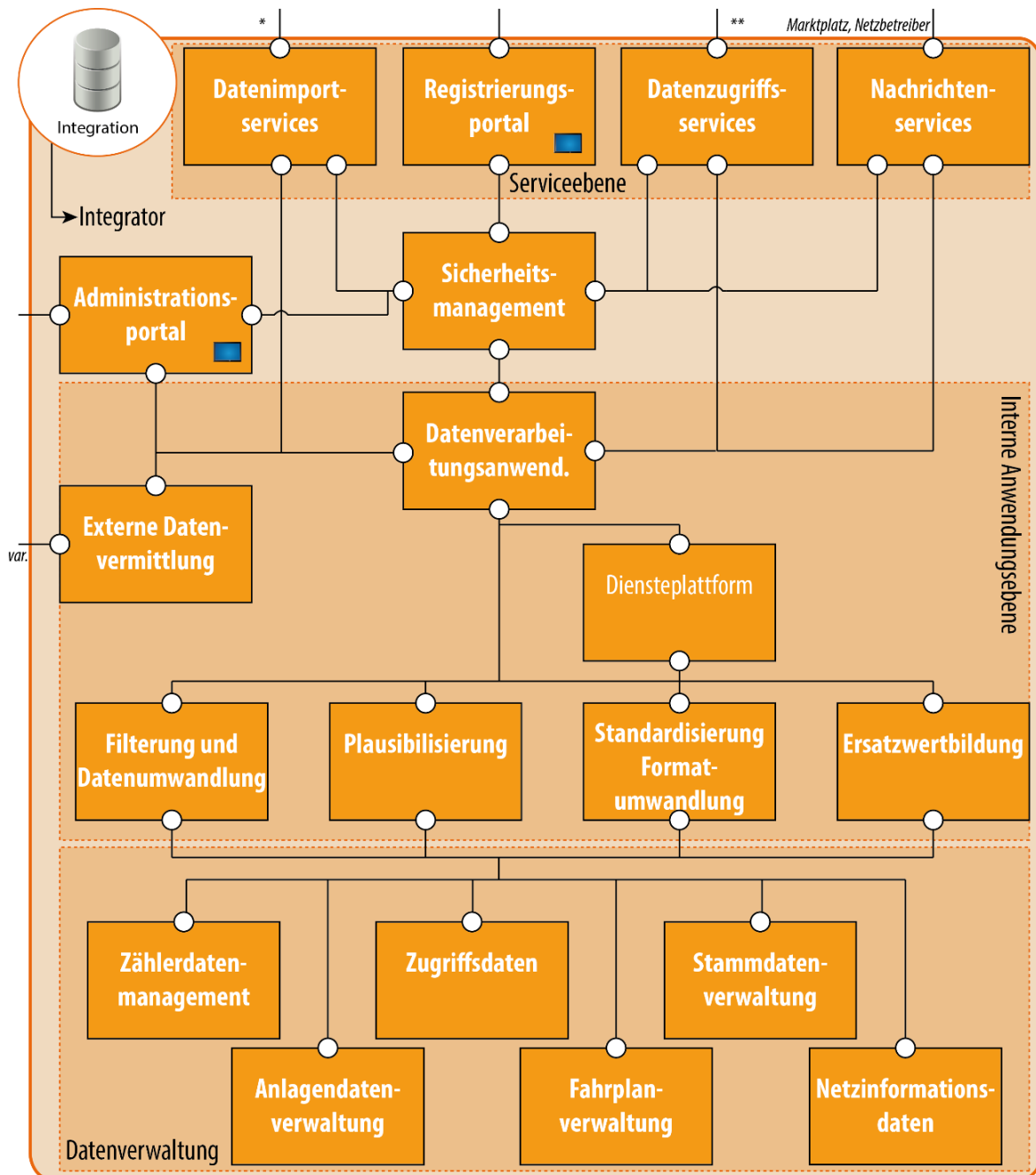
- *Off verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

Data Access-Point Manager, Datenzentrale

- *Verwendete Abkürzungen:*

DAM

Architektur des Systems:

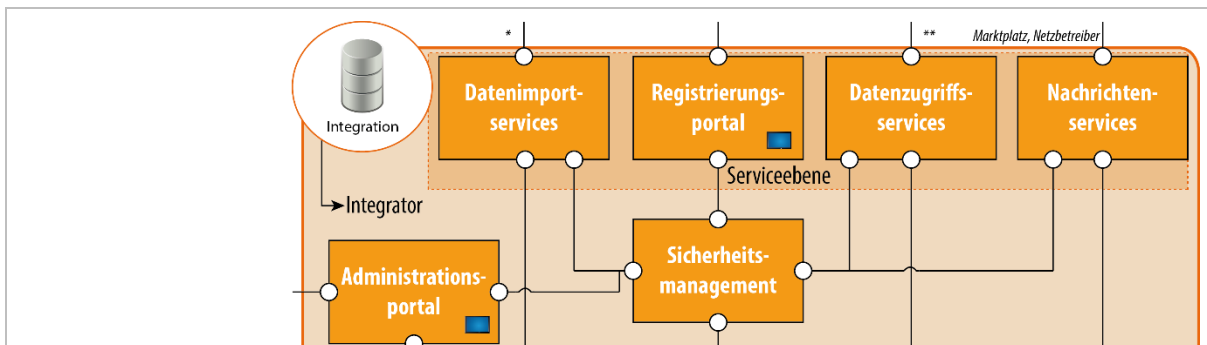


\* = EM Betreiber/EM Gateway, Messstellenbetreiber/Smartmeter Gateway, Virtuelles Kraftwerk  
 \*\* = Lieferant, Netzbetreiber, Marktplatz, Serviceanbieter Aggregator

▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Der Integrator setzt sich aus mehreren Ebenen zusammen. Auf Serviceebene wird die Registrierung einzelner externer Akteure und Datenquellen ermöglicht, der Datenimport und -export sowie der Benachrichtigungsservice realisiert. Das Sicherheitsmanagement, die externe Datenvermittlung und die Datenverarbeitung werden von angeschlossenen Systemteilen erledigt.

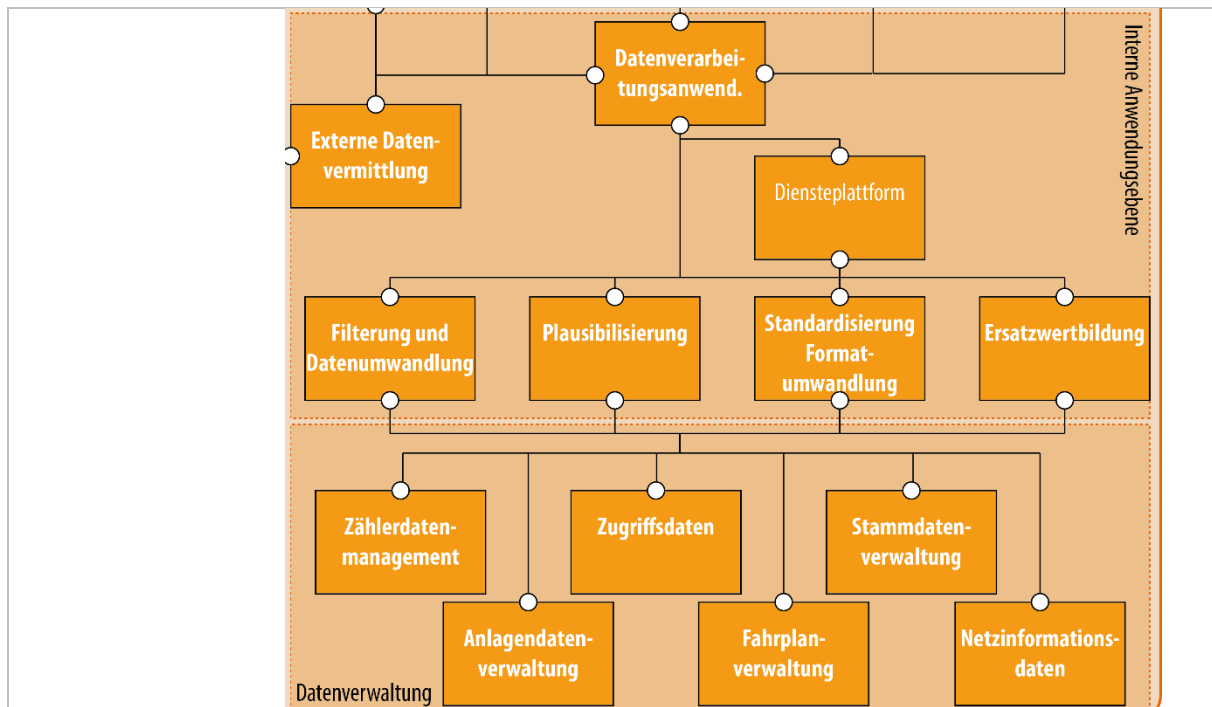
▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*



*Serviceebene, Sicherheitsmanagement & Administration*

<b>Zweck:</b>	Datenim-/export, Registrierung, Authentifizierung, Authorisierung, Benachrichtigung, Verwaltung
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Auf Serviceebene wird die Registrierung einzelner externer Akteure und Datenquellen ermöglicht, der Datenimport und -export sowie der Benachrichtigungsservice realisiert.</p> <p>Diese Schicht ist verbunden mit dem Sicherheitsmanagement, das den Zugriff auf die Datenverarbeitungsanwendungen regelt, Systeme authentifiziert und festlegt, auf welche Daten diese Systeme in welcher Form (z.B. aggregiert, anonymisiert, geclustert) Zugriff haben oder welche Bearbeitungsschritte bei eingehenden Daten zuerst vollzogen werden müssen bevor sie persistiert oder an andere Systeme weitervermittelt werden.</p>
<b>Schnittstellen:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) EM Betreiber/EM Gateway über Datenimportservices</li> <li>(2) MSB/Smart Meter Gateway über Datenimportservices</li> <li>(3) Virtuelles Kraftwerk über Datenimportservices</li> <li>(4) Lieferant über Datenzugriffsservices</li> <li>(5) Netzbetreiber über Datenzugriffsservices</li> <li>(6) Marktplatz über Datenzugriffsservices</li> <li>(7) Netzbetreiber über Nachrichtenservices</li> </ol>

	<p>(8) Marktplatz über Nachrichtenservices          (9) Diverse Markttrollen über Registrierungsportal          (10) Integrator über Administrationsportal          (11) Datenverarbeitungsanwendungen über Sicherheitsmanagement</p>
<b>Wichtige Datentypen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Zählermessdaten</li> <li>2) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Differenzkannfahrplan</li> <li>b) Istfahrplan</li> </ol> </li> <li>3) Stammdaten</li> <li>4) Netzinformatiionsdaten</li> <li>5) Anlagendaten</li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Authentifizierung und Autorisierung (1-8, intern)              Jeder eingehende Zugriff (Import, Export, Nachrichten) wird durch die Sicherheitsverwaltung geprüft, authentifiziert und geloggt</li> <li>- Import von Datenquellen (1-3, 11)              Fernab von Stammdaten, die über das Registrierungsportal oder durch die externe Datenvermittlung an den Integrator übermittelt werden, existieren zahlreiche Bewegungsdaten (Fahrpläne, Zählerdaten, Anlagenfahrpläne, etc.), die durch den Integrator importiert werden müssen.</li> <li>- Datenzugriff (4-6,3)              Der Integrator ermöglicht den Datenzugriff auf seine Bestandsdaten sowie auf Daten, die er importiert oder vermittelt</li> <li>- Benachrichtigungsservices(8,9)              Bestimmte Ereignisse (Engpasssituation durch Prioritätssignalübermittlung) erfordern eine Reaktion des Integrators (zum Beispiel Anreicherung des Signals für den Marktplatz) oder machen eine Benachrichtigung weiterer Akteure notwendig sofern sie dafür registriert sind.</li> <li>- Registrierung (9)              Über das Registrationsportal können sich verschiedene Markttrollen beim Integrator registrieren, Datenquellen registrieren als auch Stammdaten hinterlegen</li> <li>- Administration (10)              Die Administration umfasst das Rechtemanagement für bestimmte Markttrollen, das Management von hinterlegten Anwendungsfällen und deren Verknüpfung mit Daten und deren Repräsentation, das Management von Datenquellen und Datenimports, sowie die externe Datenvermittlung</li> </ul>



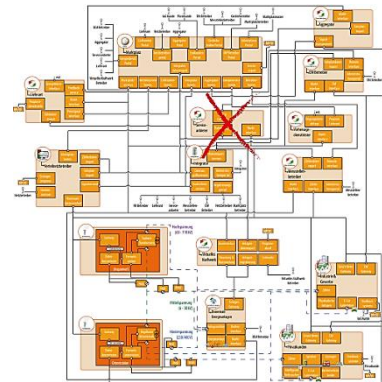
*Externe Datenvermittlung, Datenverarbeitung, Datenverwaltung*

<b>Zweck:</b>	Datenanalyse, Datentransformation, Qualitätssicherung, Datenverarbeitung, Erweiterte Datendienste, Vermittlung, Standardisierung
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Aufgabe dieses Systemteils ist es, die vom Integrator importierten als auch zur Verfügung gestellten Daten zu verwalten, ihre Qualität sicherzustellen, in verschiedenen Datenformaten und -auflösungen auszuliefern, um den zugreifenden Marktakteuren möglichst hochwertige, für ihren Anwendungsfall passenden Daten zur Verfügung zu stellen.
<b>Schnittstellen</b>	(1) Integrator (z.B.) über externe Datenvermittlung (2) Sicherheitsmanagement über Datenverarbeitungsanwendungen
<b>Wichtige Datentypen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Lastgangmessung</li> <li>2) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Differenzkannfahrplan</li> <li>b) Istfahrplan</li> </ol> </li> <li>3) Stammdaten</li> <li>4) Netzinformati-onsdaten</li> <li>5) Anlagendaten</li> </ol>

<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Filterung und Datentransformation (intern)</b> Durch diese Funktion werden z. B. Abfrage-, Filter- und Aggregationsfunktionen zur Verfügung gestellt, um die für den Anwendungsfall passende Repräsentation der Daten zur Verfügung zu stellen</li> <li>- <b>Daten Plausibilisierung (intern)</b> Um fehlerhafte Daten aufzufinden, werden Daten einer Plausibilitätsprüfung anhand von Plausibilitätsregeln (sog. Business Rules) unterzogen. Daten, die durch diese überschlagsmäßige Überprüfung nicht annehmbar, einleuchtend und nachvollziehbar sind, werden als fehlerhaft markiert. Es kann nicht immer die Richtigkeit eines Wertes verifiziert werden, sondern es soll eine gegebenenfalls vorhandene offensichtliche Unrichtigkeit erkannt werden.</li> <li>- <b>Formatumwandlung und Standardisierung</b> Um verschiedene Datenquellen zu integrieren als auch um verschiedene Datenszenen beliefern zu können, muss der Integrator verschiedene Datenformate bereithalten, um Import wie Export</li> <li>- <b>Ersatzwertbildung</b> Bei fehlenden oder nicht plausiblen Datenwerten müssen Ersatzwerte bereitgestellt werden. Diese können mittels Interpolation oder Extrapolation ermittelt werden. Für die Ersatzwertberechnung existieren Verfahren wie die Berechnung aus historischen Werten, mit oder ohne Einbezug des Kalendertags (oder einer anderen jahreszeitlichen Referenz) als auch die Berechnung aus Referenzprofilen.</li> <li>- <b>Dienstplattform</b> Die Erweiterbarkeit der Datenverarbeitung um weitere datenbezogene Dienste, die auch für spezielle Datenformate Dienste anbieten können oder sogar neue Datensätze aus bestehenden Daten ermitteln kann</li> <li>- <b>Datenvermittlung</b> Aus unserer Sicht wird es mehr als einen Integrator im Energiesystem geben. Da diese Integratoren sich oft untereinander austauschen sollten, als auch externe Datenquellen importieren müssen, existiert ein Vermittlungsmechanismus. Dieser kann dann verwendet werden, wenn Daten einem Integrator nicht zur Verfügung stehen, jedoch extern importiert werden können, um sie dann einem Marktakteur zu vermitteln.</li> </ul>
------------------------------------	--

## 7.10 SERVICEANBIETER

Das Angebot an Dienstleistungen für Nutzer des Intelligenten Energiesystems wird zunehmen. Energieeffizienzberatung, Tarifoptimierung, Prozessberatung, Wettervorhersage, Mehrwertdienste, Portfoliooptimierung sind nur wenige Beispiele von Services, die in Zukunft realistisch erscheinen. Um das Serviceangebot zentral zu bündeln und standardisiert zu vermitteln eignet sich der Marktplatz als Vermittlungsplattform für verschiedene Dienstleistungen. Auf dem Marktplatz werden verschiedene Serviceanbieter agieren, die ihre Dienste dort an Geschäfts- wie auch Haushaltskunden anbieten. Das System eines Serviceanbieters muss daher den Abruf eines Services registrieren, auf verschiedene Daten aus externen Quellen oder des Serviceabonnenten (z.B. Zählerdaten) zugreifen, um dann den Service zu erbringen. Hierfür kann eine Koordinierung verschiedener Services erfolgen. Der Abonnent eines Services erhält den Service dann über den Marktplatz übermittelt, was ein flexibles Abonnement ermöglicht.

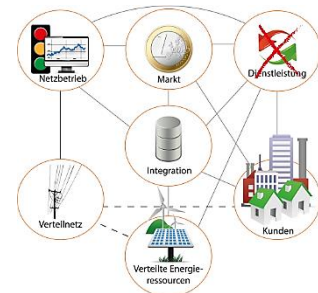


- Zugeordnete Domäne:

Serviceanbieter sind aufgrund ihres Dienstleistungscharakters der Dienstleistungsdomäne zuzuordnen. Diese Dienstleistung kann an alle anderen Akteure erbracht werden.

- Systemkontext:

Der Systemkontext eines Serviceanbieters variiert je nach der Natur seines Services. Ein Wetterdienstleister muss aus Sensorinformationen (z.B. von Wetterstationen) aktuelle wie zukünftige Wetterinformationen errechnen. Für unterschiedliche Kunden können dabei unterschiedliche Informationen interessant sein, wie die Windstärke, die Wolkenbewegung oder Niederschlagsmengen in einer bestimmten Region. Ein Energieeffizienzberater hat Interesse daran, Verbrauchswerte eines Kunden und durch seine Zustimmung auch Informationen von Fahrplänen zu erhalten. Durch seinen Optimierungsservice kann er den Kunden beraten, welche Einsparoptionen eventuell zur Verfügung stehen.



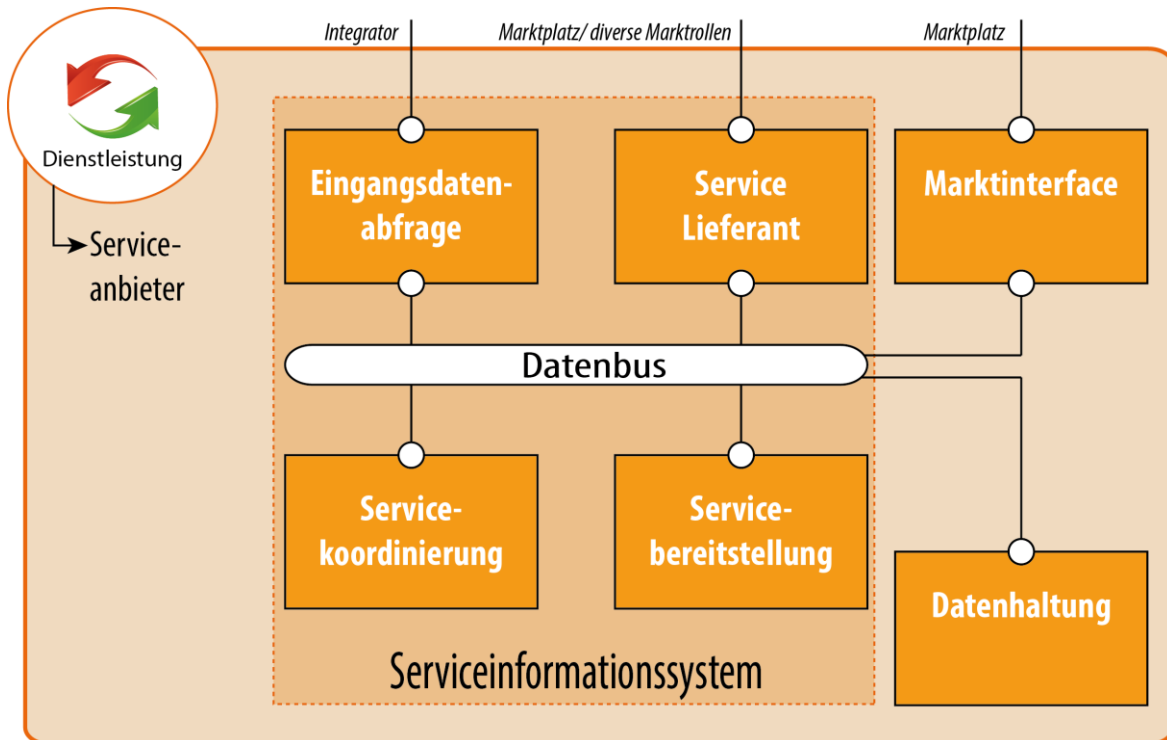
- Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme:

Energiedienstleister, Servicedienstleister, Diensteanbieter, Energieserviceanbieter

- Verwendete Abkürzungen:

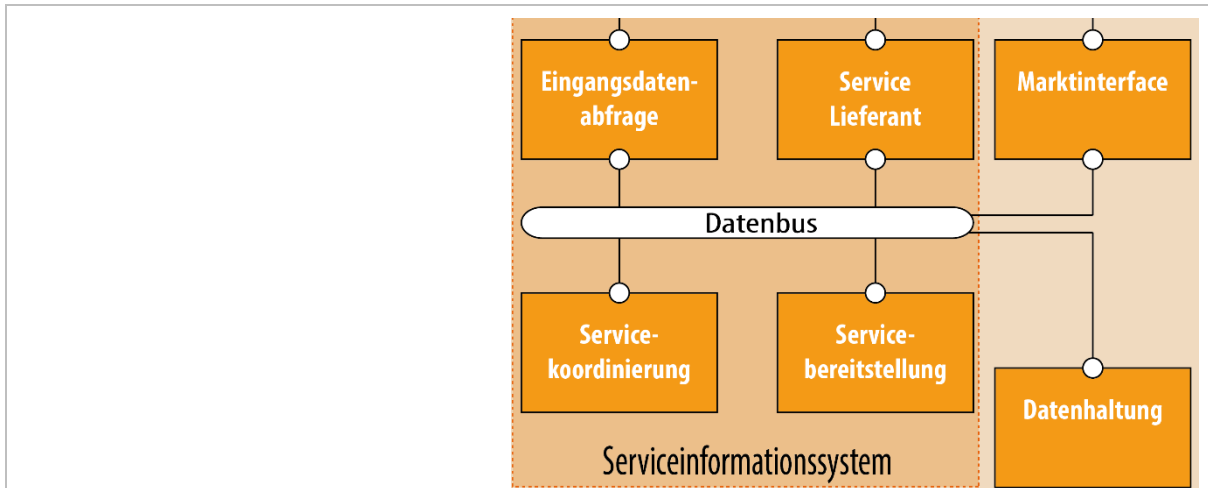
Keine bekannt.

▪ *Architektur des Systems:*





▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*



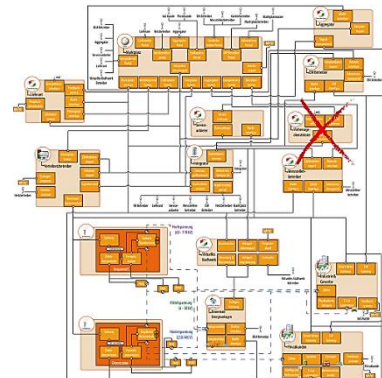
*Serviceinformationssystem, Marktinterface*

<b>Zweck:</b>	Verwaltung, Koordination, Auslieferung von Services
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Der Serviceanbieter wurde in E-Energy als wichtige Rolle identifiziert. Die große Systemvielfalt und vielfältigen Aufgaben verschiedener Serviceanbieter machen eine abstrakte Repräsentation in der Referenzarchitektur nötig. Das System zerfällt in zwei Teile: Das eigentliche Serviceinformationssystem kümmert sich um die Eingangsdatenabfrage, die zur Serviceerstellung benötigt wird, der eigentliche Service wird durch die Servicebereitstellung erstellt und durch den Servicelieferant an die Abonnennten mittels des Marktplatzes ausgeliefert, der Prozess wird durch die Serviekoordinierung angestoßen und gesteuert. Das Marktinterface dient der Angebotserstellung auf dem Marktplatz, der Registrierung und Verwaltung der Serviceabonnements und der Abrechnung.
<b>Schnittstellen</b>	(1) Integrator über Eingangsdatenabfrage (2) Marktplatz über Service Lieferant (3) Marktplatz über Marktinterface
<b>Wichtige Datentypen</b>	1) Serviceiiinformationen (z.B. Wettervorhersagedaten, Nachrichten, Optimierungsdaten) 2) Abonnennteninformationen 3) Eingangsdaten

<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Koordinierung von Services (intern) Um den Zeitpunkt der Eingangsdatenabfrage, der Serviceberechnung und der Auslieferung zu bestimmen, gibt es die Koordinierungsfunktion</li><li>- Angebot erstellen (3) Auf dem Marktplatz können Serviceangebote erstellt werden, die von Kunden abonniert werden können</li><li>- Übermittlung von Services (2) Services können an andere Marktplatzteilnehmer übermittelt werden, indem sie an den Marktplatz übermittelt und dann über den Serviceexport versendet werden.</li><li>- Serviceberechnung Die eigentliche Serviceberechnung kann je nach Anbieter sehr unterschiedlich geschehen. Es gibt Services, die für potentiell sehr viele Abonnenten erstellt werden können, Individualservices müssen pro Abonnent einzeln berechnet werden. Je nachdem sind unterschiedliche Mechanismen notwendig.</li></ul>
-----------------------------	---

### 7.11 VORHERSAGEDIENSTLEISTER

Der Vorhersagedienstleister ist ein spezieller Serviceanbieter, der aber aufgrund seiner Bedeutung für das Energiesystem gesondert beschrieben werden. Vorhersagedienstleister sind dafür verantwortlich, Prognosen für verschiedene Zwecke zu erstellen, die sie anderen Marktakteuren zur Verfügung stellen. Durch die zahlreichen Schwankungen, denen das künftige Energiesystem ausgesetzt sein wird, sind zuverlässige Prognosen von entscheidender Bedeutung. Diese Prognosen werden von verschiedenen Anbietern übernommen, die ihre Angebote als Service auf dem Markt anbieten. Aus dieser Perspektive ist der Vorhersagedienstleister ein Serviceanbieter.

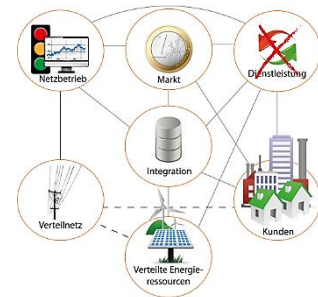


- Zugeordnete Domäne:

Der Vorhersagedienstleister ist der Dienstleistungsdomäne zuzuordnen.

- Systemkontext:

Prognosesysteme werden für viele Einsatzzwecke benötigt werden. Sowohl die klassische Wettervorhersage als auch z.B. Marktpreis-, Verbrauchs-, Erzeugungs- oder Ereignisvorhersagen (z. B. Auswirkung von Großereignissen, Ferien, Feiertage) sind mögliche Betätigungsfelder für Prognosedienstleister. Dies hat direkten Einfluss auf die Systeme, die für die Prognose eingesetzt werden.



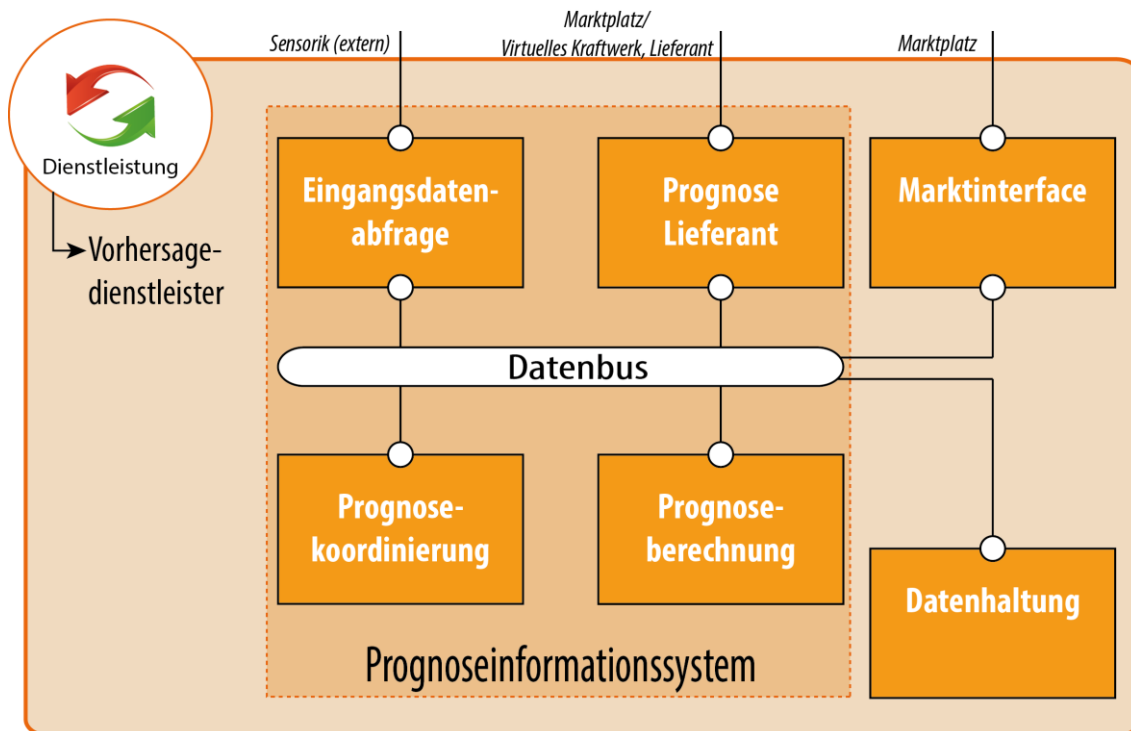
- Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme:

Prognoseanbieter, Vorhersagedienst

- Verwendete Abkürzungen:

Keine bekannt.

▪ *Architektur des Systems:*

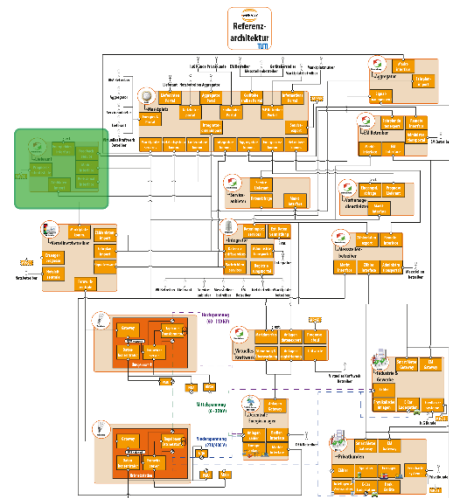


▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Das System des Prognosedienstleisters ähnelt stark dem des Serviceanbieters. Der Prognosedienstleister bezieht seine Eingangsdaten meist aus externen Quellen wie Wetterstationen oder Sensoren im Fall des Wettervorhersagedienstes. Jedoch ist es auch möglich, dass der Vorhersagedienstleister Daten des Integrators für seine Prognosen benutzen kann. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Komponenten entfällt aufgrund deren ähnlichen Aufgaben.

## 7.12 VERTEILNETZBETREIBER

Der Verteilnetzbetreiber steht vor einer sich verändernden Systemlandschaft. Aufgrund der zunehmenden Dezentralisierung des Stromnetzes ist die Stabilität des Verteilnetzes zunehmend gefährdet. Um trotzdem einen reibungslosen Netzbetrieb und Versorgungssicherheit zu gewährleisten, ist es nötig, drohende Schwankungen im Netzgebiet frühzeitig zu erkennen und effizient zu beheben. Um diese Aufgabe zu bewerkstelligen, muss der Verteilnetzbetreiber mehr Sensorik und Aktorik in seinem Netzgebiet einsetzen, um das Verbrauchs- und Erzeugungsverhalten im Verteilnetz genauer zu analysieren, neue Prognosesysteme einsetzen, um Netzengpässe zu erkennen und auch neue Behebungsverfahren einsetzen, um Netzengpässe zu behandeln. All diese Überlegungen haben in E-Energy zu einer Neukonzeption des Systems des Verteilnetzbetreibers geführt. Er ist im System dafür verantwortlich den Netzzustand zu bestimmen und diesen durch Signale zu propagieren.



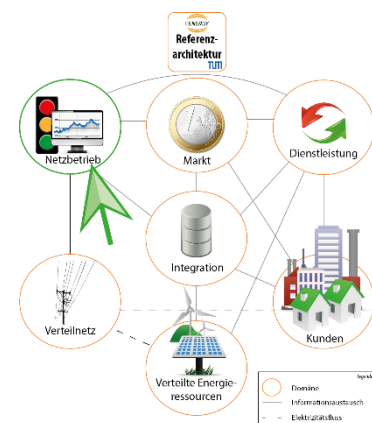
Drei Netzzustände können unterschieden werden und Ampelfarben zugeordnet werden: Der normale Netzzustand (Ampelfarbe Grün), in dem ein reibungsloser Netzbetrieb möglich ist, der gefährdete Zustand (Ampelfarbe Gelb), in dem Netzengpässe prognostiziert wurden, die nun behoben werden müssen und der kritische Zustand (Ampelfarbe Rot), in dem in einzelnen Netzgebieten Erzeuger oder Verbraucher vom Netz getrennt werden müssen, um so das Netz stabil halten zu können.

- Zugeordnete *Domäne*:

Der Verteilnetzbetreiber ist der Netzbetrieb Domäne zuzuordnen. Diese Domäne kommuniziert mit den Domänen Markt, Dienstleistung und Verteilnetz.

- *Systemkontext*:

Der Verteilnetzbetreiber ist der Betreiber eines bestimmten Netzgebiets. Der Bereich des Netzbetriebs zählt aufgrund seines natürlichen Monopols zum regulierten Sektor, der informatorisch, buchhalterisch, organisatorisch und rechtlich getrennt vom Stromvertrieb sein muss (Unbundling, §5 EnWG).



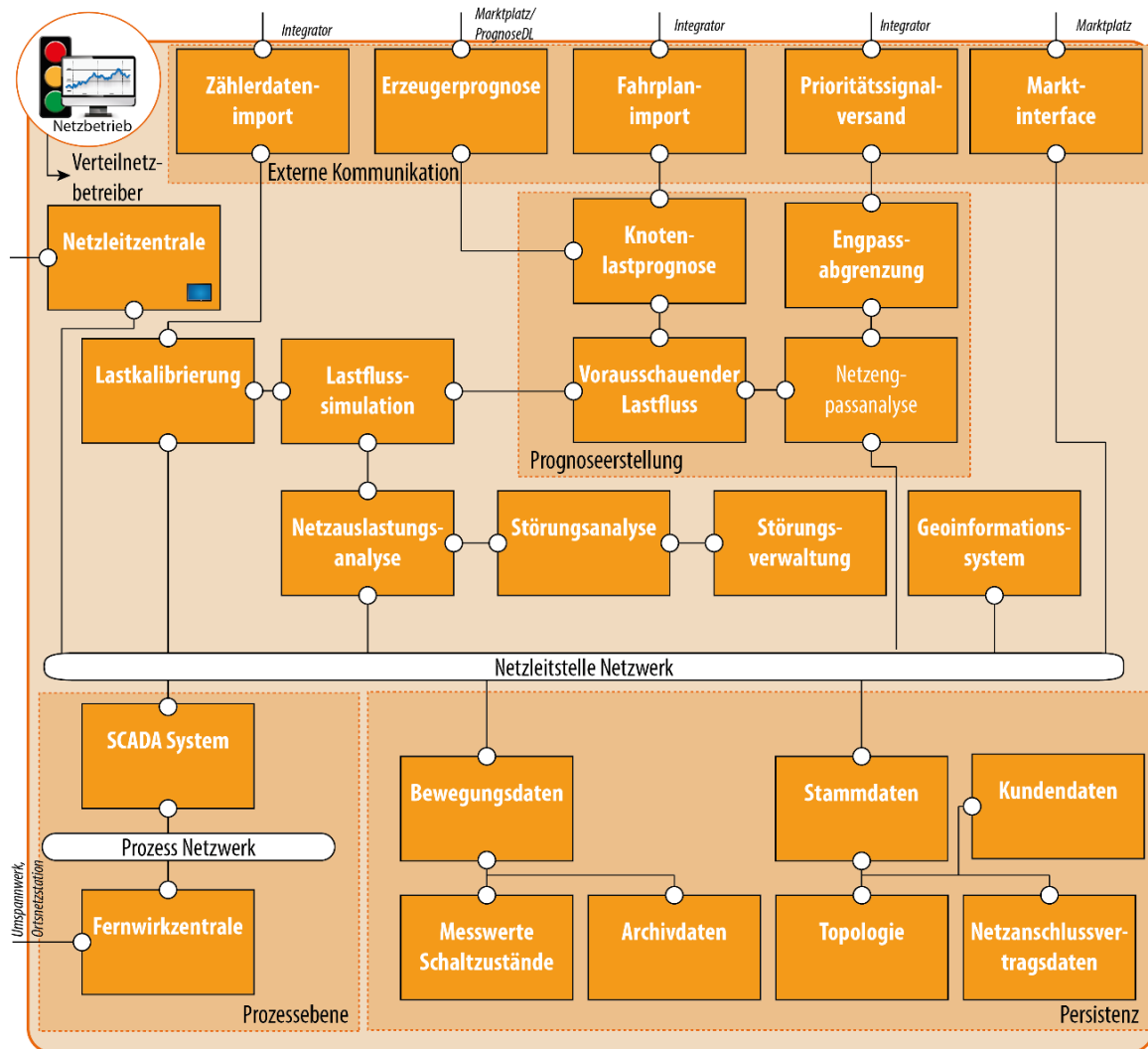
- *Off verwendete Synonyme oder Hyperonyme*:

Verteilungsnetzbetreiber, Netzbetreiber

- *Verwendete Abkürzungen*:

VNB

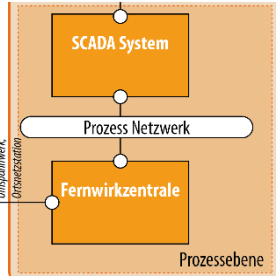
Architektur des Systems:

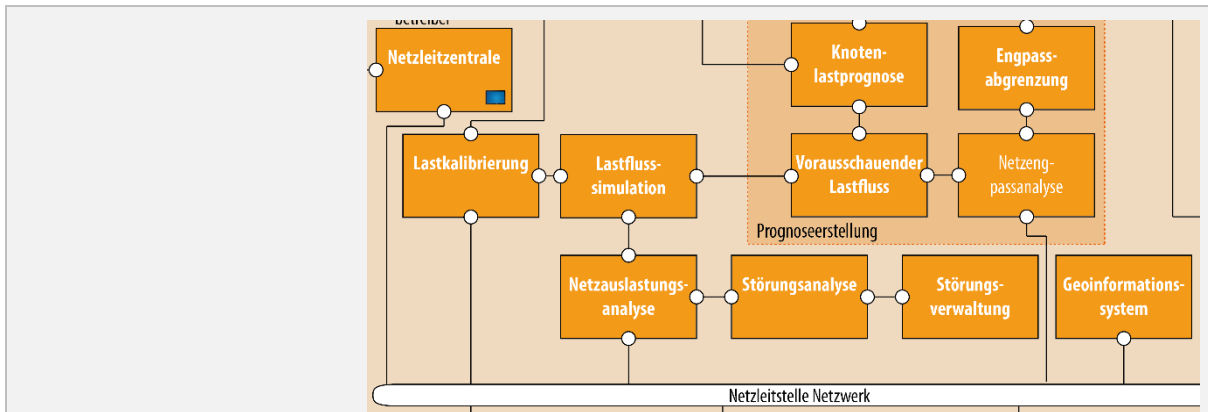


Allgemeine Beschreibung der Architektur:

Das System des Verteilnetzbetreibers enthält die Prozessebene, die für die Kommunikation und Steuerung der Feldmesseinrichtungen und -aktoren zuständig ist. Die Persistenz speichert für den Netzbetreiber wichtige Daten zu Anschlüssen, Verträgen, Kunden aber auch dynamische Daten wie Messwerte und Schaltzustände. Neben Systemen, die den aktuellen Netzzustand einschätzen und analysieren, nehmen die Prognosesysteme eine wichtige Position im System ein. Die externe Kommunikation kümmert sich um den Import wichtiger Daten vom Integrator oder Marktplatz oder propagiert das Prioritätssignal.

Beschreibung der Einzelkomponenten

<p><i>SCADA/Prozesskommunikation</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Messdatenabfrage, Steuerung, Überwachung</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Die Kontrolle der Netzmesseinrichtungen wird durch die Fernwirkzentrale des Verteilnetzbetreibers bewerkstelligt. Sie kommuniziert mit dem im Netz verteilten Aktoren und Sensoren. Angeschlossen daran sind SCADA Systeme, die das Netz automatisiert überwachen und steuern.</p>
<p><b>Schnittstellen</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Gateway ONS über Kommunikationseinheit</li> <li>(2) Gateway USW über Kommunikationseinheit</li> <li>(3) Feldmesseinrichtungen über Kommunikationseinheit</li> <li>(4) Persistenz über SCADA System</li> <li>(5) Netzleitstelle Netzwerk über SCADA System</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SCADA Funktionen (1,2,3,4) Die grundlegenden SCADA Funktionen umfassen ein Mensch-Maschine-Interface zur Bedienung, die Erstellung von Kurvengrafiken, Meldungsverarbeitung/Signalisierung/Alarmierung, Messwert- und, Zählwertverarbeitung und Leitechnische Verriegelungen</li> <li>- Kommunikation mit Fernwirkknoten (1,2,3) Um mit Fernwirkknoten im Verteilnetz (Fernwirkserver z. B.) zu kommunizieren, Sollwerte zu übertragen und Messdaten zu empfangen werden die Fernwirkzentralen eingesetzt</li> <li>- Kopplung mit Fremdsystemen (5) Höherwertige Funktionen der Netzleitebene sind von SCADA entkoppelt, aber dennoch auf die Funktionalität angewiesen</li> </ul>



*Übergeordnete, interne Prozessverarbeitung*

<b>Zweck:</b>	Lastflussberechnung, Netzanalyse, Störungsbehebung, Prognosesysteme, Engpassanalyse, Netzführung
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Um sowohl kurzfristig als auch langfristig auf kritische Situationen im Verteilnetz reagieren zu können, müssen Zählerdaten, Fahrpläne als auch Erzeugungsprognosen in Prognosen und Simulationen einbezogen werden. Auf der einen Seite müssen fortwährend aktuelle Netzüberlastungen sicher erkannt, aber auch zukünftige Engpässe prognostiziert und behandelt werden. Hierfür werden auch neue Formen der Visualisierung eingesetzt.
<b>Schnittstellen:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Zählerdatenimport über Lastkalibrierung</li> <li>(2) Erzeugerprognose über Knotenlastprognose</li> <li>(3) Fahrplanimport über Knotenlastprognose</li> <li>(4) Prioritätssignalversand über Engpassabgrenzung</li> <li>(5) Marktinterface über Netzleitstelle Netzwerk</li> <li>(6) Persistenz über Netzleitstelle Netzwerk</li> <li>(7) SCADA System über Netzleitstelle Netzwerk</li> </ol>
<b>Wichtige Datentypen:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Aggregierte Fahrpläne</li> <li>2) Aggregierte Zählerdaten</li> <li>3) Messdaten</li> <li>4) Erzeugungsprognose</li> <li>5) Sensitivitätsmatrix</li> <li>6) Prioritätssignal</li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	- Aktuellen Netzzustand bestimmen (1,6,7, intern) Mittels aktueller Zähler- und Messdaten werden zuerst Lasten kalibriert, eine Lastflusssimulation durchgeführt, um dann die Auslastung des Netzes z.B. mittels Kurzschlussrechnung zu



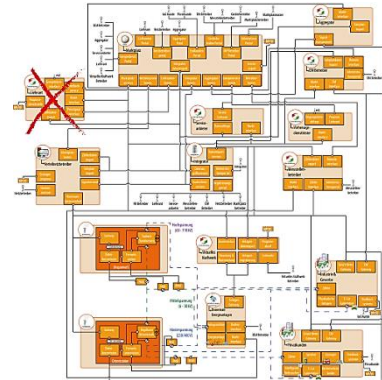
	<p>berechnen. Wird dabei ein Störfall erkannt, werden Behebungsmaßnahmen eingeleitet (z.B. in Form eines Serviceteams)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Netzprognose erstellen (2,3,intern) Mittels der Fahrpläne, die durch den Integrator übermittelt werden und einer Erzeugungsprognose können eine Knotenlastprognose und ein vorausschauender Lastfluss simuliert werden.</li> <li>- Engpassabgrenzung und -behebung (4,5) Aus der Netzprognose werden Engpässe errechnet, diese nach Kritikalität sortiert und eine Sensitivitätsmatrix für den Versand als initiales Prioritätssignal erstellt</li> <li>- Visualisierung in Netzleitzentrale (6,7) Die Netzleitzentrale visualisiert die Ergebnisse der Simulationen im Netzgebiet und verwendet eine topologische Färbung, um Netzengpässe im Netzgebiet zu visualisieren</li> </ul>
<div style="text-align: center;"> </div> <p><i>Externe Kommunikation</i></p>	
<b>Zweck:</b>	Eingangsdatenimport, Prioritätssignalversand, Marktkommunikation
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Der Verteilnetzbetreiber ist auf externe Kommunikation angewiesen, um sowohl Daten zu importieren als auch Signale zu übermitteln. Die externe Kommunikation regelt die Kommunikation
<b>Schnittstellen (optional)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Integrator über Zählerdatenimport</li> <li>(2) Integrator über Fahrplanimport</li> <li>(3) Integrator über Prioritätssignalversand</li> <li>(4) Marktplatz über Marktinterface</li> <li>(5) Marktplatz/Vorhersagedienstleister</li> </ol>
<b>Wichtige Datentypen (optional)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Aggregierte Fahrpläne</li> <li>2) Aggregierte Zählerdaten</li> <li>3) Erzeugungsprognose</li> <li>4) Prioritätssignal</li> <li>5) Sensitivitätsmatrix</li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrplanimport (2)</li> <li>- Zählerdatenimport (1)</li> <li>- Prognoseabruf (5)</li> <li>- Prioritätssignalversand (3)</li> </ul>

---

	- Marktkommunikation (4)
--	--------------------------

### 7.13 LIEFERANT

Die Aufgabe des Lieferanten ist es, Endkunden mit Strom zu beliefern. Er muss an Energiebörsen von Energieerzeugern Strom beziehen, um ihn an seine Kunden vertreiben zu können. Er stellt dem Kunden Tarife bereit, der einen Strompreis zu einem bestimmten Tageszeitpunkt festlegt. Basierend auf dem vom Kunden gewählten Tarif und auf Zählerdaten kann der Lieferant eine Abrechnung erstellen. Diese Abrechnung basiert überwiegend auf dem manuellen Ablesen des Zählerstands, was von einem Messdienstleister übernommen wurde, teils aus der Fernauslesung.



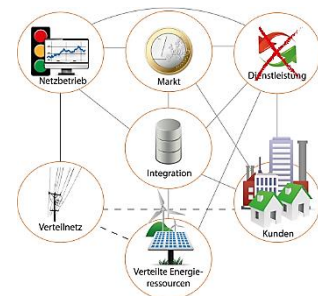
Durch den Umstand, dass Strombezugspreise auch innerhalb eines Tages schwanken, gibt es für Lieferanten die Möglichkeit, ihr Tarifsystem diesem Umstand anzupassen. Diese sogenannten variablen Tarife erfordern jedoch eine genauere Erfassung des Stromverbrauchs der Kunden und eine Übermittlung des aktuellen Tarifs an den Kunden. Im intelligenten Stromnetz wird diese Aufgabe durch das Smart Meter Gateway übernommen. Die genauere Erfassung des Kundenverbrauchs bietet für den Lieferanten die Möglichkeit, seine Beschaffung besser zu planen und damit Kosten zu senken.

- *Zugeordnete Domäne:*

Der Lieferant ist der Dienstleistungsdomäne zugeordnet.

- *Systemkontext:*

Lieferanten sind an Energiemärkten (z.B. der Energiebörse) tätig, die jedoch außerhalb der E-Energy Referenzarchitektur liegen. Dennoch ist es für den Lieferanten möglich, regionalen Strom zum Beispiel von virtuellen Kraftwerken zu beziehen und an den Kunden zu vermarkten.



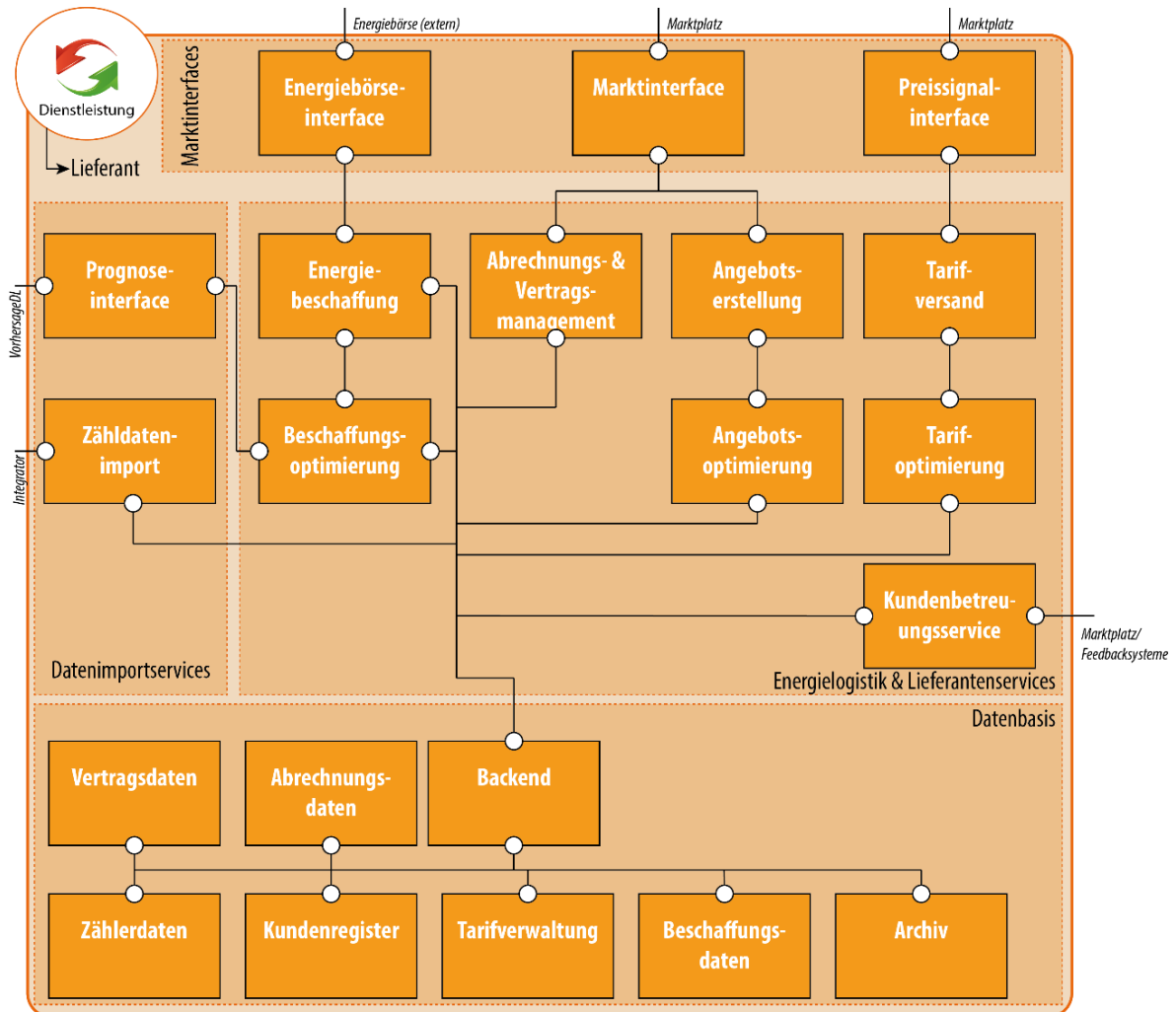
- *Off verwendete Synonyme oder Hyperonyme:*

Stromanbieter, Stromvertrieb, Energieversorgungsunternehmen, Energieversorger

- *Verwendete Abkürzungen:*

EVU (Energieversorgungsunternehmen)

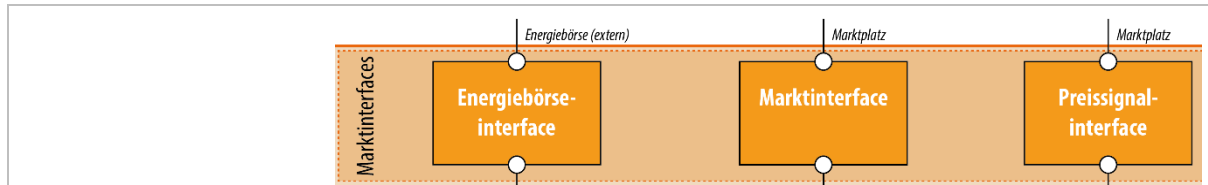
Architektur des Systems:



▪ *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

Beschreibung des Architekturdiagramms, Einleitung zu den Komponentenbeschreibungen

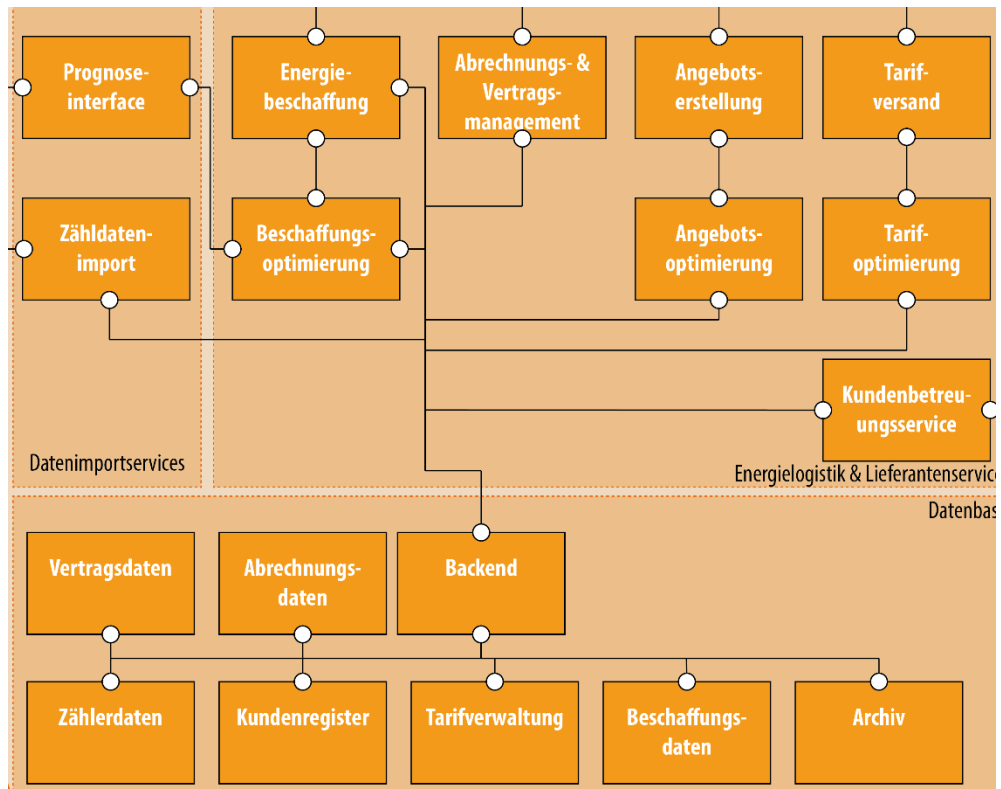
▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*



*Marktinterfaces*

<b>Zweck:</b>	Handelskommunikation, Preissignalübermittlung,
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Die Marktinterfaces dienen der Kommunikation mit verschiedenen Handelsplattformen aber auch zur Übermittlung des Preissignals-
<b>Schnittstellen (optional)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Energiebörse über Energiebörseinterface</li> <li>(2) Marktplatz über Marktinterface</li> <li>(3) Marktplatz über Preissignalinterface</li> <li>(4) Tarifversand über Preissignalinterface</li> <li>(5) Angebotsverwaltung über Marktinterface</li> <li>(6) Energiebeschaffung über Energiebörseinterface</li> </ol>
<b>Wichtige Datentypen (optional)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Energiebörsegebot</li> <li>2) Energiebörsegebotsübermittlung</li> <li>3) Preissignal</li> <li>4) Marktbenachrichtigung             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Vertragsabschluss/-kündigung</li> <li>b) Tarifwechsel</li> </ol> </li> <li>5) Abrechnung</li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Börsenhandel (1): Lieferanten können an der Energiemärkten (Terminmarkt, Day-Ahead-Markt, Intraday-Markt und auch OTC-Handel und Regelleistungsmarkt) aktiv werden, um Strom zu kaufen</li> <li>- Preissignal übermitteln (3): Das Preissignal, das den Tarif des nächsten Tages oder eine Intraday Tarifänderung enthält, wird an den Marktplatz zur Registrierung und Übermittlung an die Kunden versendet</li> <li>- Lieferantenangebot übermitteln (2): Auf dem B2C Marktplatz können neue Lieferantenangebote eingestellt werden, die Kunden zur Annahme vorgestellt werden</li> <li>- Tarifangebot ändern (2):</li> </ul>

Der Lieferant kann sein Tarifangebot ändern und neue Tarifsyste-  
me am Marktplatz einstellen  
- Marktplatzhandel (2):  
Auch am Marktplatz kann der Lieferant neue Lieferverträge ab-  
schließen und Strom einkaufen



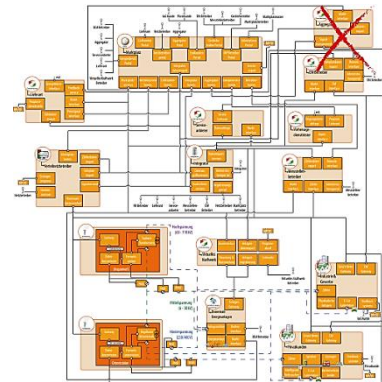
*Energielogistik, Datenimport & Lieferantenservices*

<b>Zweck:</b>	Datenimport, Angebotsoptimierung, Abrechnung, Beschaffungsoptimierung, Tarifversand, Kundeninformation
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Die Energielogistik kümmert sich um das Beschaffen von Energie, um die Angebotserstellung, die Tarfkalkulation. Zusätzlich bietet der Lieferant Services zur Kundenbetreuung an und beistzt Schnittstellen zum Zählerdatenimport als auch ein Prognoseinterface
<b>Schnittstellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Integrator über Zählerdatenimport</li> <li>(2) Marktplatz/Vorhersagedienstleister über Prognoseinterface</li> <li>(3) Marktplatz/Feedbacksystem über Kundenbetreuungsservice</li> <li>(4) Energiebörseinterface über Energiebeschaffung</li> </ul>

	(5) Marktinterface über Abrechnungs- und Vertragsmanagement (6) Marktinterface über Angebotserstellung (7) Preissignalinterface über Tarifversand
<b>Wichtige Datentypen</b> (optional)	1) Preissignal 2) Tarif 3) Lieferantenangebot 4) Abrechnung 5) Lieferantenvertrag 6) Liefervertrag 7) Börsenangebot 8) Börsenangebotsbestätigung 9) Prognose 10) Zählerdaten 11) Kundeninformation
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zählerdatenimport (1): Der Import von Zählerdaten dient einerseits der Beschaffungsoptimierung, andererseits der Verbesserung des Lieferantenservice als auch zur Abrechnungsüberprüfung und -nachweis</li> <li>- Prognoseimport (2): Prognosen (Preis, Verbrauch, Erzeugung) werden zur Beschaffungsoptimierung als auch zur Verbesserung des Kundenservices herangezogen</li> <li>- Beschaffungsoptimierung und Börsenhandel (intern, 4): Basierend auf der Analyse von Zählerdaten und der Prognosen werden Handelsmengen als auch Handelszeitpunkt optimiert und eine Kostensenkung abgestrebt</li> <li>- Lieferantenangebotsverwaltung (5,6): Der Lieferant kann Angebote auf den Marktplatz stellen (zum Beispiel zielgruppenorientiert) und wird vom Marktplatz über Abschlüsse informiert</li> <li>- Tarifverwaltung (intern, 7): Der Lieferant legt für verschiedene Tarife Strompreise und Sondermodalitäten fest (z.B. Maximalbezugsmengen, Anreizmechanismen). In Form eines Preissignals werden Tarife mindestens am Tag vor ihres Gültigkeitsbereichs versandt. Zusätzlich wird bei Intraday Änderungen ein erneutes Preissignal versandt</li> <li>- Kundeninformationsservice (3) Ähnlich wie ein Serviceanbieter versendet der Lieferant an seine Kunden Informationen zu seinem Angebot, die der Kunde dann automatisch zugestellt bekommt und zum Beispiel per Feedbacksystem anzeigen lassen kann</li> </ul>

## 7.14 AGGREGATOR

Der Aggregator entspricht einer vollkommen neuen Marktrolle im Energiesystem, deren Ziel es ist, durch Zusammenschluss kleinerer steuerbarer Einheiten, Systemdienstleistungen zu ermöglichen. Aggregatoren helfen Kunden dabei, ihre Flexibilität in Zeiten schwankender Erzeugung zu vermarkten und dadurch das Netz stabil zu halten. Im Engpassmanagement spielt der Aggregator daher eine sehr wichtige Rolle.



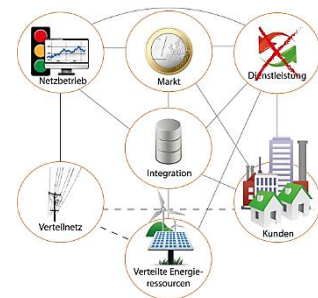
Erst durch die Funktion des Aggregators werden die separierten Energie- und Flexibilitätsangebote geringerer Leistung zu vermarktungsfähigen Portfolien zusammengefasst und aufgewertet. Man spricht in diesem Kontext auch von einer „Veredelung von Einzelleistungen“. Über den Aggregator können diese Stromgüter nun an den überregionalen Märkten angeboten werden.

- Zugeordnete *Domäne*:

Der Aggregator ist der Dienstleistungsdomäne zuzuordnen.

- *Systemkontext*:

Das System des Aggregators befindet sich als Mittler zwischen Endkunden, Marktplatz und Verteilnetzbetreiber. Er versucht in seiner Rolle Angebote auf dem Marktplatz zu erstellen, die auf den Kannfahrplänen von Kunden basieren. Er vermarktet damit die Flexibilität seiner Kunden und deren Bereitschaft, ihre Flexibilität zur Verfügung zu stellen. Auch virtuelle Kraftwerke könnten zum Kundenkreis des Aggregators gehören, auch wenn diese Option in der Referenzarchitektur nicht berücksichtigt ist.



- *Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme*:

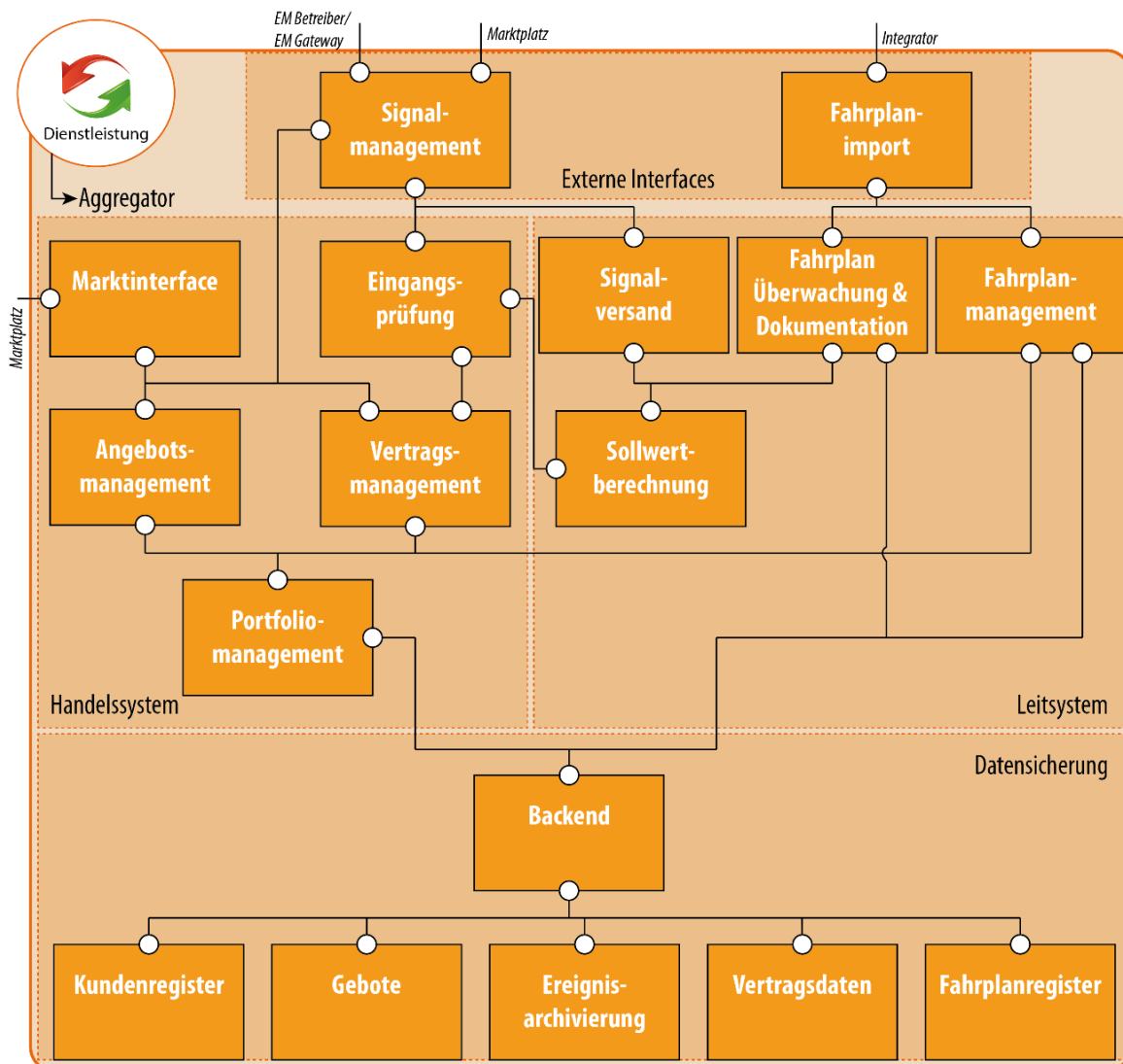
Demand Side Manager, Poolkoordinator, Flexibility Manager

- *Verwendete Abkürzungen*:

Keine bekannt



Architektur des Systems:

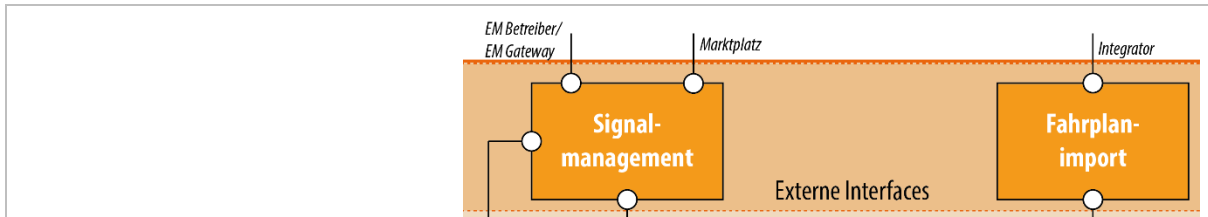


Allgemeine Beschreibung der Architektur:

Das Aggregatorsystem besteht aus

- dem Leitsystem, das technisches System für die Planung und Umsetzung von Aggregatorangeboten zuständig ist,
- dem Handelssystem, das als wirtschaftliches System Verträge verwaltet, Angebote verwaltet als auch das Portfolio des Aggregators übernimmt und
- den externen Interfaces, die Signale vom Marktplatz erhalten und an EM Betreiber oder EM Gateways versenden und den Fahrplanimport realisieren

▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*



*Externe Interfaces*

<b>Zweck:</b>	Fahrplanimport, Signalempfang, Signalübermittlung
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Die externen Schnittstellen importieren Fahrpläne vom Integrator oder kümmern sich um den Empfang oder den Versand von Signalen
<b>Schnittstellen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) EM Gateway/Em Betreiber über Signalmanagement</li> <li>(2) Marktplatz über Signalmanagement</li> <li>(3) Integrator über Fahrplanimport</li> <li>(4) Angebotsmanagement über Signalmanagement</li> <li>(5) Eingangsüberprüfung über Signalmanagemen</li> <li>(6) Signalversand über Signalmanagement</li> <li>(7) Fahrplanüberwachung und -dokumentatiob über Fahrplanimport</li> <li>(8) Fahrplanmanagement über Fahrplanimport</li> <li>(9) Fahrplamanagement über Portfoliomanagement</li> </ol>
<b>Wichtige Datentypen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Effizienzsignal             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Virtuelles Effizienzsignal</li> <li>b) Reelles Effizienzsignal</li> </ol> </li> <li>2) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Kannfahrplan</li> <li>b) Istfahrplan</li> </ol> </li> </ol>
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrplanimport (3): Der Aggregator kann auf Fahrpläne seiner Kunden auf dem Integrator zugreifen und diese für Analysen benutzen</li> <li>- Signalversand (1): Der Aggregator hat die Möglichkeit, virtuelle oder reelle Effizienzsignale an seinen Kunden zu versenden</li> <li>- Signalempfang (2): Vom Marktplatz erhält der Aggregator Signale im Falle, dass sein Engpassbehebungsangebot angenommen wurde</li> </ul>

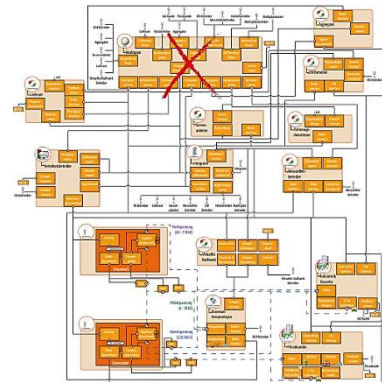
<p><i>Aggregator Handelssystem</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Angebotserstellung, Vertragsmanagement, Portfolioverwaltung, Abrechnung</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Das Handelssystem des Aggregators kümmert sich um die Erstellung von Angeboten, die aus dem aktuellen Portfolio des Aggregators erstellt werden und Fahrpläne seiner Kunden einbeziehen.</p>
<p><b>Schnittstellen</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Marktplatz über Marktinterface</li> <li>(2) Signalmanagement über Angebots- oder Vertragsmanagement</li> <li>(3) Signalmanagement über Eingangsprüfung</li> <li>(4) Sollwertberechnung über Eingangsprüfung</li> <li>(5) Fahrplanmanagement über Angebotsmanagement</li> <li>(6) Fahrplanüberwachung und -dokumentation über Portfoliomanagement</li> </ol>
<p><b>Wichtige Datentypen</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Aggregatorangebot</li> <li>2) Aggregatorvertragsabschluss</li> <li>3) Engpassbehebungsangebot</li> <li>4) Fahrplan             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Kannfahrplan</li> <li>b) Istfahrplan</li> </ol> </li> <li>5) Effizienzsignal             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Initiales Effizienzsignal</li> </ol> </li> <li>6) Kundendaten (EM Ausrüstung, z.B.)</li> <li>7) Kundenvertragsdaten</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<p>- Aggregatorangebot einstellen (1):</p>

	<p>Der Aggregator stellt ein Angebot am B2C Marktplatz ein, in dem er beschreibt, an welche Kundengruppe er sich mit dem Angebot richtet und welche Konditionen er damit verbindet für die Bereitstellung von Flexibilität als auch für deren Abruf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engpassbehebungsangebot erstellen (1): Basierend auf der Information des Marktplatzes kann der Aggregator ein virtuelles Effizienzsignal erstellen und alle Kannfahrpläne seiner Kunden zu einem Angebot bündeln.</li> <li>- Signaleingang prüfen (2,3,4): Der Aggregator überprüft eingehende Signale, indem er bestehende Verträge, bestehende Angebote und das gesamte Portfolio mit dem eingehenden Signal vergleicht, um dann die Sollwertberechnung zu starten</li> <li>- Abrechnungserstellung (1,5,6) Aus den dokumentierten Schaltvorgängen durch den Energiemanager, dem Angebot auf dem Marktplatz als auch den Vertrag mit dem Kunden kann der Aggregator eine Abrechnung erstellen</li> </ul>
<p><i>Aggregator Leitsystem</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Signalübermittlung an Kunden, Fahrplankommunikation, Überwachung und Abrechnung</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Das Leitsystem übermittelt das Effizienzsignal an den Endkunden und erhält Fahrpläne der Kunden des Integrators. Je nach Typ des Effizienzsignals reagiert der eingebaute Energiemanager und schickt aktuelle Kannfahrpläne und sperrt den betroffenen Zeitslot oder er berechnet mittels lokaler Optimierung Istfahrpläne. Das Leitsystem kümmert sich um die Überwachung der Einhaltung des Fahrplans und dokumentiert den Ablauf für eine spätere Abrechnung.</p>

<b>Schnittstellen</b>	(1) Fahrplanimport über Fahrplanmanagement (2) Fahrplanimport über Fahrplan Überwachung & Dokumentation (3) Signalmanagement über Signalversand (4) Eingangsprüfung über Sollwertberechnung (5) Angebotsmanagement über Fahrplanmanagement (6) Portfoliomanagement über Fahrplan Überwachung und – dokumentatio
<b>Wichtige Datentypen (optional)</b>	1) Fahrplan a) Kannfahrplan b) Istfahrplan 2) Effizienzsignal a) Virtuelles Effizienzsignal b) relles Effizienzsignal 3) Kundendaten (EM Ausrüstung, z.B.) 4) Kundenvertragsdaten
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sollwertberechnung (4,3): Bei Annahme des Angebots des Aggregators wird für jeden Kannfahrplan ein Sollwert festgelegt, der durch den Energiemanager erreicht werden soll, um das Angebot zu erfüllen</li> <li>- Versand des virtuellen Effizienzsignals (3): Das virtuelle Effizienzsignal fordert den Kunden auf, seinen Kannfahrplan im aktuell betroffenen Zeitslot zu senden und diesen für die Veränderung zu sperren</li> <li>- Versand des reellen Effizienzsignals (3): Das reelle Effizienzsignal, das bei Abruf des Angebots versendet wird, macht für jeden Kunden den Kannfahrplan zu einem Istfahrplan, der durch den Sollwert des Aggregators und durch die lokale Optimierung bestimmt wird.</li> <li>- Fahrplanimport (1): Der Fahrplanimport holt vom Integrator für einen bestimmten Zeitslot und eine Kundenauswahl deren aktuelle Kannfahrpläne ab</li> <li>- Überwachung und Dokumentation der Angebotsrealisierung (2): Die Schalthandlung des Energiemanagers wird vom Aggregator überwacht und auf Erfüllung des Angebots hin überprüft. Der Vorgang wird dokumentiert um später für die Abrechnung verwendet zu werden.</li> <li>- Kannfahrplananalyse (5,6): Übermittelte Fahrpläne werden auf ihre Charakteristika hin analysiert, um daraus Angebote erstellen zu können, die an den Marktplatzt gesendet werden.</li> </ul>

## 7.15 MARKTPLATZ

Der Marktplatz ist die zentrale Handelsplattform im intelligenten Energiesystem. Er ermöglicht, die Vertragsanbahnung, den Handel von Energie und Energiedienstleistungen, von Produkten wie auch von Services. Er bietet durch verschiedene Portale einen Zugang für alle Marktrolle und auf sie zugeschnittene Benutzeroberflächen. Über Benachrichtigungsservices leitet der Marktplatz Informationen über Handlungsoptionen, abgeschlossene Geschäfte und Verträge, Signale und Serviceinformationen an angeschlossene Systeme weiter, um sie über einen Vorgang zu informieren. Der Marktplatz unterstützt die Abrechnung, schafft durch eine einheitliche Repräsentation von Angeboten für Transparenz, erleichtert den Anbieterwechsel, ermöglicht regionalen Handel mit regional produziertem Strom, bietet Zusatzservices wie das Buchen eines Handelsagenten oder schafft Liquidität durch den Einsatz von börsengekoppelten Market Makern. Dieses große Funktionsspektrum macht den Marktplatz zu einem der zentralen Systeme, das wie der Integrator den Austausch zwischen Systemen, den marktlichen Austausch zwischen Marktakteuren gestaltet. Als unabhängige Instanz garantiert er den diskriminierungsfreien Zugriff für alle Marktrolle und schafft Sicherheit für Vertragsabschlüsse, Angebote und Produkte.

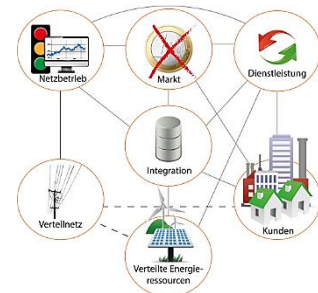


- *Zugeordnete Domäne:*

Der Marktplatz ist der Marktdomäne zugeteilt und steht für Akteure aller anderen Domänen offen.

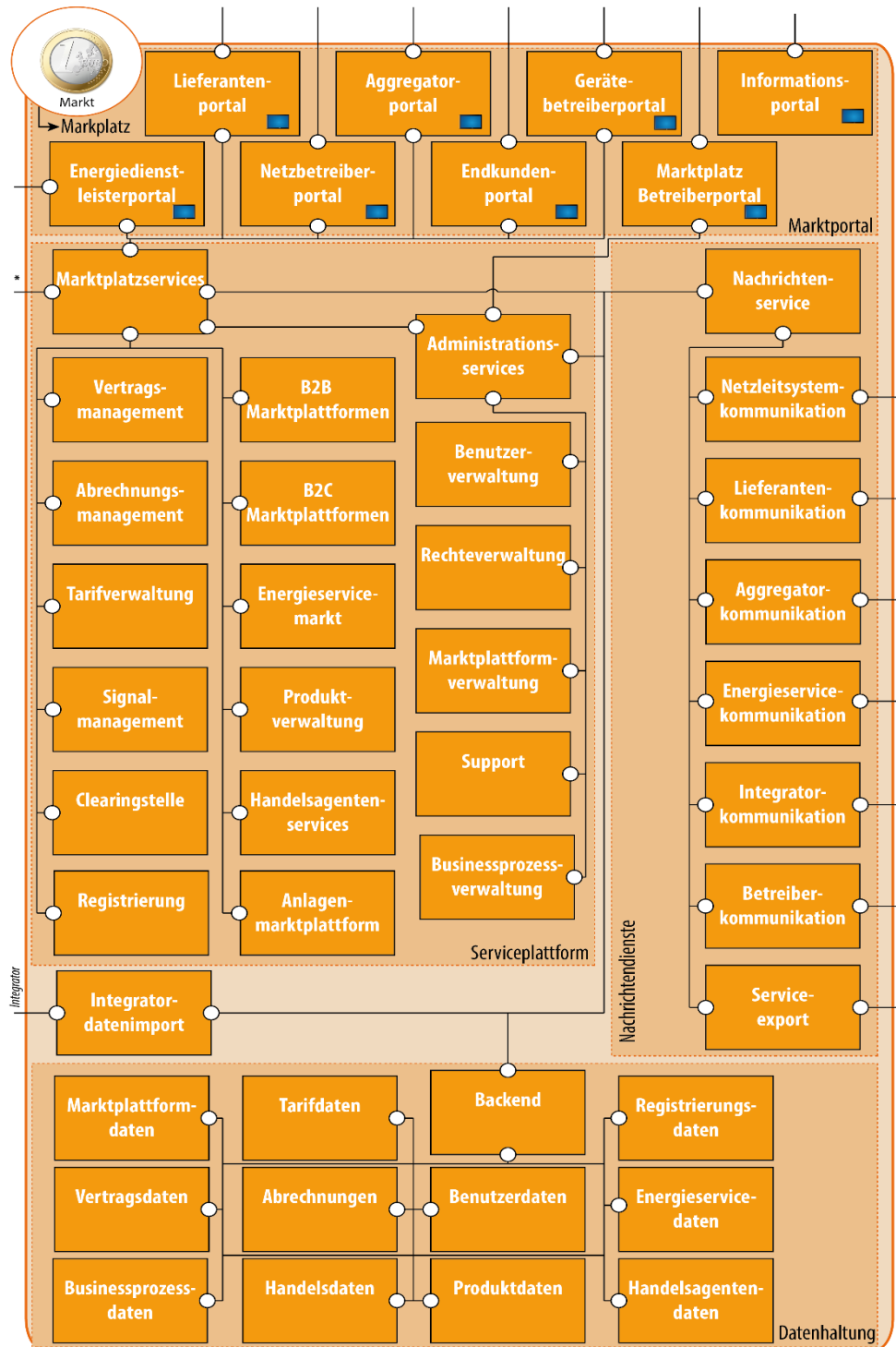
- *Systemkontext:*

Der Betrieb des Marktplatzes wird durch den Marktplatzbetreiber, einer neuen Rolle im Energiesystem, durchgeführt. Für Deutschland wird es mehrere Marktplätze geben, die jeweils für einen regionalen Markt sorgen werden. Inwieweit sich diese Marktplätze hierarchisch organisieren lassen, wie ihre Kopplung erfolgt oder auch wie sie auf das Bundesgebiet verteilt werden könnten, wurde in E-Energy nicht umfassend geklärt. Zwar scheint es naheliegend, Marktplätze anhand der Netzhierarchie zu organisieren, also zum Beispiel für ein Mittelspannungsnetz und alle angeschlossenen Netze einen Marktplatz zu etablieren, doch ist offen, ob diese technisch getriebene Verteilung wirklich vorteilhaft für einen funktionierenden Handel ist. Ein mögliches Szenario wäre, dass wenige zentrale Marktplätze entstehen, die jedoch regionalen Handel forcieren und diesen durch Anreizmechanismen unterstützen.



- *Oft verwendete Synonyme oder Hyperonyme:* Markt, E-Energy Marktplatz, Marktplattform, Handelsplatz
- *Verwendete Abkürzungen:* MP (eher selten gebraucht)

Architektur des Systems:



\* = Netzbetreiber, EM Betreiber, Messstellenbetreiber, Aggregator, Lieferant, Servicedienstleister, Vorhersagedienstleister, Virtuelles Kraftwerk

- *Allgemeine Beschreibung der Architektur:*

In der Architektur des Marktplatzes spiegelt sich seine umfassende Funktionsvielfalt wieder. Grob lässt sich der Marktplatz neben der Datenhaltung, die für alle Teile als Persistenz dient, in drei Teile unterteilen.

Das Marktportal schafft für Marktakteure eine auf ihre Bedürfnisse angepasste Benutzeroberfläche, die nach der Registrierung die Funktionen der Serviceplattform zugreifbar macht. Auf der Benutzeroberfläche werden unter anderem Benachrichtigungen (z.B. Angebotsbestätigung, Vertragsabschluss, Tarifwechsel, Serviceabonnement), bestehende Verträge, Such- und Vertragsanbahnungsfunktionen oder Rechnungsmanagement zur Verfügung gestellt.

Die Serviceplattform bietet die zentralen Services des Marktplatzes für Endkunden wie Businesskunden und ermöglicht durch Zusatzservice einen standardisierten Betrieb, ein einheitliches Vertragsmanagement sowie die Erleichterung von Businessprozessen wie Abrechnung, Clearing oder Vertragsabschluss. Diese Services können durch die Hinterlegung verschiedener Businessprozesse an die Bedürfnisse der Unternehmen angepasst werden und werden vom Marktplatzbetreiber administriert. Viele der Services bieten eine Schnittstelle für sogenannte Marktinterfaces, die in vielen Systemen implementiert werden und den automatisierte Zugriff auf Marktfunktionen erlauben.

Die Datenbasis wird neben marktplatzeigenen Daten durch fortwährenden Datenaustausch mit Integratoren realisiert.

Die Nachrichtendienste schließlich ermöglichen den systemischen Austausch zwischen verschiedenen Systemen untereinander, falls dieser Austausch auf am Markt geschlossenen Verträgen basiert. Sie dienen aber auch dem Empfang von Signalen, wie dem Prioritätssignal, und deren Behandlung durch marktbasierende Angebote. Außerdem werden über Nachrichtendienste angeschlossene Systeme über für sie relevante Änderungen in Verträgen und geschäftlichen Beziehungen zwischen Marktakteuren informiert.

Das Angebot des Marktplatzes ist umfangreich, daher wäre es vorstellbar, dass Teile der Funktionen in andere Systeme ausgelagert werden, solange die Prinzipien der des diskriminierungsfreien Zugangs, der Transparenz sowie der Standardisierung erhalten bleiben.



▪ *Beschreibung der Einzelkomponenten*

<p><i>Marktportal</i></p>	<p>The diagram illustrates the Market Portal architecture. It features a central 'Markt' (Market) platform at the top left, which connects to a 'Marktplatz' (Marketplace). Below this, there are several portals: 'Lieferantenportal' (Supplier portal), 'Aggregatorportal' (Aggregator portal), 'Gerätebetreiberportal' (Device operator portal), and 'Informationsportal' (Information portal) in the top row. In the bottom row, there are 'Energiedienstleisterportal' (Energy service provider portal), 'Netzbetreiberportal' (Grid operator portal), 'Endkundenportal' (End customer portal), and 'Marktplatz Betreiberportal' (Marketplace operator portal). The entire structure is labeled 'Marktportal' at the bottom right.</p>
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Webzugriff für Marktakteure, Benutzeroberfläche, Rollenspezifische Aufmachung, Zugriff auf relevante Marktfunktionen</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Das Marktportal bietet für Lieferanten, Aggregatoren, Gerätebetreiber, Netzbetreiber, Endkunden und für den Marktplatzbetreiber eigene Portale. Außerdem existieren noch ein Energiedienstleisterportal, das von virtuelles Kraftwerk Betreibern, DEA Betreibern, Serviceanbietern, Lieferanten und Aggregatoren genutzt wird um vielfältige Energiedienstleistungen auszutauschen. Für allgemeine Portalfunktionen (Support, News, ect.) sowie zur Information dient ein Informationsportal, das für alle Marktnutzer verfügbar ist.</p>
<p><b>Schnittstellen</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Marktplatzservices über alle Portale</li> <li>(2) Administrationservices über Marktplatz Betreiberportal</li> <li>(3) Lieferant über Lieferantenportal</li> <li>(4) Aggregator, Lieferant, Virtuelles Kraftwerk Betreiber, DEA Betreiber, Serviceanbieter über Energiedienstleisterportal</li> <li>(5) Aggregator über Aggregatorenportal</li> <li>(6) Verteilnetzbetreiber über Netzbetreiberportal</li> <li>(7) EM Betreiber, Messstellenbetreiber, Gerätehersteller über Gerätebetreiberportal</li> <li>(8) Privatkunde, Gul Kunde über Endkundenportal</li> <li>(9) Marktplatzbetreiber über Marktplatzbetreiberportal</li> <li>(10) Marktnutzer über Informationsportal</li> </ol>
<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<p>Allgemeine Funktionen (3-9, 10):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrierung als Marktrolle</li> <li>- Benutzerdaten einsehen und ändern</li> <li>- Benachrichtigungsfunktion bei Änderung der Vertragslage</li> <li>- Vertragsmanagement</li> <li>- Angebotsmanagement</li> <li>- Serviceangebot suchen</li> <li>- Serviceangebot abonnieren</li> </ul> <p>Lieferantenfunktionen (3):</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarifmodell ändern</li> <li>- Lieferantenangebot einstellen</li> <li>- Liefervertrag abschließen mit VK</li> <li>- Rahmenvertrag abschließen</li> <li>- Abrechnungsmanagement</li> </ul> <p>Energiedienstleistungsfunktionen (4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Virtuelles Kraftwerk Angebot erstellen (VK)</li> <li>- DEA registrieren (DEA Betreiber)</li> <li>- VK Vertrag abschließen (DEA Betreiber)</li> <li>- VK Liefervertrag abschließen (Lieferant)</li> <li>- Serviceangebot erstellen (Serviceanbieter)</li> <li>- Systemdienstleistungsangebot erstellen (VK, Aggregator)</li> <li>- Handel mit Market Maker (VK, Aggregator)</li> </ul> <p>Aggregatorfunktionen (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aggregatorangebot erstellen</li> <li>- Rahmenvertrag abschließen</li> <li>- Flexibilitätsangebot erstellen (Erzeugung/Verbrauch)</li> <li>- Rahmenvertrag abschließen</li> <li>- Abrechnungsmanagement</li> </ul> <p>Verteilnetzbetreiberfunktionen (6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rahmenvertrag abschließen/kündigen</li> <li>- Rahmenverträge verwalten</li> <li>- Systemdienstleistung abrufen</li> </ul> <p>Gerätebetreiberfunktionen (7)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EM Betrieb anbieten (EM Betreiber)</li> <li>- Messstellenbetrieb anbieten (MSB)</li> <li>- Vertrag über Messstellenbetrieb schließen (MSB)</li> <li>- Vertrag über EM Betrieb schließen (EM Betreiber)</li> <li>- Intelligente Verbraucher, Speicher, Erzeuger anbieten (Gerätehersteller)</li> </ul> <p>Endkundenfunktionen (8):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suchen von Lieferantenangeboten</li> <li>- Abschluss von Lieferantenverträgen</li> <li>- Kündigung von Lieferantenverträgen</li> <li>- Suchen von Aggregatorangeboten</li> <li>- Abschluss von Aggregator Dienstleistungsvertrag</li> <li>- Kündigung von Aggregator Dienstleistungsvertrag</li> <li>- Wahl/Wechsel eines Messstellenbetreibers</li> <li>- Wahl/Wechsel eines EM Betreibers</li> </ul> <p>Marktplatzbetreiberfunktionen (9)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Benutzermanagement</li> <li>- Rechtemanagement</li> <li>- Businessprozessverwaltung</li> <li>- Handelsmanagement</li> </ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertragsmanagement</li> <li>- Support</li> </ul> <div style="text-align: right;"> </div> <p><i>Serviceplattform</i></p>
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Marktplatzservices, Handel, Verwaltung, Administration</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Die Serviceplattform realisiert die Dienste, die entweder durch die Marktplatzservices externen Marktinterfaces angeboten werden oder über die Portale den Markttrollen zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich existieren marktplatzintern Verwaltungsmechanismen, Administrationsservices als auch eine Verbindung zu den Nachrichtendiensten des Marktplatzes.</p>
<p><b>Schnittstellen (optional)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Aggregator über Marktplatzservices</li> <li>(2) Lieferant über Marktplatzservices</li> <li>(3) Virtuelles Kraftwerk über Marktplatzservices</li> <li>(4) DEA über Marktplatzservices</li> <li>(5) Serviceanbieter/Vorhersagedienstleister über Marktplatzservices</li> <li>(6) Messstellenbetreiber über Marktplatzservices</li> <li>(7) EM Betreiber über Marktplatzservices</li> <li>(8) Portal über Marktplatzservices</li> <li>(9) Nachrichtenservice über Marktplatzservices</li> </ol>

<p><b>Wichtige Funktionen:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertragsdokumentierung</li> <li>- Angebotsdokumentierung</li> <li>- Vertragsüberprüfung</li> <li>- Signalverarbeitung (Preissignal/Prioritätssignal/Effizienzsignal)</li> <li>- Abrechnungserstellung</li> <li>- Registrierung</li> <li>- DEA Registrierung</li> <li>- Vertragsanbahnung</li> <li>- Suchdienste für Angebote</li> <li>- Buchung von Handelsagent</li> <li>- Engpassbehebungsmechanismus</li> <li>- Serviceangebotsdienste</li> <li>- Produktangebotsdienste</li> <li>- Marktplattformdienste (Market Maker)</li> <li>- Anlagenvermittlungsservice</li> <li>- VK Registrierung</li> </ul>
<p><i>Nachrichtendienste</i></p>	
<p><b>Zweck:</b></p>	<p>Benachrichtigungsdienste, Nachrichtenübermittlung</p> <p style="text-align: right;">Nachrichtenempfang,</p>
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Die Nachrichtendienste sind dazu da, Nachrichten von Systemen zu empfangen und diese in Marktaktionen umzuwandeln (z.B.</p>

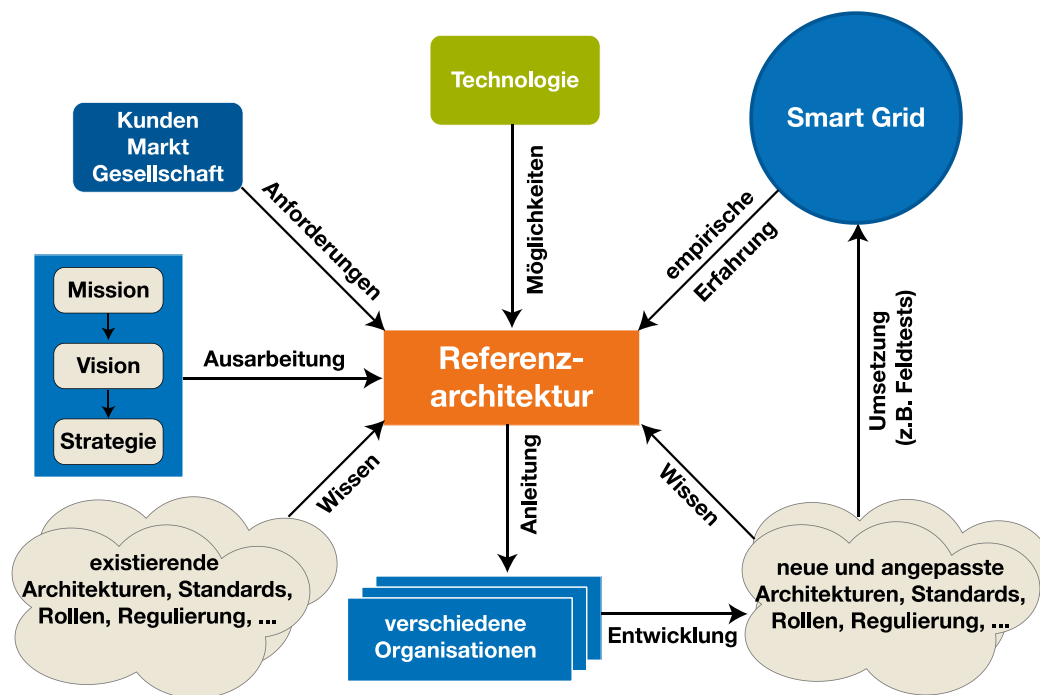
	Prioritätssignal), diese an andere Systeme zu verteilen oder Systeme über Marktaktionen zu unterrichten.
<b>Schnittstellen</b> (optional)	(1) Verteilnetzbetreiber über Netzleitsystemkommunikation (2) Lieferant über Lieferantenkommunikation (3) Aggregator über Aggregatorkommunikation (4) Serviceanbieter über Energieservicekommunikation (5) Integrator über Integratorkommunikation (6) EM Betreiber über Betreiberkommunikation (7) Messtellenbetreiber über Betreiberkommunikation (8) Diverse Systeme über Serviceexport
<b>Wichtige Funktionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übermittlung des initialen Effizienzsignals (3)</li> <li>- Übermittlung des Preissignals (2,7)</li> <li>- Erhalt des Erweiterten Prioritätssignals (5)</li> <li>- Mitteilung des Lieferantenwechsels/Lieferantenvertragsabschluss (1,5,7)</li> <li>- Mitteilung des Aggregatorwechsels/Aggregatorvertragsabschluss (3,5,6)</li> </ul>

## 8 KERNBOTSCHAFTEN UND AUSBLICK

Die **E-Energy Referenzarchitektur** ist eines der Hauptergebnisse der Arbeit der IKT Begleitforschung. Aus unserer Sicht ist die Erarbeitung von Referenzarchitekturen entscheidend für den Erfolg der zukünftigen Entwicklung eines Smart Grids in Deutschland. Die E-Energy Referenzarchitektur, wie wir sie im Bericht vorgestellt haben, ist hier nur der Anfang. Jedoch war sie aus unserer Sicht ein sehr wichtiger Schritt.

*Warum brauchen wir Referenzarchitekturen?*

Sie geben die **Mission, Vision und Strategie** für die Entwicklung von Smart Grids in Deutschland und bieten Anleitung zur Entwicklung neuer Architekturen, Standards oder Marktrollen. Wir sehen die Arbeit an Referenzarchitekturen als **zentralen Baustein der Energiewende**. In der Referenzarchitektur ist die Grundstruktur des zukünftigen Energiesystems dokumentiert. Sie repräsentiert alle wichtigen IKT Systemtypen, die in E-Energy erdacht wurden und bietet die Grundlage für eine strukturierte Diskussion.



Aus unserer Sicht muss auf eine Trennung zwischen Technik und Konzepten streng geachtet werden. Diese beiden Bereiche wurden in vielen Modellregionen vermischt und das hat aus unserer Sicht zu zahlreichen Problemen geführt. Aus diesem Grund haben wir uns darauf fokussiert, den konzeptuellen Kern der technischen Ideen in E-Energy herauszuarbeiten und von allen technischen Details zu abstrahieren. Damit ist die Referenzarchitektur **wiederverwendbar und für sehr vielfältige Tätigkeiten nutzbar**.

Wir arbeiten derzeit an der zu SGAM kompatiblen Modellierungssprache ORNAMENT und dem Methodenframework EVIDENT. Beide Teile sichern die zukünftige Entwicklung von Referenzarchitekturen durch verlässliche Methoden und Modelle ab.



Unsere Ziele für Eigenschaften von Smart Grid Referenzarchitekturen sind:

- **Empirisch:** Alle Modellinhalte basieren auf realem Systemwissen, das auf konkrete Systeme zurückgeführt werden kann. Hier haben wir bereits Arbeit in E-Energy geleistet.
- **Dynamisch:** Eine dynamische Abfrageschnittstelle für Inhalte ermöglicht es, Modellinhalte einfach zugänglich zu machen. Referenzarchitekturen besitzen eine große Menge an architekturellem Wissen, das nur schwer zu überblicken ist. Die bereits in E-Energy konzipierte Abfrageschnittstelle ermöglicht, gezielt auf Inhalte der Referenzarchitektur zuzugreifen.
- **Konsistent:** Alle Modelle können auf Konsistenz überprüft werden, um Widersprüche in der Referenzarchitektur zu vermeiden. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn Referenzarchitekturen in die Realität umgesetzt werden sollen. Inkonsistente Beschreibungen führen zu falschen Annahmen und
- **Validierbar:** Validierungsregeln sichern die Erweiterung, um zum Beispiel die Unterstützung von wichtigen Use-Cases bei Erweiterung zu gewährleisten und damit die Validität zu sichern.

Wir nutzen ORNAMENT und EVIDENT, um an der in E-Energy aufgebauten Referenzarchitektur weiter zu arbeiten. Wir erforschen, wie Teilbereiche des Smart Grids zukünftig aufgebaut sein werden.

In der **E-Energy Referenzarchitektur** haben wir die Teile des Gesamtsystems und seine Funktionsweise dokumentiert, unter Verwendung einer einheitlichen Beschreibungstechnik. Wir haben mit der Referenzarchitektur einen Diskussionsgegenstand geschaffen, der eine Referenz bietet, um über die Funktionsweise des Smart Grids zu sprechen.

Wir haben in E-Energy gelernt, dass die **Weiterentwicklung der Referenzarchitektur** parallel zum Ausbau des Energiesystems fortgesetzt werden muss. Aus unserer Sicht ist es zwingend notwendig, die Entwicklung und Weiterentwicklung von Referenzarchitekturen voranzutreiben.

Die **E-Energy Referenzarchitektur** ist nur der Beginn, um die zukünftige Struktur des Energiesystems und seiner Verbindung mit IKT Systemen zu diskutieren. In E-Energy konnten wir nur einen Teil des Umfangs, Aufgabenbereichs und der Vision einer Referenzarchitektur zeigen.

Hier sollten weitere Tätigkeiten unternommen werden, um an der Vision des zukünftigen Systems zu arbeiten.

Die Technische Universität München wird in weiteren Forschungsaktivitäten die Teilbereiche des Energiesystems und deren zukünftige Rolle ergründen und an der Vision eines *Smart Energy System made in Germany* arbeiten.