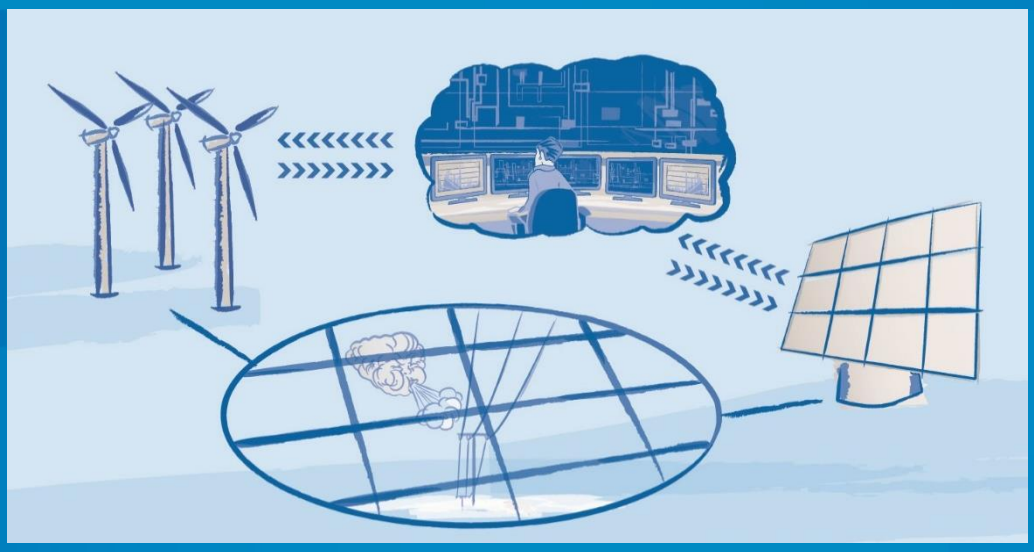
FNN – HINWEIS



KOF
Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene

September | 2018

FNN

VDE

FNN FORUM NETZTECHNIK/ NETZBETRIEB IM VDE

Impressum

© Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN)
Bismarckstraße 33, 10625 Berlin
Telefon: + 49 (0) 30 3838687 0
Fax: + 49 (0) 30 3838687 7
E-Mail: fnn@vde.com
Internet: http://www.vde.com/fnn

September 2018

Inhalt

1 Einleitung 6

2 Abkürzungen 7

3 Begriffe und Definitionen 9

4 Überblick Gesamtarchitektur 14

4.1 Hintergrund der Koordinierungsfunktion 14

4.2 Architektur einer Fernsteuerinfrastruktur mit der Koordinierungsfunktion 15

4.3 Allgemeine Anforderungen an den Betrieb der Koordinierungsfunktion 17

4.4 Grundfunktionen der Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene 17

5 Hauptprozesse der Koordinierungsfunktion 18

5.1 Koordinieren 18

5.1.1 Entgegennahme und Umsetzung von Fahrplananforderungen 18

5.1.2 Regelwerksumsetzung 20

5.2 Service und Betrieb 22

5.2.1 Wartung / Instandhaltung der Fernsteuereinheiten 22

5.2.2 Zertifikatsverwaltung 24

5.2.3 Informationsbereitstellung/Abfrage 24

5.2.4 Zeitführung 24

5.3 Administration 25

5.3.1 Benutzerrollenkonzept 25

5.3.2 Benutzerrechtekonzept 27

5.3.3 Datenorganisation 28

5.3.4 Gruppenverwaltung 29

5.3.5 Regelwerksverwaltung 30

5.3.6 Verwaltung der Fernsteuereinheiten 30

6 Querschnittsfunktionen 31

6.1 Informationssicherheit 31

6.2 Kommunikationsstatus der Fernsteuereinheiten 31

6.3 Revisionssichere Dokumentation und Logging 31

6.4 Anforderungen an die Verfügbarkeit des Gesamtsystems 31

6.5 Prozesspriorisierung innerhalb der KOF 31

7 Spezielle Anforderungen einer Koordinierungsfunktion für den Betrieb mit dem intelligenten Messsystem 32

7.1 Hintergründe zur Nutzung der Koordinierungsfunktion im Kontext des IMSYS 32

7.2 Allgemeine Anforderungen an die Koordinierungsfunktion im Falle der IMSYS-Nutzung 32

7.3 Schnittstelle zum Messstellenbetreiber 32

7.4 Zeitsynchronisierung 33

8 Ausblick 34

Literaturverzeichnis 35

Bildverzeichnis

Bild 1: Schematische Darstellung der Aufgaben der Koordinierungsfunktion zwischen Marktakteuren und Anschlussnetzbetreibern 15
Bild 2: Architekturmodell bei Einbindung der Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene 16
Bild 3: Prozessbeschreibung Fahrplananmeldung 20
Bild 4: Beispiel eines Regelwerks in der Koordinierungsfunktion 21
Bild 5: Strukturbild Berechtigungsmanagement 28
Bild 6: Beispielhafte Übersicht zur Datenorganisation 29
Bild 7: Beispiel von Steuerungsobjekten, symbolisch getrennt nach Bezug und Einspeisung und zugeordnet zu Gruppen verschiedener FSB 30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundfunktionen Administratoren 26
Tabelle 2: Grobe Zugriffsübersicht von bestimmten Rollen zugeordneten Funktionen und Objekten 26

Vorwort

Die Bundesregierung verfolgt im Zuge der Energiewende sehr ambitionierte Ziele, deren Wirkung nicht nur in der Energiewirtschaft zu spüren ist. Damit die damit zusammenhängenden Chancen genutzt werden können, ist ein Energiesystem zu entwickeln, welches zum einen flexibel auf sich verändernde Anforderungen reagiert, zum anderen aber die Versorgungssicherheit und Verfügbarkeit der Energieversorgung absichert.

Dieser FNN-Hinweis fokussiert sich auf die Steuerungsfunktion von Erzeugern und Verbrauchern. Mit der Einführung der intelligenten Messsysteme entsteht eine weitere Möglichkeit, Erzeugungsanlagen und Verbraucher zu beeinflussen. Diese nehmen eine besondere Rolle bei der Integration der Bevölkerung in die Energiewende ein. Sie sollen vor allem Transparenz und Bewusstsein für jeden Endkunden schaffen, damit daraus Akzeptanz für die Maßnahmen entwickelt werden kann.

Die Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene dient der koordinierten Ansteuerung der Erzeuger und Verbraucher und nimmt dabei eine wichtige Rolle bei der Vermeidung kritischer Netzzustände ein.

Der FNN-Hinweis wurde von der Projektgruppe „Technische/betriebliche Anforderungen an die Ausgestaltung künftiger Kommunikations-/Steuerungsschnittstellen für den Netzbetrieb in den Verteilnetzen“ des Forums Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) erarbeitet.

Anregungen/Anmerkungen

Es ist eine Weiterentwicklung des vorliegenden FNN-Hinweises vorgesehen. Entsprechende Anregungen/Anmerkungen hierzu richten Sie bitte unter Angabe der Kontaktdaten und des fachlichen Hintergrunds (z. B. Netzbetreiber, Erzeugungsanlagen-Betreiber, Hersteller, Dienstleister) mit dem Betreff „Koordinierungsfunktion_2018“ an folgende E-Mail-Adresse: fnn@vde.com.

1 Einleitung

Mit dem Beschluss des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende [1] und dem damit verbundenen Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) [2] wurde die Basis gelegt, intelligente Messsysteme als einen wesentlichen Baustein der Energiewende zu implementieren. Sie sollen dazu beitragen, zukünftig Schwankungen zwischen Angebot und Nachfrage auszugleichen und erneuerbare Energien besser in den Strommarkt zu integrieren. Im Mittelpunkt steht dabei die Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit durch das Einhalten technischer Mindestanforderungen, die unter anderem in einem Schutzprofil sowie in Technischen Richtlinien des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) beschrieben sind.

Die Messsysteme in ihrer Mindestausprägung laut MsbG besitzen eine Schnittstelle, die zur Steuerung elektrischer Anlagen genutzt werden kann. Damit eröffnet sich die Möglichkeit elektrische Flexibilität dem Energiemarkt zur Verfügung zu stellen, bzw. können Aggregatoren entsprechende Anlagen bündeln und vermarkten. Dies führt dazu, dass auch kleine Anlagen sich mit einem zentralen Preisanreiz synchronisieren, was infolgedessen zu lokalen Veränderungen der Gleichzeitigkeit im Verteilnetz führen kann.

Eine pauschale Bewertung dieser Veränderung ist nicht möglich, denn die Auswirkung auf das Netz ist sehr stark von den lokalen Gegebenheiten abhängig und muss stets im Einzelfall betrachtet werden. Allgemein kann aber die These vertreten werden, dass Anlagengruppen mit starker Konzentration und großer Summenleistung auf einzelnen Netzknoten eine größere Relevanz haben, die es im Steuerungsfall jeweils zu bewerten gilt.

Damit die Steuerungssysteme mehrerer Akteure effizient und sicher in den Netzbetrieb integriert werden können, sind die netzbetrieblichen Anforderungen zu erfüllen. Zur Aufrechterhaltung eines sicheren und zuverlässigen Systembetriebs bedarf es ab einer festzulegenden Anlagengröße eines Informationsaustausches zwischen den beteiligten Akteuren.

Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit, eine Instanz zu schaffen, die sicherstellt, dass nur berechtigte Marktpartner Anlagen ansteuern können und deren Schaltungen sich an das Regelwerk des Netzbetriebs halten. Zu diesem Zweck wurde die Idee der Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene entwickelt. Der vorliegende FNN-Hinweis legt den Schwerpunkt auf die Beschreibung der Anforderungen an eine Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene. Dabei werden die wichtigsten Funktionen beschrieben und Anforderungen aus Sicht der Netzbetreiber und weiterer Marktakteure abgeleitet.

Die Koordinierungsfunktion ermöglicht den koordinierten Zugriff auf eine gemeinsame Steuerungsinfrastruktur (z.B. Steuerboxen) unter Berücksichtigung der lokalen Netzsituation. Sie beinhaltet nicht die Geschäftsebene der Fernsteuerungsbenutzer; das heißt deren Geschäftsmodelle werden nicht beeinflusst. Sie ist ein technisches Angebot zur gemeinsamen, sicheren Nutzung von Steuerungsinfrastrukturen für die Belange von Netz und Markt.

2 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
ADMIN	Administrator
ANB	Anschlussnetzbetreiber
AR	Anwendungsregel
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BNetzA	Bundesnetzagentur
CLS	Controllable Local System
DCC	Demand Connection Code VERORDNUNG (EU) 2016/1388 DER KOMMISSION vom 17. August 2016 zur Festlegung eines Netzkodex für den Lastanschluss [3]
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz [4]
EMT	Externer Marktteilnehmer
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz [5]
E-KFZ	Elektro-Kraftfahrzeug
FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE
FSB	Fernsteuerungsbenutzer
GPKE	Geschäftsprozesse zur Kundenbelieferung mit Elektrizität
GWA	Gateway-Administrator
HKS4	Transparenter Kanal initiiert durch EMT
ID	Identifikationsnummer
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IMSYS	Intelligentes Messsystem
IT	Informationstechnik
KOF	Koordinierungsfunktion
MSB	Messstellenbetreiber
MsbG	Messstellenbetriebsgesetz

NSM	Netzsicherheitsmanagement
PV	Photovoltaik
QoS	Quality of Service
RfG	Requirements for Generators VERORDNUNG (EU) 2016/631 DER KOMMISSION vom 14. April 2016 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger [6]
SMGW	Smart-Meter-Gateway
SP	Serviceprovider
StromNZV	Stromnetzzugangsverordnung [7]
TAR	Technische Anschlussregeln
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VNB	Verteilnetzbetreiber

3 Begriffe und Definitionen

Anschluss-netzbetreiber

Der Anschlussnetzbetreiber betreibt das öffentliche Stromversorgungsnetz, an dem die Kundenanlage physisch angeschlossen ist. Er hat hier die Netzverantwortung nach EnWG. D. h. jede Kundenanlage/ Anwendung hat genau einen Anschlussnetzbetreiber. Er ist gleichzeitig Fernsteuerungsbenutzer für alle an seinem Netz angeschlossenen Kundenanlagen und Anwendungen mit Auswirkungen auf das Stromversorgungsnetz. (z. B. alle Erzeugungsanlagen, Speicher und schaltbare Verbrauchseinrichtungen).

Der Anschlussnetzbetreiber ist berechtigt, Leistungsanpassungen in diesen Anlagen im Rahmen der gesetzlichen Regelungen sowie des Netzsicherheitsmanagements der Technischen Anschlussregeln des VDE zu verlangen (VDE-AR-N 4100 [8]; 4105 [9]; 4110 [10]; 4120 [11]) und ist im Rahmen der Kaskade (VDE-AR-N 4140) [12] auch aufgefordert, dies zu tun.

Fahrpläne des Anschlussnetzbetreibers haben gem. § 13-14 EnWG [5] Priorität gegenüber anderen Fernsteuerungsbenutzern.

Neue Steuerungsanwendungen dürfen erst nach der erfolgten Freigabe durch einen Anschlussnetzbetreiber auch weiteren Fernsteuerungsbenutzern freigeschaltet werden

Anwender

Der identifizierte Teilnehmer (User mit Login), der konkrete Aktionen auf der Koordinierungsfunktion auslöst.

Einspeise-management

Das Einspeisemanagement als Maßnahme des Netzsicherheitsmanagements ist eine operativ eingeleitete Anpassung der Erzeugung nach § 13 (2) EnWG [5] i.V.m. § 14 EEG [4], die im Fall einer Störung oder Gefährdung der Systemsicherheit angewendet wird.

Elektronischer Lieferschein

Der FNN-Hinweis „Elektronischer Lieferschein für Messeinrichtungen und Komponenten für Messsysteme“ [13] beschreibt ein einheitliches XML-basiertes Datenformat.

- Einheitlich, sparten- und herstellerübergreifend
- Standardisierung zur Minimierung des Aufwands bei Einführung intelligenter Messsysteme
- Verbesserung der Kommunikation und Prozesse

Die Einführung von intelligenten Messsystemen erfordert auch Anpassungen der Lieferprozesse. Daher hat das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) einen elektronischen Lieferschein für Energiemessgeräte und Komponenten für Messsysteme entwickelt. Damit liegt ein einheitliches Format für einen Bestell-/Lieferschein auf XML-Basis vor.

Weitere Informationen sind unter

	https://www.vde.com/de/fnn/dokumente/hinweise verfügbar.
Fahrplan	Fahrpläne sind eine Abfolge von einzelnen Steuerungsbefehlen mit festem Wert, die über eine festgelegte Gültigkeit verfügen. Alle durch die Fernsteuereinheit möglichen Schalthandlungen werden anhand von Fahrplänen umgesetzt. So werden beispielsweise komplexe Schaltprogramme, Direktbefehle aber auch Wischerbefehle als Fahrplan an ein Steuerungsobjekt übertragen.
Fernsteuereinheit	Die Fernsteuereinheit ermöglicht den Fernzugriff auf ein Steuerungsobjekt. Die technische Ausprägung und kommunikative Anbindung ist in diesem Dokument technologieneutral beschrieben. D. h. die Fernsteuereinheit kann als logische Komponente oder als separates Gerät ausgeführt werden.
Fernsteuerungs-benutzer	Der Fernsteuerungsbenutzer ist berechtigt in einer Kundenanlage Anwendungen zu steuern bzw. dort Fahrpläne einzustellen. Entsprechend ist er berechtigt bei Änderungen in den entsprechenden Anlagen durch den Anschlussnetzbetreiber informiert zu werden. Des Weiteren hat er, soweit vorhanden, Zugriff auf die der Applikation zugeordneten Betriebsmesswerte und Statusmeldungen aber auch Statusinformation des Serviceproviders (z. B. Firmware Version; IKT-Anbindung etc.)
Gruppe	Eine Gruppe ist eine Menge an Fernsteuereinheiten, die durch einen Fernsteuerungsbenutzer nach individuellen Aspekten mit Hinblick auf eine Summenschaltung zusammengefasst wurden.
Kundenanlage	Gemäß der VDE-AR-N 4100 [8] ist eine Kundenanlage die Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel hinter der Übergabestelle mit Ausnahme der Messeinrichtung zur Versorgung der Anschlussnehmer und der Anschlussnutzer *Anmerkung zum Begriff: Die Kundenanlage ist identisch mit der elektrischen Anlage nach Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) [14].*
Lastabschaltung (aus Kaskade)	Gezielte Abschaltung von Verbrauchern, um im Falle eines Erzeugungsdefizits die Systemsicherheit zu gewährleisten. (E VDE- AR-N 4142) [15]
Mandant	Die juristische Person, die berechtigt ist auf die Koordinierungsfunktion zuzugreifen.
Marktlokation	Siehe hierzu auch BNetzA GPKE, Anlage zum Beschluss BK6-06-009 [16]. Die Marktlokation entspricht einer Einspeise- bzw. Entnahmestelle im Sinne der Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV). In einer Marktlokation wird Energie entweder erzeugt oder verbraucht. Die Marktlokation ist mit mindestens einer Leitung mit einem Netz

verbunden.

Eine Marktlokation wird durch eine eindeutige ID identifiziert. Die ID darf nicht mehr verändert werden, solange die Marktlokation existiert. Die ID der Marktlokation wird durch den Netzbetreiber vergeben.

Mehrere Standorte eines Unternehmens, an denen Marktlokationen vorhanden sind, werden als separate Marktlokationen behandelt.

Wenn an einem Standort Marktlokationen vorhanden sind, die Energie erzeugen und Energie verbrauchen, werden diese als separate Marktlokationen behandelt.

Hinweise:

- Allein die Marktlokation ist Anknüpfungspunkt der Bilanzierung sowie der Prozesse zum Lieferantenwechsel.
- Die Energie einer Marktlokation wird in aller Regel mit einer Messlokation ermittelt.
- Eine Marktlokation wird durch eine eindeutige ID identifiziert. Die Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen haben hierzu spätestens bis zum 01.02.2018 flächendeckend alle Marktlokationen mittels einer eigenständigen Identifikationsnummer (Marktlokations-ID) zu identifizieren, die folgende Anforderungen erfüllt:
  - Die Marktlokations-ID darf nicht mit der für die Identifikation von Messlokationen verwendeten Identifikationsnummer identisch sein.
  - Die Generierung und Ausgabe der IDs erfolgt durch eine zentrale bundesweite Stelle (Codevergabestelle). Alle Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen bestellen unverzüglich bei der Codevergabestelle die benötigte Anzahl an Codes und weisen sie den in ihrem Netz befindlichen Marktlokationen zu. Die betroffenen Marktbeteiligten sind über die jeweilige Zuweisung unverzüglich zu informieren. Die Codevergabestelle erfasst ausschließlich den Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen, der den Code zum Zeitpunkt der Erstausgabe bestellt hat.
  - Die ID identifiziert die jeweilige Marktlokation nach ihrer erstmaligen Zuordnung dauerhaft. Eine Veränderung ist unzulässig, solange die Marktlokation existiert. Dies gilt auch in Fällen von Konzessionswechseln.
  - Die Marktlokations-ID muss mit einer Prüfziffer ausgestattet sein, anhand derer überprüft werden kann, ob eine ID korrekt übermittelt worden ist.

Messlokation

Siehe hierzu auch BNetzA GPKE, Anlage zum Beschluss BK6-06-009 [16].

	Die Messlokation entspricht der Messstelle im Sinne des § 2 Nr. 11 MsbG [2]. Eine Messlokation ist eine Lokation, an der Energie gemessen wird und die alle technischen Einrichtungen beinhaltet, die zur Ermittlung und ggf. Übermittlung der Messwerte erforderlich sind. In einer Messlokation wird jede relevante physikalische Größe zu einem Zeitpunkt maximal einmal ermittelt. Eine Messlokation wird durch eine eindeutige ID identifiziert. Die ID ist die Zählpunktbezeichnung gemäß VDE-AR-N 4400 („MeteringCode“) [17]. Die ID darf grundsätzlich nicht mehr verändert werden, solange die Messlokation existiert. Die ID der Messlokation wird durch den Netzbetreiber vergeben.
Messstellenbetreiber	Ein Messstellenbetreiber ist ein Netzbetreiber oder ein Dritter, der die Aufgabe des Messstellenbetriebs wahrnimmt. Der Messstellenbetrieb ist der Einbau, der Betrieb und die Wartung von Messeinrichtungen (siehe hierzu auch das aktuelle Energiewirtschaftsgesetz [5]).
Netzsicherheits-management	Beeinflussung der Leistungsabgabe von Erzeugungsanlagen bis zu deren kompletter Abschaltung zur Umsetzung von Maßnahmen nach § 14 EnWG [5] und § 14 EEG [4] (Einspeisemanagement) sowie nach § 13, Abs. 2 EnWG [5] (Systemsicherheitsmanagement)
Notbefehl	Ein Notbefehl ist ein spezieller Fahrplan, der eine sofortige Auswirkung auf ein Steuerungsobjekt bewirken soll. Mit dem Notbefehl kann ein Steuerungsobjekt zeitlich unbegrenzt geschaltet werden.
Regel	Beschreibung einer bedingten Reaktion ausgelöst durch eine Änderung in einer Gruppe
Regelbetrieb	Der Regelbetrieb umfasst den Zeitpunkt ab abgeschlossener Inbetriebnahme bis zur Außerbetriebnahme und stellt unterschiedliche Anforderungen an die kommunikative Anbindung einer Fernsteuereinheit an die Koordinierungsfunktion.
Regelwerk	Gesamtheit der Regeln eines Fernsteuerungsbenutzers
Rolle	Rolle bezeichnet eine temporäre Funktion einer Person oder Organisationseinheit innerhalb einer Organisation. Eine Rolle wird beschrieben durch Aufgaben, Befugnisse und Verantwortungen.
Serviceprovider	Der Serviceprovider ist für den Betrieb der Fernsteuereinheit und die diesen betreffenden Funktionen und Prozesse verantwortlich. Zu seinen Aufgaben gehören unter anderem die Inbetriebnahme, die IKT-Anbindung der Fernsteuereinheit an die Koordinierungsfunktion und er ist für den Regelbetrieb und die Störungsbehebung in Station und Feld verantwortlich.
Steuerlokation	Die Steuerlokation entspricht der Messstelle im Sinne des § 2 Nr. 11 MsbG [2]. Eine Steuerlokation ist eine Lokation, an der die

	Fernsteuereinheit installiert ist und die alle technischen Einrichtungen beinhaltet, die zur Steuerung und ggf. Übermittlung von Messwerten erforderlich sind.
Steuerungsobjekt	Das Steuerungsobjekt ist die logische Repräsentation einer konkreten technischen Anlage, die über die Fernsteuereinheit gesteuert wird.
Verteilnetzbetreiber	Ist der Netzbetreiber eines Verteilungsnetzes. Das Verteilungsnetz dient innerhalb einer begrenzten Region der Verteilung und Aufnahme von elektrischer Energie an Stationen und Anlagen von Netzkunden. In Deutschland werden Nieder-, Mittel und Hochspannungsnetze als Verteilungsnetze genutzt.
Vorgelagerter Netzbetreiber	Zur Einhaltung von Informationspflichten an nicht steuerungsberechtigte Dritte können Fernsteuerungsbenutzer mit reinen Leserechten eingerichtet werden. Auch können ggf. die bereitgestellten Informationen eingeschränkt werden (nur Gruppenzugriff), sollte dies so gefordert sein (z. B. durch Mindestgruppengrößen etc.). Die Koordinierungsfunktion muss diese Option enthalten. Die genaue Ausgestaltung ist nicht Teil des Dokumentes

4 Überblick Gesamtarchitektur

4.1 Hintergrund der Koordinierungsfunktion

Je höher die Spannungsebene ist desto größer sind die Leistungen der daran angeschlossenen Anlagen und somit auch deren Einfluss auf den Netzbetrieb. Daraus ergeben sich auch höhere Anforderungen an die jeweilige Steuerung der Anlagen. In der Niederspannung sind die einzelnen Anlagenleistungen zwar geringer aber dafür sind hier sehr viele Anlagen angeschlossen. Diese Anlagen in Summe haben wieder einen relevanten Einfluss auf den Netzbetrieb. Somit sind die Anforderungen an eine Anlagen-Steuerung immer stark abhängig von der jeweils angeschlossenen Spannungsebene und den dortigen Gegebenheiten. 95 % aller steuerbaren Anlagen sind auf der Niederspannungsebene angeschlossen, so dass dieser Spannungsebene eine große Bedeutung zukommt. Außerdem ist zwischen zufälligen unkoordinierten und somit nicht zeitgleichen Schalthandlungen und zeitgleichen Steuerungen einer Vielzahl von Anlagen zu unterscheiden. Die einzelne Niederspannungsanlage hat aufgrund ihrer geringen Leistung keinen relevanten Einfluss auf den Netzbetrieb. Dies ändert sich aber sobald eine Vielzahl dieser kleinen Leistungen zeitgleich geschaltet werden. Heute werden die Niederspannungsanlagen über verschiedenste Technologien geschaltet. Im Zuge des bevorstehenden Rollouts erhalten diese Anlagen ein intelligentes Messsystem. Damit soll dem Kunden ermöglicht werden, seine Flexibilität dem Markt anzubieten.

Bereits heute setzen Netzbetreiber Fernwirktechniken ein, um netzbetrieblich relevante Anlagen steuern zu können. Für Anlagen in der Niederspannung werden vorrangig sogenannte Rundsteuertechniken eingesetzt. Diese sollen beispielsweise durch Steuerboxen, die bidirektional über das intelligente Messsystem kommunizieren, ersetzt werden und so das Flexibilitätspotential in der Niederspannung weiter erschließen. Die Zahl der steuerbaren Kundenanlagen nimmt rapide zu. Durch Steuerungen von Marktakteuren können sich die Anlagen z. B. mit zentralen Marktsignalen, wie Handelspreisen, synchronisieren. In den Verteilnetzen kann dies durch steigende Gleichzeitigkeit und höhere Leistungsspitzen zu Engpässen führen.

Weil derzeit die Rundsteuertechnik in der Hand des Anschlussnetzbetreibers liegt, sind die Schaltungen planbar und die Gruppierungen bekannt. Dies würde sich bei einem dezentralen Ansatz der Steuerungsfunktion, wie es bei intelligenten Messsystemen angedacht ist, gravierend verändern. Weder die Gruppierung der Anlagen noch deren Schaltung sind dann aus netzbetrieblicher Sicht bekannt und damit nicht planbar. Entsprechend ist keine Bewertung des voraussichtlichen Netzzustandes durch den Anschlussnetzbetreiber mehr möglich. Daher kann eine generelle Unbedenklichkeit von potentiellen Schaltungen nicht gegeben werden, denn die Steuerung einer Einzelanlage sagt nichts über die Auswirkung einer Gruppenschaltung eines Aggregators aus. Ähnlich verhält es sich in den höheren Spannungsebenen, wo die eingesetzte Technik zwar wechselt, aber die zunehmende Direktvermarktung der Anlagen sowie Regelleistungsanforderungen für den Netzbetreiber zu nicht vorhersehbaren Effekten führen.

Die Koordinierungsfunktion führt neben der widerspruchsfreien Steuerung von Kundenanlagen (Kollisionsvermeidung) vor allem auch zu einem integrierten Informationsaustausch der beteiligten Akteure. Durch die Bereitstellung der durch die Marktakteure geplanten Leistungen wird der Anschlussnetzbetreiber in die Lage versetzt, eventuelle Einschränkungen im Netz vorab zu bewerten. Diese Information kann er dann bereits im Vorfeld an die Marktakteure zurück melden.

Dieser Mechanismus ist die Voraussetzung für weitere Ausgleichsmechanismen, wie sie z. B. durch das BDEW-Ampelmodell adressiert werden.

Bild 1: Schematische Darstellung der Aufgaben der Koordinierungsfunktion zwischen Marktakteuren und Anschlussnetzbetreibern

Um diesen künftigen Herausforderungen gewachsen zu sein, ist daher eine Koordinierungsfunktion für die Steuerungen der verschiedenen Akteure in einem Netzgebiet zwingend erforderlich.

Die Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene vervollständigt die bisher stets im Fokus stehende Infrastruktur des intelligenten Messsystems durch die Bereitstellung einer standardisierten Steuerungsfunktion hin zu einer ganzheitlichen Smart-Grid-Infrastruktur, die neben den gesetzlichen Anforderungen und Anforderungen anderer Marktakteure auch Aspekte wie das BDEW-Ampelkonzept konsequent umsetzt.

Anmerkung:

Die Koordinierungsfunktion ist keine Implementierung von Marktausgleichsmechanismen und enthält auch keine Mechanismen für preisgesteuerte Priorisierung oder ähnliches. Sie ist aber eine Funktion zum Austausch von Fahrplänen und Netzzustandsinformationen von gesteuerten Kundenanlagen zwischen Marktteilnehmern und Netzbetreibern und schafft damit die technische Voraussetzung für weiterführende Mechanismen, die diesen Informationsaustausch ebenfalls benötigen. Hierzu würde z. B. auch ein BDEW-Ampelkonzept zählen.

4.2 Architektur einer Fernsteuerinfrastruktur mit der Koordinierungsfunktion

In Bild 2 ist das grundlegende Architekturmodell der Einbindung der Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene dargestellt.

Auf der linken Seite sind die berechtigen Fernsteuerungsbenutzer, die eine Anwendung in der Kundenanlage steuern möchten oder von diesen Betriebsdaten beziehen wollen. Eine Sonderrolle hat der Anschlussnetzbetreiber aufgrund der Priorisierung. Jeder zu steuernden Kundenanwendung wird eine Fernsteuereinheit einer Fernsteuerung zugewiesen. Jede gesteuerte Kundenanwendung muss mit einem entsprechenden Zählpunkt (oder Messlokation) verknüpft werden. Der Zählpunkt wird von der Koordinierungsfunktion nicht direkt angesprochen.

Jede Fernsteuereinheit kann mehrere Steuerungsobjekte für verschiedene Anwendungen beinhalten, aber auch Betriebsdaten (z. B. Logbuch, Störungsmeldungen, interne Fehler) bzw. Betriebsmesswerte (z. B. verfügbare Anlagenleistung) aus der Kundenanlage speichern und über die Koordinierungsfunktion den Fernsteuerungsbenutzern bereitstellen.

Das Dokument basiert auf der Annahme, dass nur die Koordinierungsfunktion direkten Zugriff auf die Fernsteuereinheiten hat. Alle Veränderungen in den Fernsteuereinheiten erfolgen hierbei über die Koordinierungsfunktion und werden von und zu den berechtigen Fernsteuerungsbenutzern weitervermittelt.

Im Falle der Nutzung des IMSYS als Kommunikationsplattform erfolgt der Verbindungsaufbau zwischen den Steuerboxen bzw. Fernsteuereinheiten und der Koordinierungsfunktion entsprechend der BSI-TR 03109 [18]. Die Fernsteuerungsbenutzer kommunizieren mit der Koordinierungsfunktion und nicht mit der Fernsteuereinheit.

Eine Bereitstellung von Netzzustandsdaten oder Messwerten im Sinne des IMSYS ist keine Anforderung an eine Koordinierungsfunktion und wird in diesem Dokument daher nicht weiter beschrieben.

Anmerkung:

Der Endkunde hat keinen direkten Zugriff auf die Daten der Koordinierungsfunktion. Entsprechende Informationen müssen dem Kunden durch die entsprechenden Vertragspartner (Fernsteuerungsbenutzer / Anschlussnetzbetreiber / Serviceprovider) zur Verfügung gestellt werden.

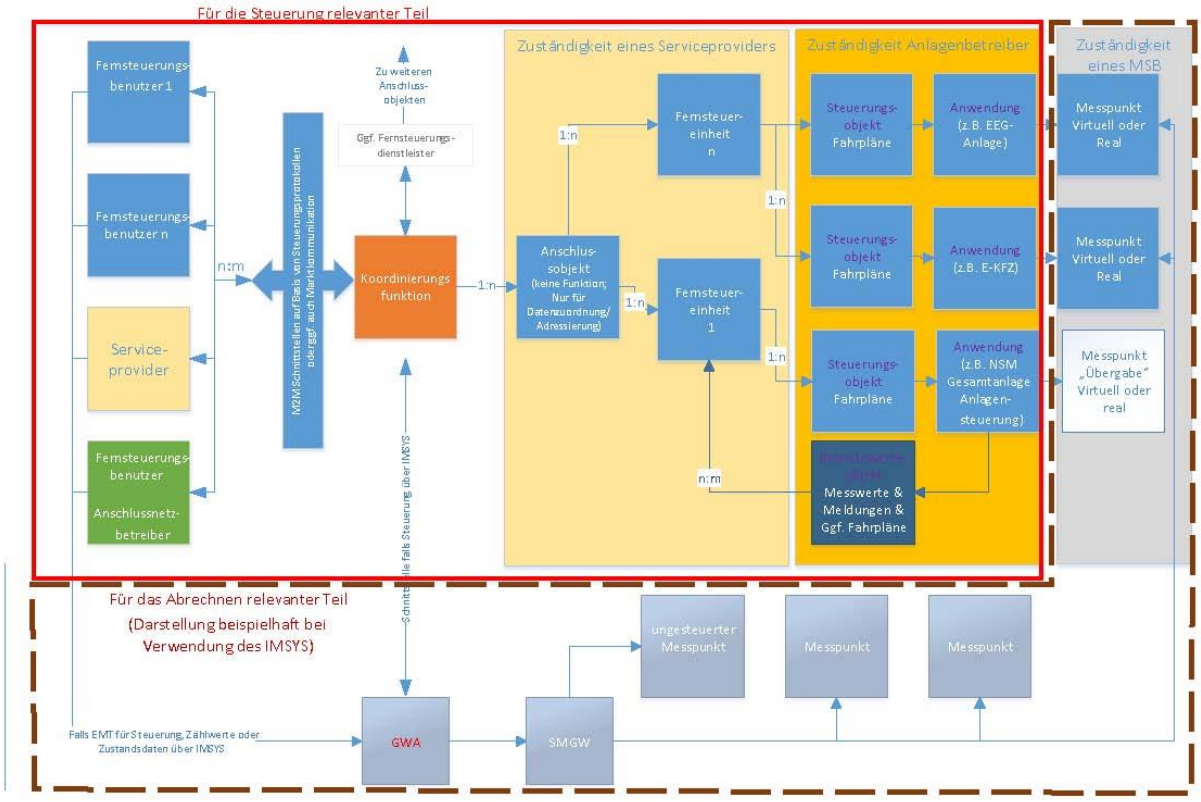


Bild 2: Architekturmodell bei Einbindung der Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene

4.3 Allgemeine Anforderungen an den Betrieb der Koordinierungsfunktion

Die Koordinierungsfunktion als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Fernsteuerungsbenutzern und den technischen Steuerungsobjekten ist als hoch verfügbares IT-System auszugestalten. Der IT-Betrieb muss anhand definierter und dokumentierter IT-Service-Managementprozesse erfolgen.

Folgende Punkte sind im Einzelnen zu definieren und zwischen Fernsteuerungsbenutzer, Serviceprovider und den für den Betrieb der Koordinierungsfunktion Verantwortlichen schriftlich zu vereinbaren:

- Betriebssicherheit
- Backup
- Ausfall/ Entstörung
- Redundanz
- Kommunikative Anbindung

Hierbei ist jeder Partner dafür verantwortlich, seinen Verpflichtungen nachzukommen bzw., sofern er hierfür Dienstleistungen aus der Koordinierungsfunktion, Serviceprovidern oder Dritten benötigt, dies entsprechend vertraglich zu vereinbaren.

Im Falle des Anschlussnetzbetreibers seien hier beispielhaft die Verpflichtungen aus der VDE-AR-N 4140 (Kaskade) [12] und E VDE-AR-N 4141-1 (Schnittstelle ÜNB/VNB) [24] genannt.

4.4 Grundfunktionen der Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene

Um die Komplexität der Koordinierungsfunktion in der Beschreibung zu verringern, wurden zunächst Grundfunktionen beschrieben, die als grobe Clusterung dienen.

Die Grundfunktionen der Koordinierungsfunktion sind wie folgt:

- Bereitstellung der Kommunikation zu Fernsteuereinheiten
- Bereitstellung der Kommunikation zu den Fernsteuerungsbenutzern
- Sammlung der Fahrpläne aller Fernsteuerungsbenutzer für die jeweiligen Fernsteuereinheiten
- Umsetzung der vorgegebenen Regelwerke der jeweiligen Anschlussnetzbetreiber
- Verwaltung und Administration von Fernsteuerungsbenutzern, Fernsteuereinheiten und deren Steuerungsobjekte sowie deren Beziehungen untereinander
- Dokumentation & Logging aller Transaktionen.

Neben diesen Grundfunktionen lassen sich ebenfalls Hauptprozesse beschreiben, die funktionsübergreifend realisiert werden müssen.

5 Hauptprozesse der Koordinierungsfunktion

Die Hauptprozesse der Koordinierungsfunktion sind:

- Koordinieren:

  Die Koordinierungsfunktion dient im Wesentlichen dem Schutz des Verteilnetzes vor kritischen Situationen

- Service & Betrieb:

  Um den Prozess Koordinieren mit einer Mindestqualität/ Verfügbarkeit etc. durchführen zu können, müssen Fernsteuereinheiten in einer Kundenanlage installiert und der KOF bekannt gemacht sowie bei Störungen auf der Kommunikationsstrecke beseitigt werden. Die Umsetzung dieser Aufgaben erfolgt durch den Serviceprovider.

- Administration:

  Hierunter fallen alle Prozesse, die mit der Verwaltung der für eine Steuerung und den Betrieb notwendigen Datenobjekte zu tun haben, wie beispielsweise: Stammdatenverwaltung, Rechteverwaltung, Vertragsprüfung, Zugangsmanagement, Zertifikatsverwaltung etc..

5.1 Koordinieren

Der Koordinierungsprozess ist eine komplexe Abfolge von unterschiedlichen Prüfungen, bevor der Steuerbefehl übermittelt wird. Grundsätzlich gilt, dass alle Steuerungen als Fahrplan beschrieben sind.

Weiterhin setzt der Koordinierungsprozess voraus, dass in der Koordinierungsfunktion alle Informationen zum Fernsteuerungsbenutzer, Fernsteuereinheit, deren Steuerungsobjekt und deren kommunikative Anbindung vorhanden sind.

Diese Prämissen vorausgesetzt, sind die grundlegenden Schritte aus Sicht der Koordinierungsfunktion wie folgt:

1. Zunächst erfolgt die Kommunikation mit dem FSB. Dieser übermittelt seine gewünschten Fahrpläne an die Koordinierungsfunktion.
2. Anschließend prüft die Koordinierungsfunktion gemäß dem hinterlegten Regelwerk, ob die Umsetzung konfliktfrei möglich ist.
3. Über das Ergebnis werden die berechtigten FSB entsprechend ihrer eigenen hinterlegten Regeln informiert.
4. Ist eine Umsetzung möglich, schreibt die Koordinierungsfunktion die entsprechenden Fahrplananforderungen in die Steuerungsobjekte der Fernsteuereinheiten.
5. Der gesamte Vorgang wird dokumentiert und die FSB sowie der ANB entsprechend der eigenen hinterlegten Regelwerke informiert.

5.1.1 Entgegennahme und Umsetzung von Fahrplananforderungen

Bei der Entgegennahme von Fahrplananforderungen für einzelne Steuerungsobjekte oder Gruppen wird für jedes Steuerungsobjekt ermittelt (Bild 3, Nr. 1), welchen Fernsteuerungsbenutzern (bzw. ANB) und Gruppen dieses zugeordnet ist.

Nachfolgend werden alle, jedes einzelne Steuerungsobjekt betreffenden Regeln abgearbeitet (Bild 3, Nr. 2).

Bei den Regeln des Anschlussnetzbetreibers wird für jedes Steuerungsobjekt geprüft, ob die entsprechende Fahrplanänderung eines Fernsteuerungsbenutzers möglich ist.

Folgende Prozessschritte und Prüfungen (Bild 3, Nr. 2) von Fahrplananforderungen der Fernsteuerungsbenutzer werden ausgeführt:

- Prüfung der Berechtigungen von Fernsteuerungsbenutzern zu Fernsteuereinheiten
- Prüfung und Priorisierung von Fahrplananfragen gemäß des hinterlegten Regelwerkes (z. B. vom ANB)
- Ablehnung (Bild 3, Nr. 3), Prüfung (Bild 3, Nr. 4) oder Zustimmung (Bild 3, Nr. 5) von Fahrplänen
- Übermittlung von zugestimmten Fahrplänen an die Fernsteuereinheiten (Bild 3, Nr. 6)
- Weitergabe der zu prüfenden Fahrpläne an den ANB (Bild 3, Nr. 7) zur Entscheidung, ob diese jeweils angenommen oder abgelehnt werden. Parallel werden die betroffenen FSB über die Prüfung beim ANB informiert (Bild 3, Nr. 8).
- Information aller betroffenen Fernsteuerungsbenutzer entsprechend des hinterlegten Regelwerks über erfolgreiche Fahrplanumsetzungen (Bild 3, Nr. 9)
- Information aller betroffenen Fernsteuerungsbenutzer entsprechend des hinterlegten Regelwerks über abgelehnte Fahrplanumsetzungen (Bild 3, Nr. 10).

Anmerkung:
Ob alle Informationen gemeldet werden oder bestimmte Informationen nicht, kann jeder FSB für sich festlegen.

Entsprechend der Regeln können aus den Informationsregeln aller Fernsteuerungsbenutzer Informationspflichten entstehen, die entsprechend umzusetzen sind (vgl. Abschnitt 5.2.3 und 5.3.5)

Für die Prüfung und Übermittlung von Fahrplanänderungen sind die technisch bedingten Vorlaufzeiten zu beachten.

Sind kurzfristigere Änderungen z. B. durch den Netzbetreiber notwendig (z. B.: §13-14 EnWG; Netzsicherheitsmanagement), müssen diese als Notbefehl an die Fernsteuereinheit versendet werden.

Wird der genehmigte Fahrplan in das Steuerungsobjekt übertragen (Bild 3, Nr. 11), muss dieser in das geeignete Format (in Abhängigkeit der Hardware, Protokolle etc.) für die Fernsteuereinheiten umgewandelt und eingebracht werden.

Besondere Fähigkeiten der verwendeten Fernsteuereinheiten (lokale Verarbeitung mehrerer Fahrpläne, unterschiedliche Zeitraster etc.) können hierbei berücksichtigt werden.

Sofern die Fernsteuereinheit nach der Spezifikation FNN-Lastenheft Steuerbox [25] zur Anwendung kommt, müssen die Anforderungen an die Fahrpläne aus dem FNN-Lastenheft Steuerbox [25] durch die Koordinierungsfunktion erfüllt werden.

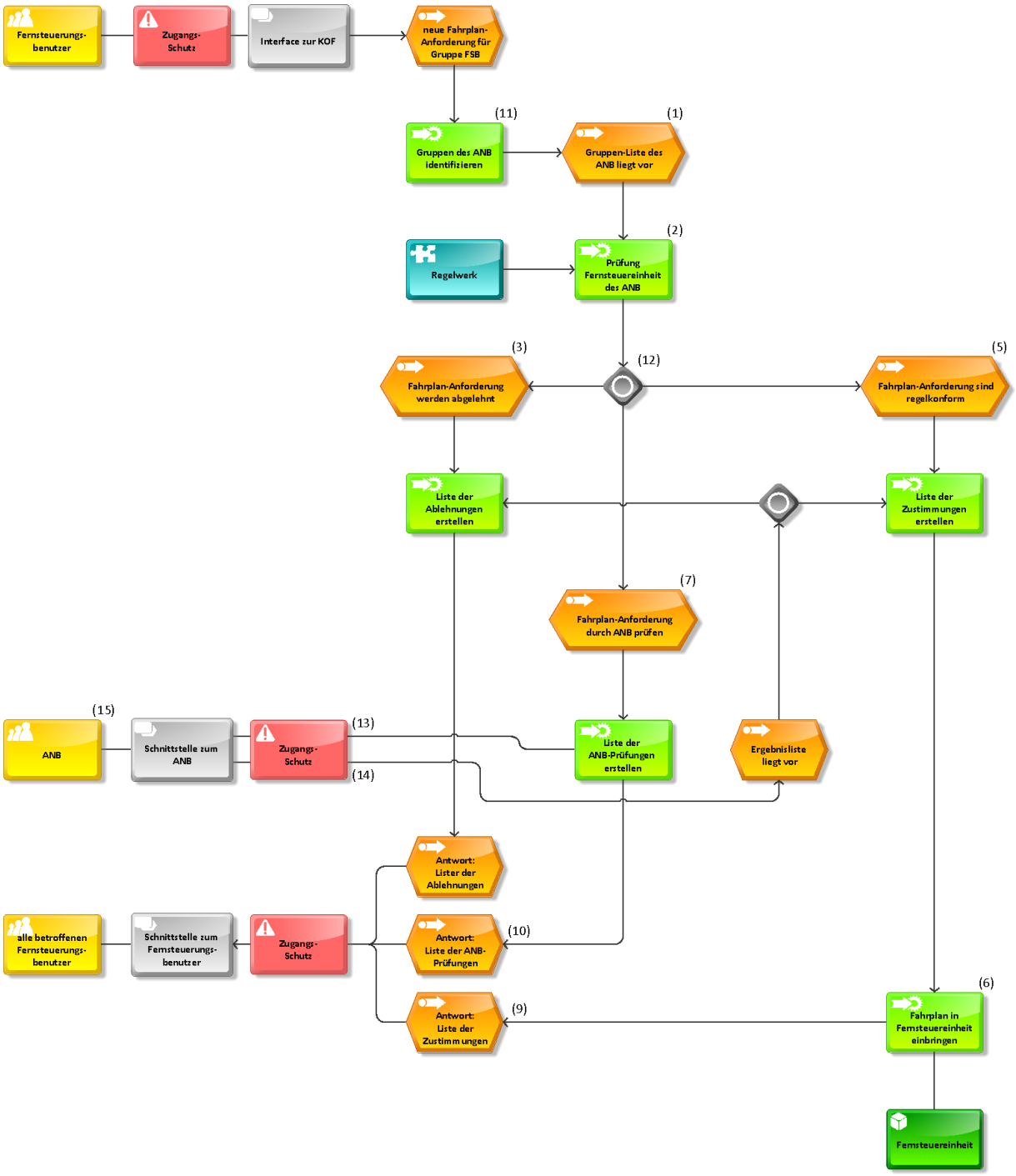


Bild 3: Prozessbeschreibung Fahrplananmeldung

5.1.2 Regelwerksumsetzung

Die Koordinierungsfunktion muss in der Lage sein, widersprüchliche Fahrpläne mit einem hinterlegten Regelwerk definiert zu bearbeiten. Zu jeder Gruppe muss es immer genau ein widerspruchsfreies Regelwerk geben.

Diese Regeln dienen sowohl der gezielten Information über Änderungen von Steuerungsobjekten (bei allen FSB) als auch der Beurteilung von Fahrplananforderungen (nur Regeln des ANB).

Das Regelwerk muss zu widersprüchlichen Fahrplananforderungen immer eine eindeutige Lösung generieren.

Durch das Regelwerk des ANB kann eine Prüfung drei mögliche Ergebnisse liefern (siehe z.B. Bild 4):

1. Eine gleichzeitige Fahrplananforderung Lastzuschaltung > 200 kW in der Gruppe Niederspannungsnetz „Hauptstraße“; Folge: Ablehnung; keine Information an ANB
2. Eine gleichzeitige Fahrplananforderung Lastzuschaltung ≥ 100 kW UND < 200 kW in der Gruppe Niederspannungsnetz „Hauptstraße“; Detailprüfung durch ANB;

   Anmerkung: Die Entscheidung des ANB ist abhängig von der momentanen Netzkapazität; Einflussgrößen hierfür sind z. B. abhängig von Werktag und Netzschaltung – oder dem Fahrplan der Biogasanlage im Netzgebiet. Bei Ablehnung keine Information an ANB
3. Eine gleichzeitige Fahrplananforderung Lastzuschaltung < 100 kW in der Gruppe Niederspannungsnetz „Hauptstraße“; Folge: Zustimmung; Information an ANB

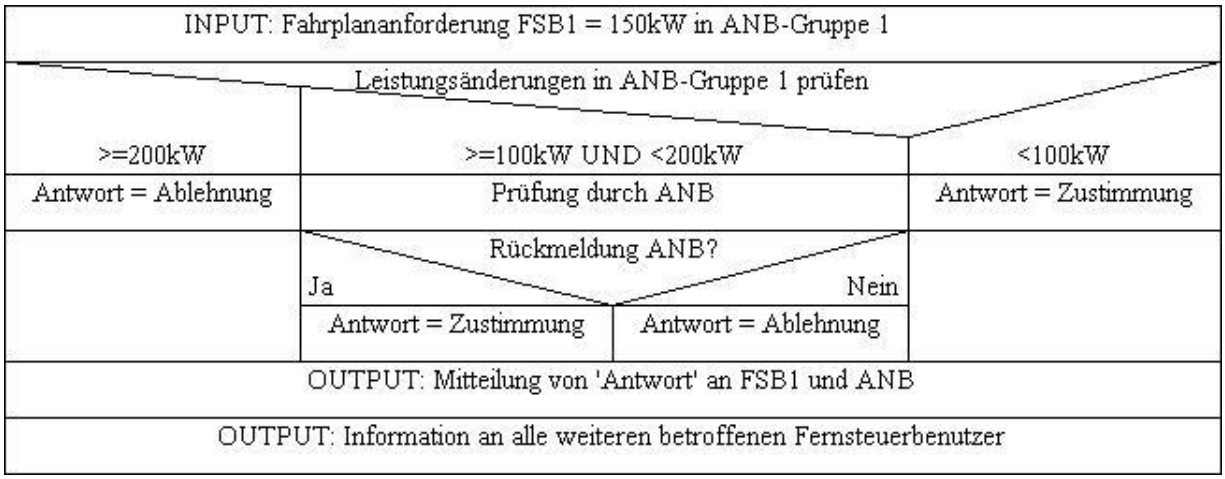


Bild 4: Beispiel eines Regelwerks in der Koordinierungsfunktion

Folgende Faktoren sollen in den einzelnen Regeln unterstützt werden:

- Leistungsgrenzen Bezug und Erzeugung
- Leistungsgradienten (min/max) ($\Delta P/\Delta t$)
- Leistungsänderungen ΔP (pos./neg.)
- Zeitlich begrenzte Abhängigkeiten von Netzeinschränkungen (Umschaltungen, Störungen etc.)
- Information über Benachrichtigungen etc.

Nach einer abgelehnten Fahrplananforderung durch das Regelwerk des ANB sind eventuelle Ausgleichsmechanismen (Preise, Flexibilitätsmarkt etc.) zwischen verschiedenen Marktpartnern möglich, diese sind nicht im Fokus der KOF und dieses Dokumentes.

Das Regelwerk darf den allgemeinen, für die Kundenanlagen geltenden Priorisierungen der Technischen Anschlussregeln (z. B. VDE-AR-N 4105 [9], 4110 [10], 4120 [11]) nicht widersprechen. Deren Ziele sind grundsätzlich folgendermaßen aufgebaut (in absteigender Priorität geordnet):

1) Vermeidung bzw. Begrenzung etwaiger Schäden an Anlagen und Betriebsmitteln, durch die jeweilige Schutzeinrichtung

2) Einhaltung der Anforderungen an die dynamische Netzstützung zur Stützung des Verbundnetzes
3) Leistungsanpassungen durch den Anschlussnetzbetreiber
4) Einhaltung der Anforderungen an das Verhalten bei Über- und Unterfrequenzen zur Stützung des Verbundnetzes
5) Einhaltung der Anforderungen an die Blindleistungsfahrweise
6) Beiträge zur Erbringung von Systemdienstleistungen (z. B. Regelleistungsbereitstellung)
7) Funktionen zur allgemeinen Abrechnung/Marktsteuerung (Direktvermarktung etc.)

5.2 Service und Betrieb

Alle beschriebenen Prozesse in diesem Kapitel beziehen sich auf die Fernsteuereinheit in der Kundenanlage des Steuerungsobjektes. Die Umsetzung erfolgt durch den Serviceprovider. Es kann notwendig werden, dass der Serviceprovider Testfahrpläne (z. B. bei Inbetriebnahme) für einzelne Steuerungsobjekte einspielen muss. Diese dürfen nicht im Widerspruch zum Regelwerk des ANB stehen. Deren Umfang ist im Bedarfsfall mit den FSB abzustimmen. Jeder Prozess bei Service und Betrieb wird revisionssicher dokumentiert.

5.2.1 Wartung / Instandhaltung der Fernsteuereinheiten

Die Koordinierungsfunktion ist eine mögliche Instanz mit direktem Zugriff auf die Fernsteuereinheiten. Diese kann auf Übertragungsstörungen reagieren und entsprechende Maßnahmen einleiten.

Die erforderliche Qualität, Reaktionszeiten, Verfügbarkeit, etc. werden entsprechend der Anforderungen der FSB bzw. des ANB beschrieben.

Sonstige Funktionen (z. B. Firmware-Update durch den Service-Provider) werden durch die Koordinierungsfunktion durch geeignete Maßnahmen so durchgeführt, dass innerhalb eines Netzgebietes immer eine ausreichende Menge von Anlagen für Schalthandlungen verfügbar sind.

5.2.1.1 Erstinbetriebnahme und Installation

Der Installationsprozess erfolgt unternehmensspezifisch. Der physische Einbau und die damit verbundenen Prozesse werden in diesem Dokument nicht beschrieben. Vor der Erstinbetriebnahme muss der Installations-Prozess erfolgreich durchgeführt worden sein. Folgende Schritte sind für die Erstinbetriebnahme notwendig:

- Aufbau einer informationstechnischen Verbindung zwischen Fernsteuereinheit und Koordinierungsfunktion
- Initiales Stellen der Uhrzeit in der Fernsteuereinheit
- Abgleich der notwendigen Informationen zwischen Fernsteuereinheit und Koordinierungsfunktion
  - z. B. Auslesen der Gerätekonfiguration
  - z. B. Aufbringen einer neuen Gerätekonfiguration
  - z. B. Aufbringen von Fahrplänen
  - z. B. Aufbringen von aktueller Firmware
  - z. B. Aufbringen von aktuellem Schlüsselmaterial (Zertifikate)

Die Steuerungsobjekte müssen in der Koordinierungsfunktion angelegt sein (Stammdatenverwaltung) und mit der Fernsteuereinheit verknüpft werden.

Der Anschluss der Kundenanwendungen (Anschluss PV-Anlage, Wärmepumpenrelais etc.) an den Fernsteuereinheiten wird durch den Kunden bzw. seinen beauftragten Installateur sichergestellt.

Das Ergebnis der Erstinbetriebnahme einer Fernsteuereinheit ist ein konsistenter Datenstand zwischen der Fernsteuereinheit und der Koordinierungsfunktion und eine auf die gesetzliche Zeit gestellte Uhr in der Fernsteuereinheit. Ein Abgleich der Stammdaten auf Vollständigkeit und Plausibilität für jedes Steuerungsobjekt und die gesamte Fernsteuereinheit hat stattgefunden.

Am Ende der Erstinbetriebnahme wird eine Abschlussmeldung generiert und der Regelbetrieb für die Fernsteuereinheit beginnt.

5.2.1.2 Tausch

Werden Geräte funktional 1:1 getauscht (z. B. bei Defekt) muss sichergestellt werden, dass die bisher vorhandenen Konfigurationen soweit möglich sowohl in der KOF als auch in der Fernsteuereinheit auf die neue Fernsteuereinheit übertragen werden.

Besonderes Augenmerk muss hierbei auf die technischen Parameter der kommunikativen Anbindung gelegt werden (Zertifikate, IP-Adressen, Ports etc.). Nur so kann nachgelagert die funktionale Konfiguration über die KOF erfolgen (Fahrpläne, Stammdaten etc.).

5.2.1.3 Außerbetriebnahme

Eine Außerbetriebnahme einer Fernsteuereinheit muss bereits im Vorfeld der KOF mitgeteilt werden. Dann erfolgt zunächst eine Abschaltung der kommunikativen Anbindung (ggf. mit Löschung von Daten in der Fernsteuereinheit). Erst danach darf die Fernsteuereinheit physisch getrennt und abgebaut werden, da dies sonst von einer „Störung“ nicht unterschieden werden kann.

5.2.1.4 Störungsbeseitigung

Die KOF muss Funktionen und Prozesse für folgende Kommunikationsszenarien und Störfälle in der Kommunikation mit einer Fernsteuereinheit aufweisen:

- Vorgehen bei nicht-erreichbaren Fernsteuereinheiten
- Vorgehen bei nicht-reagierenden Anlagen
- Vorgehen bei inkonsistenten Informationen
- Sicherstellung QoS – Verfügbarkeit für „Not-Schaltungen“ muss gewährleistet werden.

Jede Nichterreichbarkeit einer Fernsteuereinheit muss nachvollziehbar dokumentiert werden.

Sollten Fernsteuereinheiten aus betrieblichen Gründen geplant abgeschaltet werden (z.B. Standby, Wartung, etc.), sollte dies der KOF mitgeteilt werden, da dies sonst von einer Störung nicht unterscheidbar ist.

Jeder Fernsteuerungsbenutzer muss Regeln zu Informationspflichten bezüglich der oben genannten Punkte definieren. Für die Beseitigung von Störungen im Bereich von der KOF bis inklusive der Fernsteuereinheit ist der Serviceprovider verantwortlich.

Anmerkung:
Je nach Eigentumsverhältnissen der Fernsteuereinheiten sind entsprechende Regelungen zwischen Kunde und Serviceprovider zu treffen (z. B. ein Service-/ und Wartungsvertrag).

5.2.1.5 Firmware-Updates der Fernsteuereinheiten

Erforderliche Firmware-Updates (z. B. aus Sicherheitsgründen) werden durch den Serviceprovider veranlasst. Dieser ist für das Patchmanagement und die korrekte Funktion verantwortlich und muss entsprechende Störungen beseitigen (Anforderungen aus IT-Sicherheitskatalog [19] für kritische Infrastrukturen).

Der Serviceprovider veranlasst entsprechende Updates der Fernsteuereinheiten.

5.2.2 Zertifikatsverwaltung

Wenn Zertifikate zur Sicherung der kommunikativen Anbindung gefordert werden, ist eine Zertifikatsverwaltung notwendig.

Die KOF muss die Gültigkeit der Zertifikate überwachen und rechtzeitig vor Ablauf von Zertifikaten neue Zertifikate anfordern und den Tausch bzw. die Erneuerung derselben in der Fernsteuereinheit durchführen.

Sind für Kommunikation zwischen KOF und FSB ebenfalls Zertifikate vorgesehen, muss deren Verwaltung zwischen KOF und FSB abgestimmt werden (siehe auch Abschnitt 5.3).

5.2.3 Informationsbereitstellung/Abfrage

Es können verschiedene Informationen aus den Fernsteuereinheiten bzw. den Steuerungsobjekten, aber auch z. B. Betriebsmesswerte aus den Fernsteuereinheiten über die Koordinierungsfunktion an Fernsteuerungsbenutzer, Anschlussnetzbetreiber und Serviceprovider übermittelt werden.

Die Informationsbereitstellung bzw. die Einhaltung der Datenschutz-Grundverordnung [23] gegenüber Dritten erfolgt durch den Fernsteuerungsbenutzer. Informationen aus den Fernsteuereinheiten werden nur weitergegeben, wenn der jeweilige Fernsteuerungsbenutzer eine Berechtigung zur Verwendung derselben hat.

Zu übermittelnde Informationen sind z. B.:

- Firmwarestand

  Der Serviceprovider kann jederzeit den aktuellen Firmwarestand aller Fernsteuereinheiten für die er verantwortlich ist abfragen.

- Konfigurationen/Parametrierung

  Der Serviceprovider kann jederzeit die gesamte Konfiguration/Parametrierung aller Fernsteuereinheiten für die er verantwortlich ist, abfragen.

- Kommunikationsstatus

  Der Serviceprovider und berechtigte FSB können jederzeit den Kommunikationsstatus aller Fernsteuereinheiten für die sie verantwortlich sind, abfragen. Die erforderliche Detailtiefe (Statistiken, Bandbreiten, Fehler etc.) können je Anwender festgelegt werden.

- Gerätelogbuch

  Der Serviceprovider und berechtigte FSB können jederzeit das Logbuch aller Fernsteuereinheiten für die sie verantwortlich sind über die Koordinierungsfunktion abfragen.

5.2.4 Zeitführung

Die Systemzeit auf der Fernsteuereinheit muss mit einer gesetzlichen Zeitquelle synchron gehalten werden. Die erlaubten Abweichungen in den Fernsteuereinheiten sind von den

Fernsteuerungsbenutzern zu definieren. Die KOF muss einen entsprechenden Zeitservice für die Fernsteuereinheiten anbieten.

5.3 Administration

Die Koordinierungsfunktion administriert die Systembestandteile, die für einen reibungslosen Ablauf der betrieblichen Prozesse erforderlich sind. Diese Administration der Koordinierungsfunktion unterteilt sich grundsätzlich in zwei wesentliche Teilbereiche, die Bereitstellung der Funktionen sowie Informationen für berechtigte Fernsteuerungsbenutzer zur Bewirtschaftung ihres Anlagenpools und die Anbindung, Konfiguration und Betrieb der hierfür notwendigen Fernsteuereinheiten.

5.3.1 Benutzerrollenkonzept

Das System der Koordinierungsfunktion verfügt über einen zentralen Administratorzugang (in Folge KOF-Systembetreiber genannt). Über diesen Zugang können verschiedene Benutzerrollen für die jeweiligen Fernsteuerungsbenutzer angelegt werden:

- KOF-Systembetreiber (1)
  Der Systemadministrator ist nur für den Betreiber des Gesamtsystems vorgesehen. Dieser verwaltet im Gesamtsystem sowohl die Netzseite (Fernsteuereinheiten, Steuerungsobjekte, Service-Provider, etc.) als auch die Fernsteuerungsbenutzer. Jeder Fernsteuerungsbenutzer erhält entsprechend seiner Berechtigung eine eigene Systemumgebung, in welcher er wiederum unterlagerte Rollen und Benutzer anlegen kann.
- Fernsteuerungsbenutzer (1-n)
  Jeder Fernsteuerungsbenutzer kann seine Steuerungsobjekte in Gruppen organisieren und Fahrplananforderungen einstellen. Er ist weiterhin Informationsberechtigter in Bezug auf den aktuellen Schaltzustand des Steuerungsobjektes.
- Anschlussnetzbetreiber (1-n)
  Diese Benutzerrolle ist als einzige berechtigt Fernsteuerbefehle anderer Nutzer zu reglementieren (über das Regelwerk) oder zu überschreiben.
- Serviceprovider (1-n)
  Hat den Detailzugriff auf Fernsteuereinheiten für Service und Betrieb darf aber, mit Ausnahme von Testzwecken, keine Steuerung durchführen.

Anmerkung:

Der Kunde hat keine Rolle in der Koordinierungsfunktion aufgrund der aufwändigen Schnittstellen und Berechtigungsprüfung. Der Kunde bedient seine Anwendungen in der Regel nicht über die Koordinierungsfunktion (z. B. Solltemperaturen, Ferienprogramm etc.). Die Fernsteuerungsbenutzer können dem Kunden auch eine Bedienung über eigene Kundenportale (Apps etc.) ermöglichen.

Mit der Anlage eines Fernsteuerungsbenutzers durch den Systemadministrator steht jedem Fernsteuerungsbenutzer ein eigener Administratorzugang mit fest definierten Rollen zur Verfügung. Aus der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Rechte des Systemadministrators für die Koordinierungsfunktion und die des Administrators je Mandant ersichtlich.

Tabelle 1: Grundfunktionen Administratoren

Grundfunktionen (anlegen, ändern, löschen)	KOF-ADMIN	ANB/SP/FSB-ADMIN
Mandanten	x	-
Mandanten-Stammdaten	x	-
Rollen	x	-
Zuordnungen Funktionen zu einer Rolle	x	-
Software-Update der Koordinierungsfunktion	x	-
Kommunikationsschnittstellen (Fernsteuerungsbenutzer; Serviceprovider)	x	-
Kommunikationsschnittstellen zu Netzbetreibern	x	-
Kommunikationsschnittstellen zu Kommunikationsinfrastrukturen (z. B. GWA)	x	-
Zuordnung Anwender zu einer oder mehreren Rollen	-	x
Anwender eines Mandanten	x	x

Aus der nachfolgenden Tabelle 2 sind die möglichen Rollen (Rechte) je Mandant ersichtlich. Für jeden Bereich ANB, Fernsteuerungsbenutzer, Serviceprovider sind aus der Tabelle 2 die Zugriffsrechte auf das System durch den jeweiligen Anwender eines Mandanten erkennbar. D. h. der Administrator jedes Mandanten kann berechtigten Anwendern eine oder mehrere fest definierte Rollen zuweisen. Folgende Rollen stehen hierbei mindestens zur Verfügung:

Tabelle 2: Grobe Zugriffsübersicht von bestimmten Rollen zugeordneten Funktionen und Objekten

Funktionen und Objekte	ANB	FSB	SP
Inbetriebnahme, Tausch, Außerbetriebnahme von Steuerungsobjekten und Fernsteuereinheiten	r	r	r, w, d
Stammdaten eines Steuerungsobjektes oder einer Fernsteuereinheit, die der Rolle zugeordnet sind.	r, w	r, w	r, w, d
Zuordnung von Steuerungsfunktionen (verschiedene Anwendungsfälle) zu einem Steuerungsobjekt	r, w	r, w	r
Statusinformationen von Steuerungsobjekten und Fernsteuereinheiten	r	r	r

Fahrpläne von Steuerungsobjekten	r,w	r,(w)	-
Firmware- und Parameterstände der Fernsteuereinheiten	-	-	r, w, d
Statusinformationen der Koordinierungsfunktion	r	r	r
Eigene Gruppen je Benutzerrolle in der Koordinierungsfunktion	r, w, d	r, w, d	r, w, d
Zuordnung der Steuerungsobjekte zu eigenen Gruppen je Mandant	r, w, d	r, w, d	r, w, d
Eigene Informationsregelwerke	r, w, d	r, w, d	r, w, d
Eigene Regelwerke zur Fahrplanprüfung	r, w, d	-	-

Legende: r: Lesezugriff, w: Schreibzugriff, (w): Schreibzugriff unter Vorbehalt (Regelwerk), d: Löschen

Jeder Fernsteuerungsbenutzer muss sich bei der Koordinierungsfunktion anmelden und seine Berechtigungen für jede Fernsteuerung und jedes Steuerungsobjekt nachweisen. Die Stammdaten und Berechtigungsprofile sind in der Koordinierungsfunktion zu hinterlegen. Alle Prozesse, auf die ein berechtigter Fernsteuerungsbenutzer Zugriff hat, sind transaktionsorientiert und werden revisionssicher dokumentiert. Hierunter fallen auch die Berechtigungsnachweise, die der Fernsteuerungsbenutzer vorgelegt hat.

In der Benutzerverwaltung innerhalb einer Benutzerrolle muss zwischen operativen und administrativen Benutzern unterschieden werden. Somit muss jede Benutzerrolle die Möglichkeit haben, Administratoren anzulegen, aber auch für Betriebspersonal reine Systemnutzer anzulegen.

5.3.2 Benutzerrechtekonzept

Im Frontend muss für jeden Fernsteuerungsbenutzer sichergestellt sein, dass dieser ausschließlich auf die Informationen zugreifen kann, für die er berechtigt ist.

Für jeden Fernsteuerungsbenutzer wird initial für seine Berechtigungsdomäne ein Administrationszugang angelegt.

In Bild 5 erfolgt eine strukturelle Darstellung des Berechtigungsmanagements.

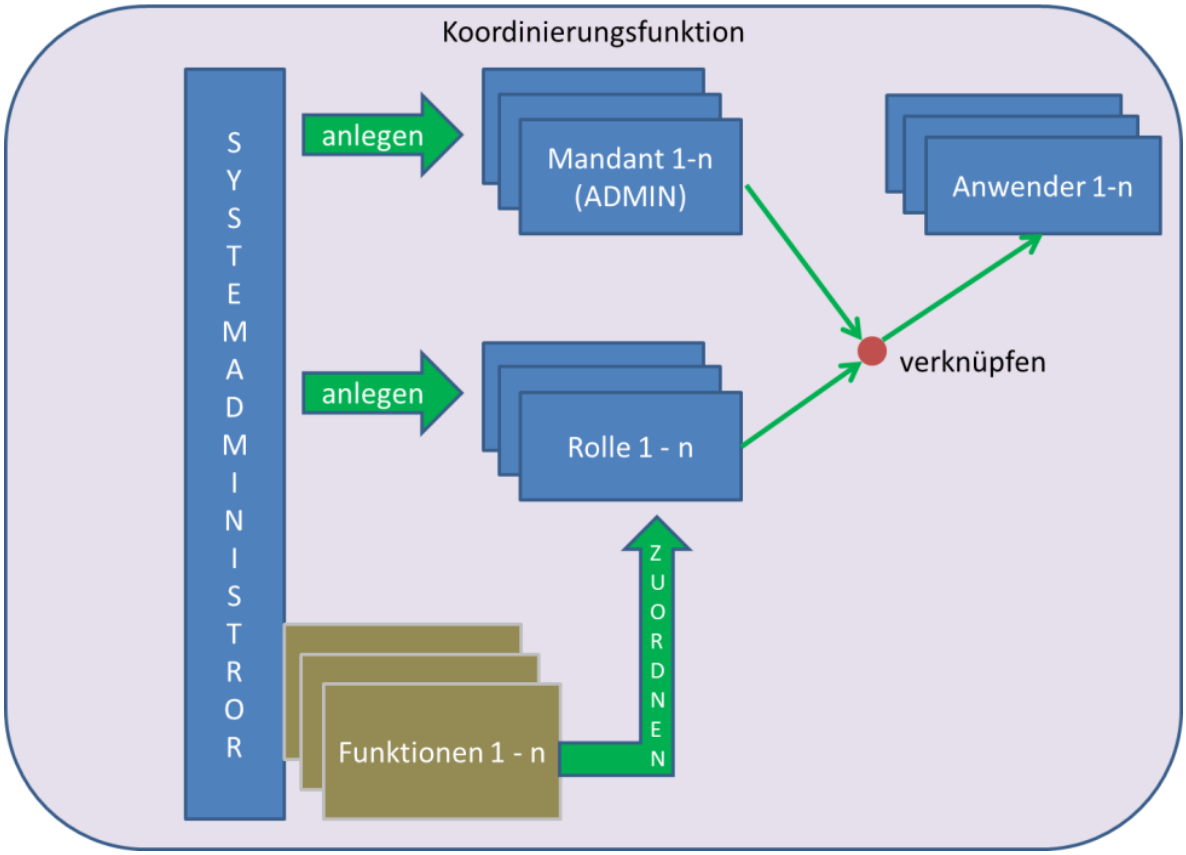


Bild 5: Strukturbild Berechtigungsmanagement

5.3.3 Datenorganisation

In der KOF wird ein Abbild aller Fahrplaninformation der Steuerungsobjekte gehalten. Dies sind die Prozessdaten.

Zusätzlich werden Stammdaten verwaltet. Die Stammdatenverwaltung dient vor allem der Bewirtschaftung der dezentralen Technik, aber auch der Verwaltung von Benutzern innerhalb des Systems. In Bild 6 ist die Datenorganisation beispielhaft dargestellt.

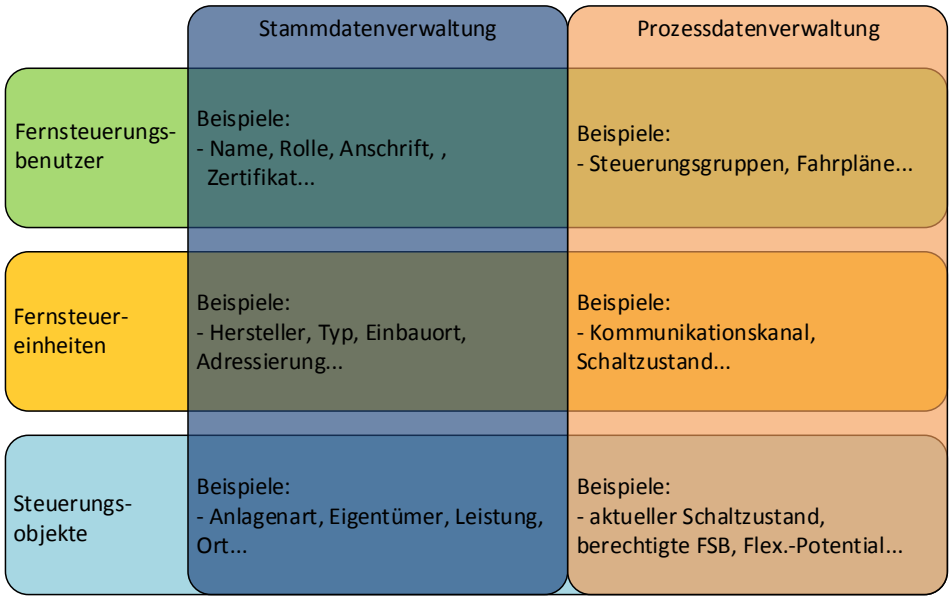


Bild 6: Beispielhafte Übersicht zur Datenorganisation

5.3.4 Gruppenverwaltung

Über die Gruppen können die FSB die Steuerungsobjekte der jeweils individuellen Systematik (z. B. Anlagengruppen, Kategorien, Netzgruppen Inbetriebnahmejahr, Firmwarestände etc.) zugeordnet werden, ohne dass die Systematik selbst der Koordinierungsfunktion oder anderen FSB bekannt gegeben werden muss. Die KOF beinhaltet somit auch keine topologische Netzinformation.

Eine Gruppe in der Koordinierungsfunktion ist eine Zusammenfassung von Steuerungsobjekten, Fernsteuerungen und/oder Gruppen. Jeder Fernsteuerungsbenutzer kann beliebig viele Gruppen anlegen. Jedes Steuerungsobjekt kann entsprechend beliebig vielen Gruppen des FSB zugeordnet werden.

Die berechtigten Fernsteuerungsbenutzer ordnen neue Steuerungsobjekte ihren Gruppendefinitionen innerhalb der Koordinierungsfunktion zu.

In Bild 7 ist beispielhaft eine Gruppierung von Steuerungsobjekten für verschiedene FSB und den ANB dargestellt.

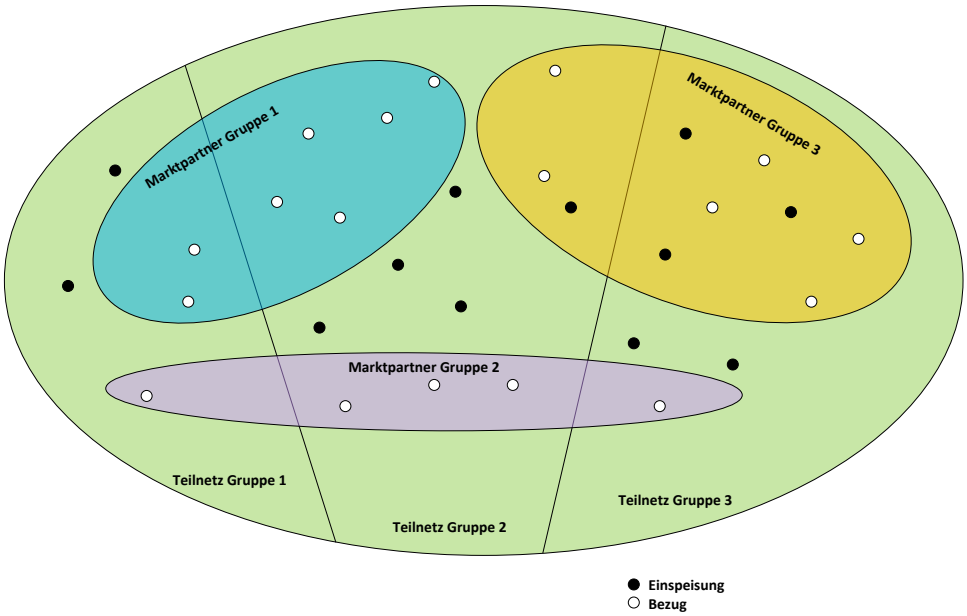


Bild 7: Beispiel von Steuerungsobjekten, symbolisch getrennt nach Bezug und Einspeisung und zugeordnet zu Gruppen verschiedener FSB

Anmerkung:

Über die Gruppen können parallele Aktionen ausgelöst (z. B. Fahrplanänderung für alle Anlagen der Gruppen) aber auch Informationen abgerufen werden (z. B. Summenfahrplan einer Gruppe). Auch kann die Koordinierungsfunktion über Regelwerke für Gruppen die FSB aktiv auf Änderungen (z. B. Fahrplanänderung durch den ANB) informieren.

5.3.5 Regelwerksverwaltung

Es gibt Informationsregelwerke und Regelwerke zur Fahrplanprüfung. Diese bestehen aus einzelnen Regeln. Regeln beziehen sich immer auf Gruppen.

Jede Rolle kann Informationsregelwerke erstellen, die festlegen, wann sie aktiv über Änderungen in seinen Gruppen informiert wird.

Der ANB kann zusätzlich Regeln zur Fahrplanprüfung erstellen, die bei Fahrplanänderungen in seinen Gruppen entscheiden, ob diese durchgeführt werden können oder nicht oder zur Entscheidung an den ANB übergeben werden muss (siehe Abschnitt 5.1.1).

Die Regeln können durch die Rollen jederzeit geändert werden.

5.3.6 Verwaltung der Fernsteuereinheiten

Die KOF verwaltet alle Fernsteuereinheiten incl. deren Verbindungsparameter. Entsprechend werden alle für den Betrieb und die Konfiguration notwendigen Informationen in der KOF gehalten. Hierunter fallen auch eventuell notwendiges Schlüssel- bzw. Zertifikatsmaterial.

Mit der Ersteinrichtung einer Fernsteuereinheit müssen diese in der Koordinierungsfunktion (incl. notwendiger Stammdaten) angelegt sein und mit einem Steuerungsobjekt verknüpft werden. Die Freischaltung für den Service Provider zur Fehlerbeseitigung etc. wird sofort generiert.

Nachfolgend werden die angebundenen Steuerungsobjekte (automatisch oder manuell) für die legitimierten Fernsteuerungsbenutzer freigegeben.

6 Querschnittsfunktionen

6.1 Informationssicherheit

Die beschriebene Koordinierungsfunktion muss grundsätzlich die Sicherheitsanforderungen für Steuerungs- und Telekommunikationssysteme für die Prozesssteuerung in der Energieversorgung erfüllen. Die aktuellen Regelwerke (Normen und Empfehlungen) für die Informationssicherheit betrachten neben der einzelnen Komponente (in diesem Hinweis z. B. die KOF) auch alle für die Umsetzung der Gesamtaufgabe notwendigen Komponenten (Übertragungstechnik, Protokolle, Steuerungsfunktionen, etc.). Darüber hinaus werden bei der Betrachtung auch die Entwicklungs- und Wartungsprozesse (Patch- und Updatemanagement) über den gesamten Lebenszyklus der Systemlösung mit betrachtet.

Die Anforderungen an die Informationssicherheit ergeben sich aus der konkreten Einsatzumgebung der KOF. Im Kontext des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende [1] gelten beispielsweise die Anforderungen an einen aktiven EMT.

6.2 Kommunikationsstatus der Fernsteuereinheiten

In der KOF sind Funktionen zu implementieren, die dem Fernsteuerungsbenutzer zu jeder Zeit einen aktuellen Überblick über den Zustand seiner zugeordneten Fernsteuereinheiten geben, sofern die technische Möglichkeit besteht.

6.3 Revisionssichere Dokumentation und Logging

Es müssen alle relevanten Prozesse, Zugriffe und Daten revisionssicher gespeichert werden. Es gelten die gesetzlichen Aufbewahrungs- und Löschfristen.

6.4 Anforderungen an die Verfügbarkeit des Gesamtsystems

Die Verfügbarkeitsanforderungen an das Gesamtsystem sind zwischen den Fernsteuerungsbenutzern und der KOF bzw. dem Serviceprovider zu vereinbaren. Dies gilt auch für das Zentralsystem der KOF.

6.5 Prozesspriorisierung innerhalb der KOF

Sofern die Fernsteuereinheit dies unterstützt, ist eine Priorisierung von Betriebs- vor Managementfunktionen vorzusehen. Zu Managementfunktionen gehören beispielsweise Softwareupdates.

7 Spezielle Anforderungen einer Koordinierungsfunktion für den Betrieb mit dem intelligenten Messsystem

7.1 Hintergründe zur Nutzung der Koordinierungsfunktion im Kontext des IMSYS

Einen zentralen Bestandteil des intelligenten Messsystems stellt das Smart-Meter-Gateway dar, welches als sichere Kommunikationseinheit die Vorgaben an Datenschutz, Datensicherheit und Interoperabilität erfüllt.

VDE|FNN beschreibt ergänzend die Anforderungen an eine Steuerbox, die an einem Smart-Meter-Gateway betrieben wird. Die Vorgaben der technischen Richtlinie 03109 des BSI [18] beschreiben einen transparenten Kommunikationskanal, welchen das Smart-Meter-Gateway zur Verfügung stellt. Grundlegend kann die KOF über diesen transparenten Kommunikationskanal die Fernsteuereinheit „Steuerbox“ erreichen.

7.2 Allgemeine Anforderungen an die Koordinierungsfunktion im Falle der IMSYS-Nutzung

Neben den netzbetrieblich motivierten Anforderungen soll die Koordinierungsfunktion für den Einsatz innerhalb der Architektur des intelligenten Messsystems die Aufgabe eines aktiven externen Marktteilnehmers übernehmen.

Dazu sind die betrieblichen Steuerungsfunktionen sowie eine administrative Verwaltung der eingesetzten Steuerboxen sicherzustellen:

- Betriebliche Steuerungsfunktionen

  Das funktionale Verhalten einer Steuerbox nach den Vorgaben des VDE|FNN, wird maßgeblich durch sog. Steuerungsfunktionen sichergestellt. Die konkrete Umsetzung dieser Steuerungsfunktionen erfolgt auf Basis des FNN-Lastenheftes Steuerbox [25].

- Administrative Verwaltung

  Neben dem funktionalen Verhalten durch entsprechende Steuerungsfunktionen verlangt die Steuerbox außerdem eine administrative Verwaltung nach vorgegebenen technischen Regeln. Dazu müssen in der KOF u. a. Funktionen für das Update von Firmware- und Parameterständen zur Verfügung gestellt werden.

Das FNN-Lastenheft Steuerbox [25] beschreibt hierbei ein Kommunikationsprotokoll auf Basis der Anwendung der Normenreihe IEC 61850 [26]. Die entsprechenden Datenmodelle muss die Koordinierungsfunktion auf Betriebsebene für die Kommunikation der Steuerungsfunktion des intelligenten Messsystems umsetzen.

7.3 Schnittstelle zum Messstellenbetreiber

Die kommunikationstechnische Anbindung einer Steuerbox an die KOF durch das Smart-Meter-Gateway muss über den Messstellenbetreiber in seiner Funktion als Smart-Meter-Gateway-Administrator erfolgen.

Ebenso werden über diesen Messstellenbetreiber in seiner Funktion als Smart-Meter-Gateway-Administrator die Anforderungen gemäß HKS4 nach BSI TR 03109 [18] realisiert.

Die KOF muss beide Prozesse unterstützen.

7.4 Zeitsynchronisierung

Aus regulatorischen Gründen ist es derzeit nicht möglich, das CLS Netzwerk mit der gesetzlichen Zeit des SMGWs zu versorgen. Die Koordinierungsfunktion muss die Aufgabe der Bereitstellung der gesetzlichen Zeit für Fernsteuereinheiten „Steuerbox“ übernehmen. Für die Zeitführung gelten dabei die gleichen Anforderungen wie beim Smart-Meter-Gateway-Administrator.

8 Ausblick

Das vorliegende Dokument versucht, die Grundlage für eine Weiterentwicklung der technischen Ebene zu schaffen. Im Zuge der Entwicklungen rund um die Steuerungsfunktion innerhalb des Energieversorgungsnetzes sind technische Fragen im VDE|FNN aufgekommen, die zwingend einer Lösung bedürfen.

Der entwickelte Lösungsansatz zur Realisierung der Steuerungsfunktion ist hier die Zusammenstellung der zunächst offensichtlichsten Anforderungen zur KOF. Nachfolgend müssen diese beschriebenen Ansätze an anderer Stelle zum Beispiel zu einem Datenmodell, Prozessbeschreibungen und Funktionsdefinitionen weiterentwickelt werden.

Im Zusammenhang damit sind die benannten Schnittstellen innerhalb der Branche technisch auszuprägen. Das Dokument beschreibt die notwendigsten Schnittstellen, erhebt hier aber nicht den Anspruch auf eine vollständige Auflistung aller für den minimalen Betrieb einer KOF erforderlichen Schnittstellen. Insbesondere Schnittstellen in Richtung Markt bedürfen einer verbandsübergreifenden Abstimmung mit entsprechenden Fachexperten. In einem ersten Schritt ist eine möglichst vollständige Übersicht aller Anwendungsfälle und die damit verbundenen minimal notwendigen Schnittstellen zu definieren. Die erarbeitete Übersicht dient dann als Grundlage für die präzise Spezifikation der technischen Umsetzung.

In Bezug auf die kommunikative Anbindung der Fernsteuereinheiten gibt es bereits heute Ideen, wie eine senderunabhängige Übertragung koordinierter und signierter Fahrpläne in die Fernsteuereinheiten möglich wird. Damit können auch private Anbindungen unter Berücksichtigung von Authentizität und Integrität der Fahrplaninformation genutzt werden.

Bei der Verknüpfung von Markt und Netz auf technischer Ebene steigt die Komplexität des Gesamtsystems mit der Anzahl der berechtigten Teilnehmer. Die KOF versucht auf beiden Seiten zu bündeln und die Komplexität auf die für den jeweiligen Berechtigten notwendigen Informationen zu reduzieren. Sie ist Übersetzer und Vermittler zwischen Marktmechanismen und Netzlogik. Wenn eine flächendeckende Vermarktung steuerbarer Anlagen auch in den niederen Spannungsebenen erfolgen soll, ist diese Art der Schaltfreigabe unumgänglich. Daher ist die Weiterentwicklung und verbandsübergreifende Diskussion zwingend notwendig für einen weiteren sicheren Systembetrieb.

Literaturverzeichnis

[1]	BMWi	Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende, vom 29.08.2016
[2]	BMWi	Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen (Messstellenbetriebsgesetz - MsbG), Ausfertigungsdatum: 29.08.2016
[3]	EU	Demand Connection Code (DCC) VERORDNUNG (EU) 2016/1388 DER KOMMISSION vom 17. August 2016 zur Festlegung eines Netzkodex für den Lastanschluss
[4]	BMWi	Erneuerbare-Energien-Gesetz Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbar–-Energien-Gesetz - EEG 2017)
[5]	BMWi	Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung Datum des Inkrafttretens 13.07.2005, Ausfertigungsdatum 07.07.2005
[6]	EU	Requirements for Generators (RfG) VERORDNUNG (EU) 2016/631 DER KOMMISSION vom 14. April 2016 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger
[7]	BMWi	Verordnung über den Zugang zu Elektrizitätsversorgungsnetzen (Stromnetzzugangsve–ordnung - StromNZV) Ausfertigungsdatum: 25.07.2005 Vo„lzitat: "Stromnetzzugangsverordnung vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2243), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 19. Dezember 2017 (BGBl. I S. 3988) geändert w“rden ist"
[8]	VDE	Technischen Anschlussregeln (TAR) Niederspannung (VDE-AR-N 4100), Vorabversion Juli 2018 (vorbehaltlich der Notifizierung)
[9]	VDE	Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (VDE-AR-N 4105), Vorabversion Mai 2018 (vorbehaltlich der Notifizierung)
[10]	VDE	Technischen Anschlussregeln (TAR) Mittelspannung (VDE-AR-N 4110), Vorabversion Mai 2018 (vorbehaltlich der Notifizierung)
[11]	VDE	Technischen Anschlussregeln (TAR) Hochspannung (VDE-AR-N 4120), Vorabversion Mai 2018 (vorbehaltlich der Notifizierung)
[12]	VDE	Kaskadierung von Maßnahmen für die Systemsicherheit von elektrischen Energieversorgungsnetzen (VDE-AR-N 4140), Februar 2017

[13]	FNN	FNN-Hinweis: Elektronischer Lieferschein für die Bestellung und Lieferung von Messeinrichtungen und Komponenten für Messsysteme, vom 04.07.2017
[14]	BMWi	Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Elektrizitätsversorgung in Niederspannung (Niederspannungsanschlussverordnung – NAV), Datum des Inkrafttretens 08.11.2006
[15]	VDE	Automatische Letztmaßnahmen (E VDE-AR-N 4142) (angekündigt)
[16]	BNetzA	BK6-06-009 Festlegung zu den Geschäftsprozessen und Datenformaten, vom 11.07.2006 (samt Anlagen)
[17]	VDE	MeteringCode (VDE-AR-N 4400), vom 01.09.2011
[18]	BSI	BSI TR-03109 Technische Vorgaben für intelligente Messsysteme und deren sicherer Betrieb Version 1.0.1, Datum 11.11.2015
[19]	BNetzA	IT-Sicherheitskatalog gemäß § 11 Absatz 1a Energiewirtschaftsgesetz Stand: August 2015
[20]	DIN	DIN EN ISO/IEC 27001: Informationstechnik - Sicherheitsverfahren - Informationssicherheitsmanagementsysteme - Anforderungen (ISO/IEC 27001)
[21]	DIN	DIN EN ISO/IEC 27002: Informationstechnik - Sicherheitsverfahren - Leitfaden für Informationssicherheitsmaßnahmen (ISO/IEC 27002)
[22]	DIN	DIN ISO/IEC TR 27019: DIN SPEC 27019 Informationstechnik - Sicherheitsverfahren - Leitfaden für das Informationssicherheitsmanagement von Steuerungssystemen der Energieversorgung auf Grundlage der ISO/IEC 27002 (ISO/IEC TR 27019)
[23]	EU	Datenschutz-Grundverordnung (Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG) Verordnung Nr. 2016/679 des Europäischen Parlaments und Rates vom 27.4.2016 (Amtsblatt L 119 vom 4.5.2016, S. 1, ber. Amtsblatt L 314 vom 22.11.2016, S. 72, Amtsblatt L 127 vom 23.5.2018, S. 2) In Geltung seit dem 25. Mai 2018
[24]	VDE	Schnittstelle Übertragungs-/Verteilnetzbetreiber (E VDE-AR-N 4141-1)

[25] FNN FNN-Hinweis: Lastenheft Steuerbox - Funktionale und konstruktive Merkmale, Version 1.0, Februar 2018

[26] IEC IEC 61850