

Anforderungen an die technische Ausgestaltung der physikalischen und logischen Schnittstellen der Steuerungseinrichtung zum Anschluss und zur Übermittlung des Steuerbefehls an eine steuerbare Verbrauchseinrichtung oder ein Energie-Management-System

Bundeseinheitliche Empfehlung von VDE FNN nach dem Stand der Technik zu Tenorziffer 2a gemäß der Festlegung BK6-22-300 der Bundesnetzagentur

Version 1.0
März 2025

Inhalt

Bildverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis.....	3
Begriffe	4
Vorwort	7
1 Einleitung.....	9
2 Zielbild der digitalen Schnittstelle.....	10
2.1 Vorteile einer digitalen Schnittstelle	10
2.2 Notwendigkeit der Ausprägung eines Mindeststandards für die digitale Schnittstelle.....	11
3 Steuerungsaufgabe und Steuerungskonzept.....	12
3.1 Steuerungsaufgabe	13
3.2 Steuerungskonzept.....	14
4 Allgemeine Anforderungen an eine standardisierte, digitale Schnittstelle	18
4.1 Grundlegende Anforderungen	18
4.1.1 Konnektivität	19
4.1.2 Funktionen	19
4.1.3 Sicherheit.....	21
4.2 Konformität	22
4.3 Weitere Aspekte für Prozesse, Installation und Einrichtung	22
4.4 Festlegung eines Mindeststandards für die digitale Schnittstelle	24
5 Ausprägung der digitalen Schnittstelle an steuerbaren Einrichtungen	25
5.1 Übersicht Komponenten und Schnittstellen	25
5.2 Anwendungsfälle für Steuerungshandlungen.....	27
5.3 Grundsätzliche Informationen zur Schnittstelle IF_CLS_CTRL	28
5.4 Protokollausprägung Schnittstelle IF_CLS_CTRL als Mindeststandard EEBUS	29
6 Ausprägung einer einheitlichen Schnittstelle bei Nutzung von Relais einer FNN Steuerbox.....	31
6.1 Grundsteuerungskonzept bei Verwendung von Relais.....	32
6.2 Anwendungsbeispiele.....	33
7 VDE FNN Empfehlung	35
8 Weiteres Vorgehen.....	36
9 Literaturverzeichnis	36

Bildverzeichnis

Bild 1 Darstellung der relaisbasierten sowie digitalen Schnittstelle zwischen Ausgängen der Steuerungseinrichtung und Eingängen der steuerbaren Einrichtung (einschließlich EMS)	9
Bild 2 Logische Anbindung steuerbare Einrichtung/EMS an die FNN Steuerbox.....	26
Bild 3 Logische Anbindung steuerbare Einrichtung/EMS an das SMGW mit integrierter Steuerungsschnittstelle.....	26
Bild 4 VDE-AR-E 2829-6-1 an der IF_CLS_CTRL.....	29
Bild 5 Protokollstapel EEBUS.....	29
Bild 6 Grundsteuerungskonzept für die Anbindung steuerbarer Einrichtungen an eine FNN Steuerbox	32

Abkürzungsverzeichnis

BNetzA	Bundesnetzagentur
BSI.....	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
EEG.....	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EMS.....	Energie-Management-System
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EZA.....	Erzeugungsanlage
MSB.....	Messstellenbetreiber
SMGW	Smart Meter Gateway
SteuVE	steuerbare Verbrauchseinrichtung
VDE FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE
VNB	Verteilnetzbetreiber

Begriffe

Betreiber

Als „Betreiber“ werden in diesem Dokument Betreiber von steuerbaren Einrichtungen bezeichnet. Dies umfasst sowohl Betreiber von Erzeugungsanlagen (EZA) als auch Betreiber von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) gemäß der Definition der Bundesnetzagentur (BNetzA) nach BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 2.5. [1]

Digitale Schnittstelle

Als „digitale Schnittstelle“ wird die IP-basierte Kommunikationsschnittstelle einer Steuerungseinrichtung zur Anbindung einer steuerbaren Einrichtung bezeichnet.

Energie-Management-System (EMS)

Über ein „Energie-Management-System“ (EMS) können mehrere steuerbare Einrichtungen gebündelt werden, um die lokale Optimierung in der Kundenanlage zu erreichen.

Erzeugungsanlage (EZA)

Als „Erzeugungsanlage“ (EZA) werden im Sinne der VDE-AR-N 4105 Anlagen bezeichnet, „in der sich eine oder mehrere Erzeugungseinheiten elektrischer Energie und alle zum Betrieb erforderlichen elektrischen Einrichtungen befinden“. Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie (Stromspeicher) sowie Elektrofahrzeuge, die elektrische Energie zurück in das Stromnetz speisen können, gelten in diesem Dokument ebenfalls als EZA.

FNN Steuerbox

Als „FNN Steuerbox“ wird die vom VDE FNN spezifizierte Ausprägung einer gerätetechnisch separierten Steuerungseinrichtung bezeichnet. [2] Mit „Steuerbox“ ist im Kontext dieses Dokuments immer die FNN Steuerbox gemeint. Die Steuerbox beinhaltet einen Kommunikationsadapter nach BSI TR-03109-5 [3].

Kundenanlage

Die Definition einer „Kundenanlage“ in diesem Dokument entspricht der Definition gemäß VDE-AR-N 4100: „Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel hinter der Übergabestelle mit Ausnahme der Messeinrichtung zur Versorgung der Anschlussnehmer und der Anschlussnutzer“. Im Rahmen dieses Dokuments beinhalten „Messeinrichtungen“ bei intelligenten Messsystemen auch Steuerungseinrichtungen, da diese nicht Bestandteil der Kundenanlage sind.

Ladeeinrichtung

Als „Ladeeinrichtung“ werden in diesem Dokument nicht-öffentliche Ladeeinrichtung für Elektromobile bezeichnet, die SteuVE gemäß [1] sind.

Lastenheft

Mit „Lastenheft“ ist im Folgenden immer das VDE FNN „Lastenheft Steuerbox“ in der Version 1.4 gemeint. [2]

Netzwirksamer Leistungsbezug

Die Definition von „netzwirksamer Leistungsbezug“ in diesem Dokument entspricht der Definition der BNetzA gemäß BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 2.3: „derjenige Anteil der über den Netzanschluss aus einem Elektrizitätsverteilernetz der allgemeinen Versorgung entnommenen elektrischen Leistung, der zeitgleich durch eine oder mehrere steuerbare Verbrauchseinrichtungen verursacht wird“. [1]

Spezifikation

Mit „Spezifikation“ ist in diesem Dokument die exakte Beschreibung von Merkmale und Eigenschaften für eine technische Ausführung und Implementierung in der Gerätetechnik gemeint. Die Spezifikation liefert die Inhalte für eine Prüfung und Konformitätsbewertung der Gerätetechnik.

Steuerbare Einrichtung

Zu „steuerbaren Einrichtungen“ zählen steuerbare Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) im Sinne des § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und steuerbare Erzeugungsanlagen (EZA) im Sinne des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Aus Sicht einer Steuerungseinrichtung ist ein EMS wie eine steuerbare Einrichtung zu behandeln, weshalb der Begriff „steuerbare Einrichtung“ im vorliegenden Dokument als Oberbegriff für einzelne steuerbare Einrichtungen und EMS zu verstehen ist.

Steuerbare Verbrauchseinrichtung (SteuVE)

Die Definition einer „steuerbaren Verbrauchseinrichtung“ entspricht in diesem Dokument der Definition der BNetzA gemäß BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 2.4: Eine SteuVE ist „ein Ladepunkt für Elektromobile, der kein öffentlich zugänglicher Ladepunkt im Sinne des § 2 Nr. 5 der Ladesäulenverordnung (LSV) ist, eine Wärmepumpenheizung unter Einbeziehung von Zusatz- oder Notheizvorrichtungen (z. B. Heizstäbe), eine Anlage zur Raumkühlung sowie eine Anlage zur Speicherung elektrischer Energie (Stromspeicher) hinsichtlich der Stromentnahme (Einspeicherung)“. [1]

Steuerungsaufgabe

Die „Steuerungsaufgabe“ wird durch die technischen Eigenschaften der steuerbaren Einrichtung bestimmt, welche durch den Anlagenbetreiber oder dessen Elektroinstallateur bei der Anmeldung angegeben werden müssen. Jeder steuerbaren Einrichtung (Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge, Wärmepumpe, EZA, EMS etc.) wird bei Direktansteuerung eine Steuerungsaufgabe durch den Verteilnetzbetreiber (VNB) zugeordnet. In einem Gebäude bzw. in einer Liegenschaft können mehrere Steuerungsaufgaben vorhanden sein.

Steuerungseinrichtung

Eine „Steuerungseinrichtung“ bezeichnet ein technisches Gerät des Messstellenbetreibers (MSB), mit dem Steuerungsvorgaben als Wirkleistungslimitierung an steuerbare Einrichtungen weitergegeben werden. Im vorliegenden Dokument wird die Ausprägung als separates physisches Gerät (z. B. Steuerbox) sowie als Funktion integriert ins Smart Meter Gateway (SMGW) betrachtet.

Steuerungsfunktion

Der Begriff „Steuerungsfunktion“ bezeichnet die Möglichkeiten einer Steuerungseinrichtung für die Umsetzung eines Steuerbefehls. Eine Steuerungseinrichtung in Ausprägung der FNN Steuerbox stellt dem Anwender bspw. autarke Steuerungsfunktionen in Form von Schaltprogrammen, Wischer-, Direktbefehle und abgeleiteten geräteinternen Ereignissen zur Verfügung.

Steuerungskonzept

Das „Steuerungskonzept“ wird durch den zuständigen MSB erstellt. Dies wird definiert durch die Anzahl der Steuerungsaufgaben, die der VNB dem MSB gemeldet hat. Somit stellt das Steuerungskonzept den Anschluss bzw. die Verdrahtung der FNN Steuerbox zu den steuerbaren Einrichtungen, resultierend aus den zugeordneten Steuerungsaufgaben dar.

Wärmepumpe

Als „Wärmepumpe“ werden in diesem Dokument Wärmepumpenheizungen unter Einbeziehung von Zusatz- oder Notheizvorrichtungen (z. B. Heizstäbe) bezeichnet. Dies richtet sich nach der Definition der BNetzA gemäß BK6-22-300 Anlage 1 Ziffer 2.4.b. [1]

Wirkleistungslimitierung

Als „Wirkleistungslimitierung“ wird die Übermittlung und Vorgabe eines Grenzwertes an eine steuerbare Einrichtung bezeichnet, der durch diese einzuhalten ist. Es ist dabei auf die Einhaltung zulässiger Wertebereiche zu achten. Am Beispiel einer SteuVE bedeutet dies die Berücksichtigung der Mindestleistung für den netzwirksamen Leistungsbezug nach BK6-22-300.

Vorwort

Die Festlegung der Bundesnetzagentur (BNetzA) zur Ausgestaltung von § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) BK6-22-300 vom 27.11.2023 [1] regelt, dass steuerbare Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) und Energie-Management-Systeme (EMS) im Falle einer kritischen Auslastungssituation des vorgelagerten Niederspannungsnetzes ihren netzwirksamen Leistungsbezug entsprechend der Vorgaben des Verteilnetzbetreibers (VNB) reduzieren müssen.

Im Beschluss der BNetzA wird dabei unter der „Tenorziffer 2“ vorgesehen, dass Netzbetreiber Empfehlungen nach dem Stand der Technik erarbeiten. Diese Empfehlungen sollen „zur bestmöglichen Erreichung einer Standardisierung und damit einer massengeschäftstauglichen und effizienten Abwicklung der netzorientierten Steuerung“ [1, S. 83] beitragen. Alle relevanten Marktpartner müssen angemessen beteiligt werden.

In Absprache mit der BNetzA hat VDE FNN die Koordination und Erarbeitung der Empfehlungen zu Tenorziffer 2 a, b, c, e, f und g übernommen.

Die Empfehlungen wurden der BNetzA fristgerecht zum 01.10.2024 bzw. 01.01.2025 vorgelegt.

Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN) entwickelt die Stromnetze vorausschauend weiter. Ziel ist der jederzeit sichere Systembetrieb mit 100 Prozent erneuerbaren Energien. VDE FNN macht innovative Technologien praxistauglich und gibt Antworten auf netztechnische Herausforderungen von morgen. Hier arbeiten verschiedene Fachkreise mit unterschiedlichen Interessen gemeinsam an Lösungen. Mitglieder sind über 500 Hersteller, Netzbetreiber, Versorger, Anlagenbetreiber, Behörden und wissenschaftliche Einrichtungen.

Mit diesem Dokument veröffentlicht VDE FNN die Empfehlung nach dem Stand der Technik zur Tenorziffer 2a.

Tenorziffer 2a definiert die Anforderungen an die technische Ausgestaltung der physikalischen und logischen Schnittstellen der Steuerungseinrichtung zum Anschluss und zur Übermittlung des Steuerbefehls an eine SteuVE oder an ein EMS.

Die Empfehlung wurde in den Gremien des VDE FNN erarbeitet.

Die Empfehlung zur Tenorziffer 2a beruht bezüglich der beschriebenen Schnittstellen maßgeblich auf dem Lastenheft Steuerbox, Version 1.4 [2]. Um Herstellern von SteuVE und Anwendern frühzeitig Orientierung zu geben, wie steuerbare Einrichtungen an eine Steuerungseinrichtung über die digitale Schnittstelle angebunden werden können, hat VDE FNN bereits im Januar 2024 den VDE FNN Impuls „Ausprägung der digitalen Schnittstelle an einer steuerbaren Verbrauchseinrichtung oder einem Energie-Management-Systems“ [4] veröffentlicht. Dieser fasst bisher veröffentlichte Arbeitsergebnissen von VDE FNN, vor allem aus dem Lastenheft Steuerbox in der Version 1.3 [5], zusammen und sollte diese aufgrund der Relevanz der Schnittstelle für einen breiteren Personenkreis zugänglich machen. Für die Steuerung von steuerbaren Einrichtungen, bei denen die Anbindung per digitaler Schnittstelle noch nicht möglich ist, wurde der VDE FNN Impuls „Ausprägung einer einheitlichen Schnittstelle an einer steuerbaren Einrichtung oder einem Energie-Management-System zur Anbindung an eine FNN Steuerbox“ [6] ebenfalls im Januar 2024 veröffentlicht. Dieser Impuls konzentriert sich daher auf die Verwendung von konventionellen Relais und unterbreitete einen Vorschlag zur harmonisierten Ausprägung einer Relaischnittstelle. Rückmeldungen zu

diesem VDE FNN Impuls waren bis Ende März 2024 möglich. Das erhaltene Feedback wurde bei der weiteren Erarbeitung der Empfehlung zur Tenorziffer 2a berücksichtigt.

Zudem fanden im Zuge des Erarbeitungsprozesses der Tenorziffer 2a am 15.02.2024 und am 28.05.2024 unter der Leitung der BNetzA Workshops mit beteiligten Marktakteuren statt, bei denen VDE FNN über die aktuellen Arbeiten informiert hat und Beteiligte die Möglichkeit der Stellungnahme hatten.

Im Oktober 2024 wurde die Empfehlung der Netzbetreiber zu Tenorziffer 2a bei der BNetzA eingereicht. Dieses Dokument stellte eine Kombination der beiden VDE FNN Impulse aus Januar 2024 dar, wobei zusätzlich Ergänzungen für den Gesamtkontext vorgenommen und Rückmeldungen aus der Kommentierung eingearbeitet wurden. Mit der Einreichung zum 01.10.2024 bei der BNetzA haben die Netzbetreiber ihre Pflicht aus der Tenorziffer 2a, Empfehlungen nach dem Stand der Technik zu erarbeiten, erfüllt. Die bei der BNetzA eingereichte Empfehlung (Stand Oktober 2024) wurde am 08.10.2024 auf der Website der BNetzA veröffentlicht und bis zum 08.11.2024 zur öffentlichen Konsultation gestellt. Die eingegangenen Konsultationsbeiträge wurden in den Gremien des VDE FNN bewertet, mit der BNetzA diskutiert und bei Zustimmung in den VDE FNN Hinweis aufgenommen. Als Teil dieses Prozesses fand am 30.01.2025 eine Konsultationssitzung unter der Leitung der BNetzA statt.

Der hier vorliegende VDE FNN Hinweis „Anforderungen an die technische Ausgestaltung der physikalischen und logischen Schnittstellen der Steuerungseinrichtung zum Anschluss und zur Übermittlung des Steuerbefehls an eine steuerbare Verbrauchseinrichtung oder ein Energie-Management-System“ in der Version 1.0 von März 2025 definiert demnach die bundeseinheitliche Empfehlung nach dem Stand der Technik zu Tenorziffer 2a gemäß der Festlegung BK6-22-300 der BNetzA.

Die mit der BNetzA abgestimmte bundeseinheitliche Empfehlung nach Tenorziffer 2 bezieht sich ausschließlich auf die Umsetzung der netzorientierten Steuerung nach § 14a EnWG. Soweit die Prämissen übertragbar sind, empfiehlt VDE FNN über den Anwendungsbereich der Empfehlung zur Umsetzung der netzorientierten Steuerung nach § 14a EnWG hinaus auch eine Anwendung für die Steuerung von EZA gemäß dieses VDE FNN Hinweises.

Die Ausführungen dieses VDE FNN Hinweises basieren maßgeblich auf dem Beschluss der Beschlusskammer 6 der BNetzA zum „Festlegungsverfahren zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz (BK6-22-300)“ [1] und der darin enthaltenen Anlage 1. Sollte in diesem Dokument nachfolgend bei der Nennung einer Passage oder Ziffer aus der Festlegung der BNetzA nicht explizit etwas anderes angegeben sein, bezieht sich diese Angabe stets auf BK6-22-300.

1 Einleitung

Die Integration zahlreicher Verbrauchseinrichtungen, wie Wärmepumpen oder Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, ist eine aktuelle Herausforderung für VNB und Marktteilnehmer. In diesem Zusammenhang wird die Steuerung über intelligente Messsysteme ein wichtiger Baustein sein. Für einen funktionierenden Ende-zu-Ende-Prozess der Steuerung über intelligente Messsysteme ist dabei vor allem die Ausprägung einer interoperablen Schnittstelle zwischen Steuerungseinrichtung und Anlage des Betreibers von großer Bedeutung.

In diesem Dokument werden die Anforderungen beschrieben, wie die Schnittstelle von steuerbaren Einrichtungen ausgeprägt sein muss, um an eine Steuerungseinrichtung angebunden zu werden.

Zu steuerbaren Einrichtungen zählen SteuVE, wie Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge oder Wärmepumpen, genauso wie eine steuerbare EZA oder ein EMS. Über ein EMS können mehrere steuerbare Einrichtungen gebündelt werden, um die lokale Optimierung in der Anlage des Betreibers zu erreichen. Für die Teilnahme an der netzorientierten Steuerung entsprechend der „Festlegung zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)“ der BNetzA (BK6-22-300) [1] liegt der Fokus auf SteuVE und EMS.

Die FNN Steuerbox verfügt gemäß VDE FNN Lastenheft Steuerbox, Version 1.4, [2] über verschiedene Möglichkeiten an Schnittstellen, für den Anschluss steuerbarer Einrichtungen. Die Schnittstellen zwischen Steuerbox und steuerbaren Einrichtungen werden in Bild 1 durch die grauen Linien dargestellt. Die Ansteuerung einer Anlage kann konventionell über Relais oder über eine digitale Schnittstelle erfolgen. Ziel ist zukünftig die vorwiegende Nutzung von standardisierten digitalen Schnittstellen, wie sie in diesem Dokument im Weiteren beschrieben und erläutert werden. Die Entscheidung über die Schnittstelle einer steuerbaren Einrichtung zur Anbindung an die Steuerungseinrichtung des MSB trifft der jeweilige Hersteller unter Berücksichtigung der in diesem Dokument getroffenen Mindeststandards sowie der VDE-AR-N 4100.

In diesem Dokument wird zunächst in Kapitel 2 das Zielbild der digitalen Schnittstelle beschrieben, bevor in Kapitel 3 die Begriffe „Steuerungsaufgabe“ und „Steuerungskonzept“ eingeführt werden, die für die Harmonisierung und Umsetzung einen wichtigen Aspekt darstellen. In Kapitel 4 werden die allgemeinen Anforderungen an eine standardisierte, digitale Schnittstelle aufgezeigt, bevor die konkrete Ausprägung der digitalen Schnittstelle in Kapitel 5 beschrieben wird. In Kapitel 6 wird auf die Anbindung via Relais eingegangen. Die Empfehlung der Tenorziffer 2a wird zusammenfassend in Kapitel 7 dargestellt und ein Ausblick zum weiteren Vorgehen in Kapitel 8 gegeben.

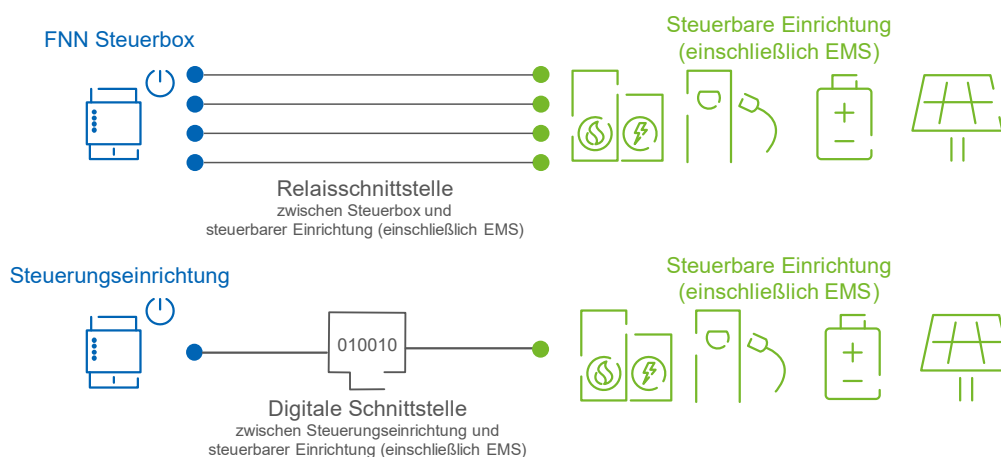


Bild 1 Darstellung der relaisbasierten sowie digitalen Schnittstelle zwischen Ausgängen der Steuerungseinrichtung und Eingängen der steuerbaren Einrichtung (einschließlich EMS)

2 Zielbild der digitalen Schnittstelle

In den folgenden Unterkapiteln wird begründet, warum aus Sicht von VDE FNN möglichst zeitnah ausschließlich die digitale Schnittstelle verwendet werden sollte. Darüber hinaus ist die VDE-AR-N 4100 hinsichtlich der Zulässigkeit der Nutzung einer anderen, als der digitalen, Schnittstelle zu beachten. Im Sinne eines Zielbildes werden dazu die Vorteile aufgezeigt, die die digitale Schnittstelle bietet und schließlich erläutert, weshalb ein Mindeststandard für diese Schnittstelle notwendig ist.

2.1 Vorteile einer digitalen Schnittstelle

Bisher war die Steuerung über Relais unter anderem im Kontext der Rundsteuertechnik weit verbreitet. Über ein oder mehrere Relais, die als Öffner oder Schließer ausgeprägt sein können, lassen sich Steuerungsinformationen an eine Anlage übermitteln. Allerdings ist der Datenaustausch über Relais stark eingeschränkt, da pro Relais nur zwei Zustände – ein oder aus – übermittelt werden können. Zudem erfolgt die Kommunikation unidirektional vom Sender zum Empfänger. Das bedeutet, dass der Sender keine Rückmeldung über den erfolgreichen Empfang oder die Verarbeitung der Information erhält.

Im Vergleich dazu bieten moderne, digitale Schnittstellen Vorteile, die sowohl für aktuelle als auch zukünftige Anforderungen im Bereich der Energiewirtschaft und -technik von großer Bedeutung sind. Sie lassen die stufenlose, feingranulare Übermittlung von Informationen zu und können quasi beliebig viele Zustände übertragen. Dadurch ist eine präzise Steuerung auf jeden beliebigen Wert möglich, wodurch Bedürfnis des Betreibers und verfügbare Netzkapazität optimal aufeinander abgestimmt werden können.

Ein entscheidender Vorteil ist die bidirektionale Kommunikation. Während bei Relais lediglich ein Zustand übergeben wird und der Sender keine Rückmeldung über den Empfang oder die Verarbeitung beim Empfänger erhält, kann der Empfänger bei einer digitalen Schnittstelle sowohl den Erhalt und als auch die korrekte Verarbeitung der Information bestätigen. Diese bidirektionale Kommunikation erhöht die Verlässlichkeit bei der Informationsübertragung, eröffnet zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten und bietet daher eine langfristige Nutzbarkeit dieser Schnittstellen. Rückmeldungen und Quittierungen tragen maßgeblich dazu bei, dass digitale Schnittstellen auch in zukünftigen Systemen und Anwendungen verwendet werden können.

Über die digitale Schnittstelle können nicht nur netzorientierte, sondern auch marktliche Anforderungen umgesetzt werden. So können zukünftig z. B. dynamische Tarifinformationen in die Kundenanlage übermittelt werden, wodurch die Betreiber auf Preissignale reagieren und ihren Energieverbrauch entsprechend anpassen können. Durch die Nutzung der Schnittstelle, bspw. zur Direktvermarktung, wird eine Verwendung für weitere marktliche Anwendungsfälle eröffnet. Eine nahezu beliebige Erweiterung, z. B. zum Austausch von Daten der angebundenen Anlage, ist ebenfalls denkbar. Dies ermöglicht eine umfassende Integration und Vernetzung von verschiedenen Systemen und Komponenten. Dank der Möglichkeit, den Informationsumfang per Update zu erweitern, sind digitale Schnittstellen zukunftssicher und auch für kommende Anforderungen geeignet, u. a. Leistungshüllkurven, Forecastdaten, zeitvariable Netztarife oder Einschalttempfehlungen entsprechend § 13k EnWG.

Vor dem Hintergrund, dass Geräte mit Relais nach wie vor im Einsatz und verfügbar sind, wird in diesem Dokument auch die Steuerung über Relais beschrieben. Die Verwaltung unterschiedlicher Relaisbelegungen je Anlage stellt jedoch die Messstellenbetreiber (MSB) und deren CLS-Backend-Systeme vor große Herausforderungen, erzeugt zusätzliche Prozessaufwände und erhöht die Aufwände zur Einhaltung der Dokumentationspflicht einer Steuerung. Die Beschreibung ist daher nur dazu gedacht, eine harmonisierte Nutzung der Relais für Anwendungsfälle nach § 14a EnWG und sowie dem

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aufzuzeigen, um damit eine geregelte Nutzung des Bestands und einen strukturierten Übergang hin zur digitalen Schnittstelle zu ermöglichen.

Aufgrund der aufgezeigten Vorteile empfiehlt VDE FNN nachdrücklich ab sofort die Nutzung der digitalen Schnittstelle. Die digitale Schnittstelle stellt das klare Zielbild dar, das alle aktuellen und vor allem zukünftige Anforderungen berücksichtigen kann. Der langfristige Einsatz von Relais zur Steuerung ist keine zukunftssichere Option und führt zu einer Einschränkung sowie zum Verlust der Flexibilität für kommende Anpassungen. Um zusätzliche Aufwände bei der Umrüstung zu vermeiden und zukünftige Anwendungsfälle zu ermöglichen, sollte zeitnah ausschließlich die digitale Schnittstelle zum Einsatz kommen, da sie die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bietet, die in einer sich ständig weiterentwickelnden Energiewirtschaft erforderlich ist.

2.2 Notwendigkeit der Ausprägung eines Mindeststandards für die digitale Schnittstelle

In den nächsten Jahren sind Millionen von Kundenanlagen an die Steuerung über intelligente Messsysteme anzuschließen. Zusätzlich sind Wechsel- und Entstörprozesse auszuprägen, die durch über 1.000 MSB mit den ca. 64.000 Elektrofachbetrieben und Millionen von Betreibern gelebt werden müssen. Hinzu kommt die Nutzung der Steuerung durch VNB und Lieferanten, die über die Marktkommunikation in Verbindung stehen. Eine Erweiterung der aktuellen Anwendungsfälle ist absehbar und muss standardisiert vorgenommen werden können.

Daher ist die Reduzierung der Komplexität an der Schnittstelle zum Betreiber unabdingbar, denn Steuerungseinrichtungen können nur mit steuerbaren Einrichtungen kommunizieren, wenn beide das gleiche, bis auf Bit-Ebene standardisierte Protokoll sprechen. Dies ist auch die Grundlage, um einen Plug-and-play-fähigen Prozess zu etablieren und eine Umsetzung in den Systemlandschaften der VNB sowie MSB zeitnah zu ermöglichen.

Es gibt diverse Gründe für einen Wechsel des MSB, z. B. Netzgebietsabgaben, Wechsel zum dritten MSB oder die Übernahme durch den Auffang-MSB. Wenn in solchen Fällen eine Übernahme der verbauten Technik erfolgen soll, muss es einen deutschlandweiten Standard geben, damit der Betreiber auch in diesen Fällen keinen Umbau der steuerbaren Einrichtung vornehmen muss.

Grundzuständige MSB müssen ohne einen Standard alle Geräte- und Systemausprägungen vorhalten, permanent erweitern und spezifische, kompatible Gerätekonstellationen vorhalten und testen. Dies würde die volkswirtschaftlichen Kosten erhöhen und zu Verärgerungen zwischen Betreiber der steuerbaren Einrichtung und MSB führen. Zudem könnte der grundzuständige MSB solche Anlagen nicht ohne Änderung auf Betreiberseite übernehmen und somit seiner Pflicht nachkommen.

Für Gerätehersteller bietet ein Standard Investitionssicherheit und vor allem eine kurze Time-to-Market bei Erweiterungen, da diese nicht für unzählige Protokolle umgesetzt und getestet werden müssen.

Aus diesen Gründen soll ein Protokollstandard für die energiewirtschaftliche Verwendung bei der Steuerung über intelligente Messsysteme festgelegt werden.

Anmerkung: Bei der Standardisierung im Rahmen dieses Dokuments geht es um die Schnittstelle zwischen MSB und steuerbarer Einrichtung. Welche Protokolle innerhalb der Kundenanlage, möglicherweise hinter einem EMS oder Protokollkonverter, zum Einsatz kommen, ist dem Betreiber freigestellt.

3 Steuerungsaufgabe und Steuerungskonzept

Einer Steuerungseinrichtung wird die komplexe Aufgabe zuteil, steuerbare Einrichtungen in den verschiedensten Konstellationen direkt oder über ein EMS per Relais oder Digitalchnittstelle steuern zu können.

Das VDE FNN Lastenheft Steuerbox definiert die unabhängige Steuerung von bis zu vier steuerbaren Einrichtungen pro Steuerbox. Es wird derzeit geprüft, im Zuge der nächsten Überarbeitung des Lastenhefts Steuerbox die Anzahl der digital an die Steuerbox anschließbaren steuerbaren Einrichtungen zu erhöhen.

In diesem Kontext hat VDE FNN bereits in seinen Impulspapieren zur Relaisbelegung sowie zur digitalen Schnittstelle die Begrifflichkeiten Steuerungsaufgabe und Steuerungskonzept eingeführt, um die beschriebene Komplexität bei der Umsetzung der Steuerung abbildbar zu machen. Diese Begrifflichkeiten werden nachfolgend eingeordnet.

Für die Anlagensteuerung ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- eine oder mehrere steuerbare Einrichtungen als Direktsteuerung
- eine oder mehrere steuerbare Einrichtungen über ein EMS

Die Kombination aus direkt gesteuerten steuerbaren Einrichtungen und einem EMS, welches weitere steuerbare Einrichtungen steuert, ist möglich.

Wenn in einer Liegenschaft nur eine steuerbare Einrichtung vorhanden ist, kann diese direkt an die digitale Schnittstelle bzw. einem Relais der Steuerungseinrichtung angeschlossen und gesteuert werden.

Wenn möglich, ist aus technischen Gründen die Steuerung mehrerer Anlagen eines Betreibers über ein EMS zu bevorzugen, gleichwohl die finale Entscheidung beim Betreiber liegt. Die Anbindung über ein EMS vereinfacht einerseits die netzdienliche Integration für den VNB und ermöglicht gleichzeitig eine lokale Optimierung in der Liegenschaft des Betreibers. Des Weiteren können zusätzliche steuerbare Einrichtungen in der Anlage des Betreibers über ein EMS unkompliziert angebunden werden und die marktliche Steuerung wird vereinfacht. Weiterhin kann der Betreiber mit einem EMS auch Anlagen integrieren, die über keine Schnittstellen nach VDE-AR-E 2829-6-1 verfügen. Über diesen Weg kann der Betreiber in der Regel alle SteuVE und EZA für seinen Anwendungsfall (Eigenverbrauchsoptimierung, Direktvermarktung etc.) optimieren und trotzdem die Steuerbarkeit der Anlagen, die z. B. unter § 14a EnWG fallen, gewährleisten.

Ist in der Liegenschaft kein EMS vorhanden, können über eine Steuerbox oder zukünftig über ein Smart Meter Gateway (SMGW) mehrere steuerbare Einrichtungen getrennt voneinander angeschlossen und gesteuert werden. Seitens des MSB wird nur ein Netzwerkanschluss an der Steuerbox bzw. zukünftig am SMGW zur Verfügung gestellt. Wenn mehrere steuerbare Einrichtungen mit einer digitalen Schnittstelle verwendet werden sollen, muss der Betreiber für eine geeignete Netzwerkvervielfachung und dessen Betrieb Sorge tragen.

Durch die Steuerungsaufgabe, welche durch den VNB an den zuständigen MSB übermittelt wird und das Steuerungskonzept, welches sich aus den Steuerungsaufgaben ergibt, entsteht eine definierte Trennung zwischen den Marktrollen VNB und MSB.

3.1 Steuerungsaufgabe

Die Steuerungsaufgabe wird durch die technischen Eigenschaften der steuerbaren Einrichtung bestimmt, welche durch den Anlagenbetreiber oder dessen Elektroinstallateur bei der Anmeldung anzugeben sind. Der VNB teilt dem zuständigen MSB die Steuerungsaufgaben mit. Der MSB überführt diese Steuerungsaufgaben in ein Steuerungskonzept. Dafür wählt er die notwendige Steuerungstechnik aus und montiert diese beim Betreiber.

Bei der Einzelsteuerung wird der steuerbaren Einrichtung eine Steuerungsaufgabe durch den VNB zugeordnet. In einem Gebäude können mehrere Steuerungsaufgaben für einzelne steuerbare Einrichtungen vorhanden sein.

Das EMS stellt eine eigene Steuerungsaufgabe dar. Die daran angeschlossenen einzelnen steuerbaren Einrichtungen werden ausschließlich durch das EMS selbst gesteuert.

Folgende Steuerungsaufgaben können sich unter Verwendung der digitalen Schnittstelle ergeben:

I. Steuerung einer oder mehrerer steuerbarer Einrichtungen (Direktansteuerung)



II. Steuerung mittels EMS



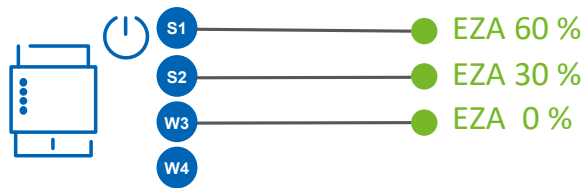
Folgende Steuerungsaufgaben können sich unter Verwendung von Relais ergeben:

III. Steuerung einer SteuVE über Einzelkontakt [Dimmen]

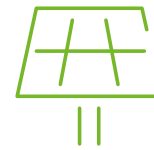


IV. Stufenweise Steuerung einer EZA [0 %, 30 %, 60 %, 100 %]

FNN Steuerbox



EZA

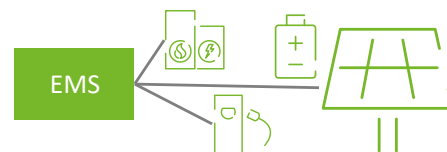


V. Steuerung eines EMS über Relais

FNN Steuerbox



steuerbare Einrichtung



3.2 Steuerungskonzept

Das Steuerungskonzept wird durch den zuständigen MSB erstellt. Dies wird definiert durch die Anzahl der Steuerungsaufgaben, die der VNB dem MSB gemeldet hat. Somit stellt das Steuerungskonzept den Anschluss bzw. die Verdrahtung der Steuerungseinrichtung resultierend aus den Steuerungsaufgaben dar.

Folgende Regeln für die Erstellung von Steuerungskonzepten gelten allgemein:

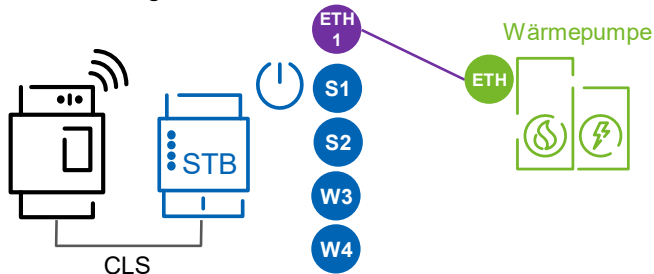
- Wenn nur eine steuerbare Einrichtung mit digitaler Schnittstelle vorhanden ist, wird diese direkt oder über eine geeignete Netzwerkvervielfachung des Betreibers an die Steuerungseinrichtung angeschlossen.
- Wenn mehrere steuerbare Einrichtungen mit einer digitalen Schnittstelle vorhanden sind, dann werden diese über eine geeignete Netzwerkvervielfachung des Betreibers an die Steuerungseinrichtung angeschlossen.
- In Kapitel 6 werden Steuerungskonzepte für die Verwendung von Relais detailliert beschrieben. Grundsätzlich gilt dabei:
 - Alle SteuVE (Ladeeinrichtung, Klimaanlage, Wärmepumpe, Speicher) sind auf Relais W4 der Steuerbox anzuschließen.
 - Alle EZA sind auf die Relais S1 = 60 %, S2 = 30 % und W3 = 0 % anzuschließen.
- Sind mehr als vier steuerbare Einrichtungen vorhanden, wird aktuell eine weitere Steuerbox benötigt. Aus Sicht der Steuerbox gilt dabei folgende Definition:

– jede SteuVE mit digitaler Schnittstelle	=	eine steuerbare Einrichtung
– jede SteuVE mit Relais	=	eine steuerbare Einrichtung
– jede EZA mit digitaler Schnittstelle	=	eine steuerbare Einrichtung
– jede EZA mit Relais	=	eine steuerbare Einrichtung
– jedes EMS mit digitaler Schnittstelle	=	eine steuerbare Einrichtung
– jedes EMS mit Relais	=	zwei steuerbare Einrichtungen

Nachfolgend sind einige **Beispiele** von Steuerungskonzepten¹ mit Nutzung einer digitalen Schnittstelle nach den oben genannten Regeln dargestellt. Beispiele für Steuerungskonzepte bei ausschließlicher Nutzung von Relais werden in Kapitel 6.2 dargestellt:²

Steuerungskonzept 1

1 SteuVE digital

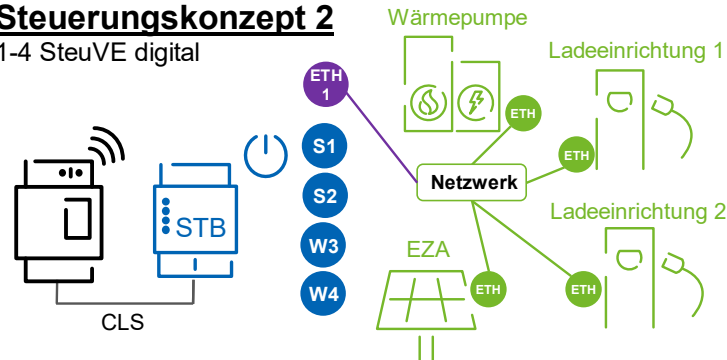


Der Betreiber hat eine SteuVE: eine Wärmepumpe mit einer digitalen Schnittstelle.

Diese wird an die digitale Schnittstelle ETH1 der Steuerbox angeschlossen.

Steuerungskonzept 2

1-4 SteuVE digital

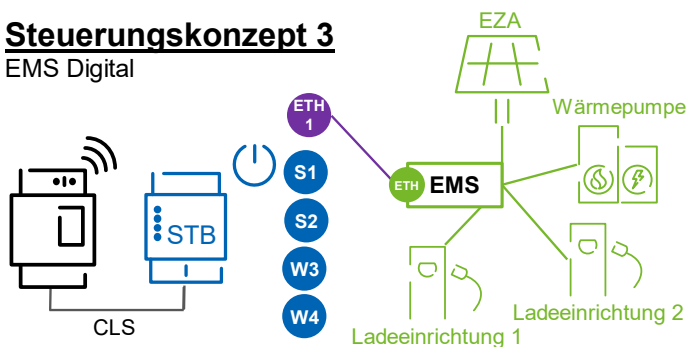


Der Betreiber hat mehrere steuerbare Einrichtungen mit digitaler Schnittstelle: eine Wärmepumpe, zwei Ladeeinrichtungen und eine EZA.

An das geeignete Netzwerk des Betreibers wird die digitale Schnittstelle ETH1 der Steuerbox angeschlossen.

Steuerungskonzept 3

EMS Digital



Der Betreiber hat ein EMS mit mehreren steuerbaren Einrichtungen: eine Wärmepumpe, zwei Ladeeinrichtungen und eine EZA.

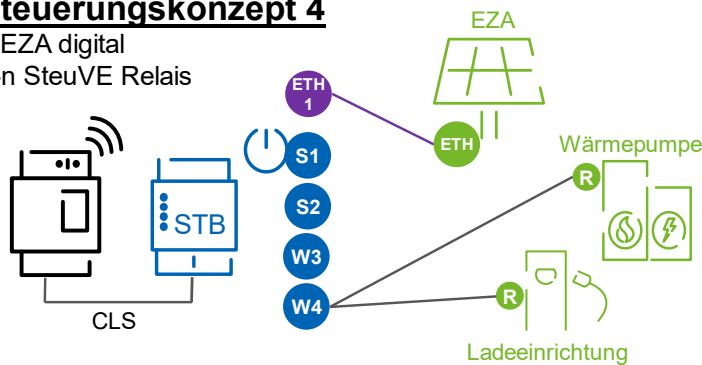
Das EMS des Betreibers wird an die digitale Schnittstelle ETH1 der Steuerbox angeschlossen.

¹ Es ist geplant, dass VDE FNN einen vollumfänglichen Katalog möglicher Steuerungskonzepte in einem separaten Dokument veröffentlicht.

² An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass gemäß der Begriffsbestimmung dieses Dokuments ein EMS ebenfalls als steuerbare Einrichtung zählt.

Steuerungskonzept 4

1 EZA digital
1-n SteuVE Relais

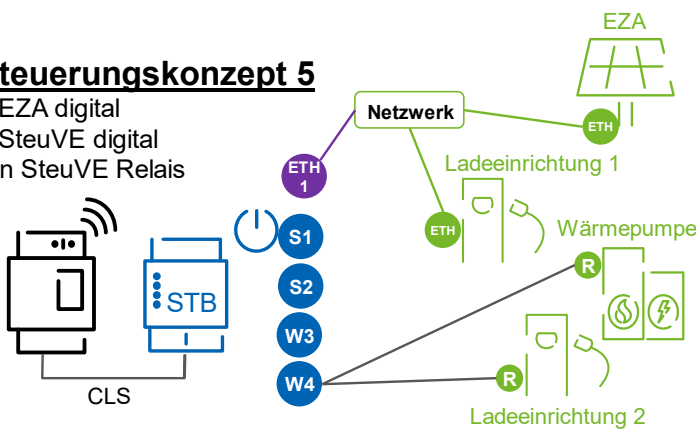


Der Betreiber hat mehrere steuerbare Einrichtungen: eine Wärmepumpe mit Relais, eine Ladereinrichtung mit Relais und eine EZA mit digitaler Schnittstelle.

Die EZA wird an die digitale Schnittstelle der Steuerbox angeschlossen und die beiden SteuVE über Relais W4.

Steuerungskonzept 5

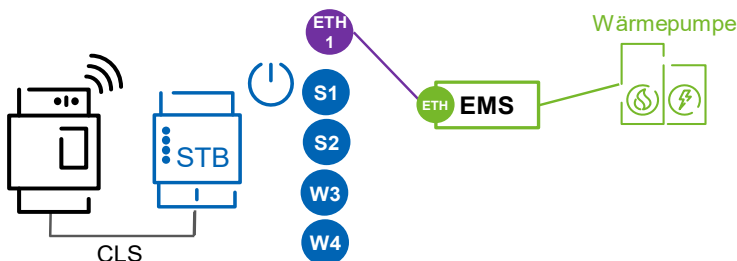
1 EZA digital
1 SteuVE digital
1-n SteuVE Relais



Der Betreiber hat mehrere steuerbare Einrichtungen: eine Wärmepumpe und eine Ladereinrichtung mit Relais sowie eine EZA und Ladereinrichtung mit digitaler Schnittstelle. An das Netzwerk des Betreibers wird die digitale Schnittstelle der Steuerbox angeschlossen. Die beiden SteuVE mit Relais werden über Relais W4 der Steuerbox angeschlossen.

Steuerungskonzept 6

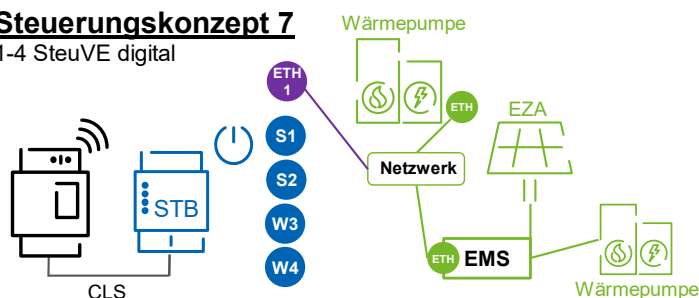
EMS Digital mit 1 SteuVE digital/Relais



Der Betreiber hat ein EMS mit einer SteuVE: eine Wärmepumpe. Das EMS des Betreibers wird an die digitale Schnittstelle ETH1 der Steuerbox angeschlossen.

Steuerungskonzept 7

1-4 SteuVE digital



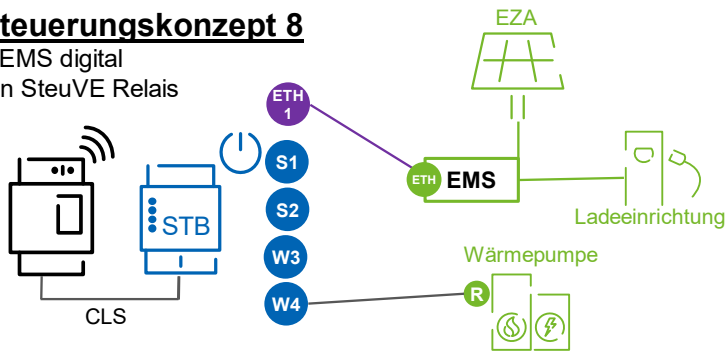
Der Betreiber hat mehrere steuerbare Einrichtungen mit digitaler Schnittstelle: eine Wärmepumpe und ein EMS, an welches eine EZA und eine weitere Wärmepumpe angeschlossen ist.

An das geeignete Netzwerk des Betreibers wird die digitale Schnittstelle ETH1 der Steuerbox angeschlossen.

Steuerungskonzept 8

1 EMS digital

1-n SteuVE Relais



Der Betreiber hat mehrere steuerbare Einrichtungen mit digitaler Schnittstelle: ein EMS mit einer Wärmepumpe und einer EZA. Zusätzlich hat der Betreiber eine SteuVE mit Relais: eine Ladeeinrichtung. Das EMS des Betreibers wird an die digitale Schnittstelle ETH1 der Steuerbox angeschlossen und die Ladeeinrichtung über Relais W4.

4 Allgemeine Anforderungen an eine standardisierte, digitale Schnittstelle

In diesem Kapitel werden die allgemeinen Kriterien und Anforderungen an eine digitale Schnittstelle zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung beschrieben. Damit sind einfache, standardisierte Anwendungen und die Interoperabilität bei Verwendung einer Steuerungseinrichtung im Zusammenspiel mit den steuerbaren Einrichtungen einer Liegenschaft sowohl auf Geräteebene vor Ort und in den nachgelagerten IT-Systemen möglich. Die allgemeinen Anforderungen in Kapitel 4 gehen zum Teil über die notwendigen Eigenschaften einer Schnittstelle im Sinne von Tenorziffer 2a hinaus. Insofern sind die allgemeinen Anforderungen in Kapitel 4 informativ zu verstehen. Die notwendigen Eigenschaften sind in Kapitel 5 beschrieben.

4.1 Grundlegende Anforderungen

Mit dem Lastenheft Steuerbox [2] bietet VDE FNN eine in mehrjähriger Zusammenarbeit von Anwendern und Herstellern entwickelte, umfangreiche Anforderungsspezifikation einer Steuerungseinrichtung, welche es ermöglicht, SteuVE und steuerbare EZA standardisiert über intelligente Messsysteme anzubinden und somit die geltenden gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen.

In Richtung der steuerbaren Einrichtung kann die Steuerbox empfangene Leistungswerte entweder über Relais ausgeben oder aber eine bidirektionale Kommunikation über eine digitale Schnittstelle verwenden. Wie auch im VDE FNN Impuls „Ausprägung der digitalen Schnittstelle an steuerbaren Einrichtungen oder an einem Energie-Management-System“ [4] erläutert, muss die Kommunikationsschnittstelle spiegelbildlich sowohl von der Steuerungseinrichtung als auch von den steuerbaren Einrichtungen des Betreibers unterstützt werden, um Interoperabilität zu erreichen.

Das Lastenheft Steuerbox enthält seit der Version 1.3 zwei Spezifikationen für die Ausprägung eines Kommunikationsstandards einer digitalen Schnittstelle: EEBUS und KNX. Die Steuerbox wandelt die relevanten Daten in das entsprechende Format zur Weitergabe an der digitalen Schnittstelle um.

Die Spezifikation der digitalen Schnittstelle definiert einheitlich sowohl die Datenstrukturen als auch die Kommunikationsdienste. Ein reines Übertragungsprotokoll wie bspw. MQTT oder auch eine reine Datenbeschreibungssprache wie bspw. XML oder JSON können daher alleine keine hinreichende Definition einer Kommunikationsschnittstelle bieten, da u. a. die inhaltliche, semantische Beschreibung der Datenstrukturen fehlt.

Die Ausprägungen der digitalen Schnittstelle sind durch die jeweilige Interessensgruppe unter Berücksichtigung der hier beschriebenen grundsätzlichen Anforderungen als Spezifikation für das Lastenheft Steuerbox erarbeitet worden. Die Integration in Form eines Anhangs im Lastenheft erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der VDE FNN Projektgruppe „Steuerbox“.

An eine digitale Schnittstelle einer Steuerungseinrichtung werden die folgend zusammengefassten und in den weiteren Kapiteln näher beschriebenen Grundsätze als Anforderungen gestellt.

Kriterien für die Ausprägung der digitalen Schnittstelle:

- Normative Standardisierung definierter Kommunikationsprotokolle, Datenstrukturen und einheitlicher Anwendungsschicht
- Verfügbarkeit, Zugänglichkeit und Aktualität der Protokoll-Spezifikationen
- Aktive Beteiligung durch Experten bei der Detailspezifikation im Kontext der vorgesehenen Verwendung

- Umsetzbarkeit der Anwendungsfälle aus den Abschnitten 4.1.1 und 4.1.2
- Inhärente Sicherheitsstandards oder Kompatibilität mit anerkannten Sicherheitsstandards (siehe Abschnitt 4.1.3)
- Interoperabilität und Möglichkeit zur Konformitätsprüfung (siehe Abschnitt 4.2)

4.1.1 Konnektivität

Die Herstellung der physischen Kommunikationsverbindung zwischen der Steuerbox und der steuerbaren Einrichtung erfolgt drahtgebunden über eine dedizierte Ethernet-Schnittstelle. Innerhalb der Kundenanlage kann mittels zusätzlicher Netzwerkkomponenten (WLAN-Bridge-/Router) auch eine Anbindung steuerbarer Einrichtungen mit drahtlosen Kommunikationsschnittstellen (z. B. WLAN) erfolgen.

Für den Aufbau einer logischen Kommunikationsverbindung MUSS die steuerbare Einrichtung eine IP-basierte Kommunikation mittels IPv4 oder IPv6 unterstützen.

Dazu eignen sich die Kombinationen verschiedener vorhandener Verfahren zur dynamischen Adresskonfiguration (DHCP oder Zero-/AutoConf), einer automatischen Auffindbarkeit von steuerbaren Einrichtungen (z. B. mDNS) und einer Beschreibung der angebotenen Dienste (z. B. mDNS-SD). Dies ermöglicht den weitgehend automatischen Aufbau einer Kommunikationsverbindung zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung.

Dazu empfiehlt VDE FNN das verwendete Identifikationsmerkmal (z. B. Seriennummer oder Name) auf der steuerbaren Einrichtung gut lesbar anzubringen. Die Inbetriebnahme wird dadurch deutlich vereinfacht, da notwendige Informationen direkt vor Ort erfasst werden können. Die VDE FNN Lastenhefte zum Basiszähler, zum SMGW und zur Steuerbox geben die Verwendung eines Data Matrix Code (2D-Barcode) vor, der die herstellerunabhängige Seriennummer als Identifikationsmerkmal zur Verfügung stellt.

Die statische Konfiguration von IP-Adressen für Geräte ist in diesem Szenario nur bedingt einsetzbar, da dieses Verfahren zusätzlichen manuellen Aufwand für die Anbindung der steuerbaren Einrichtung an die Steuerungseinrichtung bei Installation und Inbetriebnahme verursacht.

Für den Datenaustausch zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung sollten primär verbindungsorientierte Transportprotokolle (z. B. TCP) zum Einsatz kommen, da hiermit keine zusätzlichen Mechanismen, wie Reihenfolgetreue oder Zuverlässigkeit, umgesetzt werden müssen. Bei Verwendung moderner Kommunikationsprotokolle sollte die steuerbare Einrichtung die Kommunikationsrolle „Server“ und die Steuerungseinrichtung die Kommunikationsrolle „Client“ einnehmen. Es sollte darauf geachtet werden, dass diese den Aufbau einer direkten Kommunikationsverbindung unterstützen, da eine Abhängigkeit von zusätzlichen Kommunikationsinfrastrukturen (z. B. Message-Broker) eventuell die Verfügbarkeit verringert.

4.1.2 Funktionen

Die nachfolgenden Funktionen müssen bei Verwendung der digitalen Schnittstelle zur Steuerung der steuerbaren Einrichtung unterstützt werden.

4.1.2.1 Übertragung Wirkleistungslimitierung an Anlage

Die Wirkleistungslimitierung ermöglicht es, einen Leistungsgrenzwert für die steuerbare Einrichtung festzulegen. Die Wirkleistungsbegrenzung wird bei bestehender Kommunikationsverbindung von der Steuerungseinrichtung an die steuerbare Einrichtung übermittelt.

4.1.2.2 Bestätigung und Übernahme Wirkleistungslimitierung von Anlage

Die erfolgreiche Übernahme und zeitnahe physische Umsetzung der Anforderung zur Wirkleistungslimitierung durch die steuerbare Einrichtung muss bestätigt werden und wird durch die Steuerungseinrichtung im Betriebslogbuch protokolliert. Eine nicht erfolgte Bestätigung der Wirkleistungslimitierung wird ebenfalls protokolliert.

4.1.2.3 Rückmeldung des aktuellen Leistungswerts der Anlage

Die Rückmeldung des aktuellen Leistungswerts der steuerbaren Einrichtung umfasst die Möglichkeit zur Auslesung der aktuellen Wirkleistungslimitierungen (Bezug und Einspeisung) sowie den aktuellen Wirkleistungswert. Zusätzlich ist auch die Auslesung des Leistungswertes für den Netzanschlusspunkt vorgesehen.

4.1.2.4 Zyklische Verbindungsüberwachung

Die zyklische Verbindungsüberwachung stellt die verlässliche Steuerbarkeit der steuerbaren Einrichtung sicher. Darüber hinaus kann die Verbindungsüberwachung in der steuerbaren Einrichtung verwendet werden, um einen Kommunikationsausfall zur Steuerungseinrichtung festzustellen und daraufhin einen definierten, sicheren Zustand (Failsafe-Zustand) einzunehmen.

4.1.2.5 Failsafe-Funktion

Die Failsafe-Funktion stellt bei Ausfall der Kommunikationsverbindung zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung einen deterministischen Betriebszustand sicher. Dazu werden bei bestehender Kommunikationsverbindung die Failsafe-Leistungsgrenzen (Bezug und Einspeisung) und deren Dauer an die steuerbare Einrichtung übertragen. Im Failsafe-Zustand werden diese Leistungsgrenzen für die vorgegebene Dauer von der steuerbaren Einrichtung verwendet.

4.1.2.6 Standardisiertes (typisiertes) Datenmodell oder Selbstbeschreibung

Damit eine hohe Interoperabilität zwischen Steuerungseinrichtung und unterschiedlichen steuerbaren Einrichtungen sichergestellt werden kann, ist die Verwendung eines standardisierten Kommunikationsprotokolls mit einem typisierten Datenmodell unumgänglich und fördert eine einfache Inbetriebnahme. Proprietäre Protokollösungen erhöhen die Aufwände für die Herstellung der Konnektivität und Inbetriebnahme unnötig und verhindern damit die Massentauglichkeit. Die optionale Selbstbeschreibungsfähigkeit ermöglicht im Problemfall eine einfache Fehlerdiagnose.

4.1.2.7 Anlageninformationen und Anlagenstatus

Anlageninformationen und -status beziehen sich auf Daten, die dem Betrieb, der Überwachung sowie der Beschreibung einer Anlage dienen. Dabei sollen folgende Informationen von der steuerbaren Einrichtung bereitgestellt werden:

- Störung der Anlage
- Identifikation der Anlage
- Herstellerbezeichnung
- Produktbezeichnung
- Seriennummer
- Hardware-Revision
- Software-Revision

4.1.3 Sicherheit

Angesichts der immer stärkeren Bedrohung durch Angriffe auf kritische Infrastrukturen ist auch bei der kommunikativen Anbindung zwischen der Steuerbox und einer steuerbaren Einrichtung die Verwendung einer gesicherter und vertrauenswürdigen Kommunikationsverbindung unerlässlich.

Bei Verwendung von TCP als Transportprotokoll bietet sich der bereits bestehende TLS-Standard (RFC 5246) für den Aufbau gesicherter und vertrauenswürdiger Kommunikationsverbindungen an. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass TLS zum Einsatz kommt und die Anforderungen der Technischen Richtlinie TR-03116-3 des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hinsichtlich verwendeter kryptographischer Verfahren, zulässiger Schlüssellängen und empfohlener Zertifikatslaufzeiten beachtet werden. Die Verwendung von TLS entsprechend der Vorgaben des BSI ist daher die von VDE FNN präferierte Sicherheitsvariante einer digitalen Schnittstelle. Bei davon abweichenden Sicherheitsvarianten muss ein entsprechender Gleichwertigkeitsnachweis erbracht werden.

Für den Aufbau einer gesicherten und gleichzeitig vertrauenswürdigen Kommunikationsverbindung ist zusätzlich eine Authentifizierung der Kommunikationsteilnehmer notwendig, da anderenfalls weder die Steuerungseinrichtung noch die steuerbare Einrichtung sicherstellen können, mit dem gewünschten Teilnehmer zu kommunizieren.

Beim Einsatz von TLS ist die Verwendung von Kommunikationszertifikaten nach dem X.509-Standard eine gängige Methode für den Aufbau der notwendigen Vertrauensbeziehung zwischen den Kommunikationspartnern. Da bisher keine geeigneten Verfahren zum automatischen Aufbau dieser Vertrauensbeziehung zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung zur Verfügung stehen, ist eine manuelle Unterstützung beim Aufbau der initialen Vertrauensbeziehung im Rahmen der Inbetriebnahme notwendig.

Eine Möglichkeit für den manuellen Aufbau dieser Vertrauensbeziehung ist das Einbringen von eindeutigen Identifikationsmerkmalen des jeweils anderen Kommunikationspartners. Mit Hilfe dieser Identifikationsmerkmale kann dann eine halb-automatische oder automatische Identifikation und Authentifizierung der Kommunikationspartner erfolgen.

Soll eine Vertrauensbeziehung von der Steuerbox zur steuerbaren Einrichtung hergestellt werden, bietet sich die Verwendung der herstellerübergreifende Identifikationsnummer (HUID) an, da diese als Barcode auf dem Gehäuse und im eingesetzten Kommunikationszertifikat der Steuerbox verwendet wird. Da die HUID kryptographisch nicht stark mit den Kommunikationszertifikaten der Steuerbox verknüpft ist, muss der Aufbau der Vertrauensbeziehung einmalig durch eine manuelle Prüfung der HUID unterstützt werden.

Noch einfacher gestaltet sich die Herstellung der Vertrauensbeziehung, wenn bspw. das Identifikationsmerkmal der steuerbaren Einrichtung dem verwendeten Kommunikationszertifikat entspricht oder kryptografisch stark mit diesem verknüpft ist.

Damit die bei Inbetriebnahme hergestellte Vertrauensbeziehung zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung auch über den Gültigkeitszeitraum der initialen Kommunikationszertifikate hinaus erhalten bleibt, ist ein (halb-)automatischer Wechsel von Kommunikationszertifikaten dringend notwendig. Andernfalls wird bei jedem Zertifikatswechsel ein erneuter manueller Aufbau der Vertrauensbeziehung mit den damit verbundenen Personalkosten notwendig.

Dazu sollte die steuerbare Einrichtung für den Wechsel ihres Kommunikationszertifikates einen zeitlich befristeten parallelen Betrieb mehrerer Kommunikationszertifikate unterstützen. So kann die steuerbare

Einrichtung zusätzlich zum bestehenden Zertifikat ein neues Zertifikat (mit dem dazugehörigen Schlüsselpaar) erzeugen und anschließend den Wechselprozess mit der Steuerungseinrichtung anstoßen. Nachdem die Steuerungseinrichtung den Wechsel des Kommunikationszertifikates der steuerbaren Einrichtung bestätigt hat, kann die steuerbare Einrichtung das vorherige Zertifikat verwerfen und zukünftig ausschließlich das neue, bereits bestätigte Zertifikat einsetzen. Auf die gleiche Weise kann die Steuerungseinrichtung einen Wechsel ihres Kommunikationszertifikates gegenüber der steuerbaren Einrichtung durchführen.

4.2 Konformität

Für die Komponenten intelligenter Messsysteme, die in VDE FNN Lastenheften zum Basiszähler, SMGW und Steuerbox beschrieben werden, werden durch VDE FNN korrespondierende Testfallspezifikationen erarbeitet und bereitgestellt. Auf Grundlage der Testergebnisse kann ein VDE FNN MeKo-Konformitätsnachweis vergeben werden.

Die VDE FNN Testfallspezifikation Steuerbox ermöglicht die standardisierte Prüfung der Konformität zur Anforderungsspezifikation im Lastenheft Steuerbox. Jede Anforderung wird durch mindestens einen Testfall abgedeckt. Die VDE FNN Testfallspezifikation Steuerbox enthält somit Testfälle zur Konstruktion, den Funktionen und deren Umsetzung und Abbildung mit Hilfe des Kommunikationsstandards IEC 61850. Auch für die beschriebene(n) Ausprägung(en) einer digitalen Schnittstelle zur Kommunikation mit einer steuerbaren Einrichtung müssen entsprechende Testfälle vorhanden sein. Diese Testfälle werden unter Mitwirkung von Experten der jeweiligen Interessensgruppe mit der VDE FNN Projektgruppe „Steuerbox Testfälle“ erstellt.

Der Nachweis der Konformität in Bezug auf die Anforderungsspezifikation im Lastenheft schafft Vertrauen in die Qualität der Produkte und zahlt auf das übergeordnete Ziel ein, Interoperabilität und Austauschbarkeit im geräte- und systemtechnischen Umfeld zu erreichen. Ein positives Prüfergebnis der Konformitätsprüfung alleine ist jedoch – insbesondere an der digitalen Schnittstelle – noch keine hinreichende Bedingung für Interoperabilität. Denn zum einen bezieht sich die VDE FNN „Testfallspezifikation Steuerbox“, welche im Dezember 2024 veröffentlicht wurde [7], nur auf die Steuerbox, die sich in der Verantwortung des MSB befindet, und nicht auf eine steuerbare Einrichtung. Zum anderen bewegen sich die Anforderungen und folgend auch die Testfälle größtenteils auf funktionaler Ebene. Wenn auch in einigen funktionalen Testfällen implizit enthalten, ist die Prüfung der Struktur und Inhaltsdaten von Kommunikationsnachrichten kein explizites Ziel der VDE FNN Testfallspezifikation.

Es liegt in der Verantwortung der Experten der Interessensgruppe, welches den an der digitalen Schnittstelle zur Anwendung kommenden Kommunikationsstandard pflegt, diese beiden Lücken zu schließen. Protokollspezifische Testfälle können anwendungsunabhängig für alle Kommunikationspartner durchgeführt werden. Zusätzlich empfiehlt es sich, eine Möglichkeit zu schaffen, auch das funktionale Verhalten einer steuerbaren Einrichtung prüfen und bestätigen zu können, soweit es sich inhaltlich um die Verarbeitung von Nachrichten an der digitalen Schnittstelle handelt.

4.3 Weitere Aspekte für Prozesse, Installation und Einrichtung

Neben der Vereinheitlichung der Kommunikationsschnittstelle und der damit abgebildeten Funktionen ist auch ein einfacher und einheitlicher Inbetriebnahme- und Betriebsprozess notwendig. Nur dadurch wird eine hinreichende Massentauglichkeit erreicht, die eine geringe Fehlerquote bei der Inbetriebnahme und dem Betrieb sicherstellen soll. Dies steigert die Akzeptanz aller Beteiligten und ermöglicht eine schnelle Inbetriebnahme und Entstörung. Im Weiteren wird damit auch die Schulung von Monteuren, Dienstleistern und Elektrofachbetrieben vereinfacht und der Rollout beschleunigt.

Wichtige prozessuale Aspekte, nicht nur aus Sicht der VNB oder grundzuständigen MSB, werden nachfolgend aufgelistet.

Als erstes ist der Inbetriebnahmeprozess der steuerbaren Einrichtung zu nennen³. Dieser muss Plug-and-play möglich sein und durch jeden Monteur ohne spezielle Hilfsmittel wie bspw. über Browser, Bedienpanel oder Inbetriebnahmetaster ermöglicht werden. Dem Monteur des MSB müssen alle für die Einrichtung notwendigen Geräteparameter lokal an den Geräten ablesbar und für die Einrichtung in den Backend-Systemen des MSB erfassbar sein, bspw. über einen QR-Code.

Zudem ist die Prozessidentität in den Backend-Systemen von elementarer Bedeutung. Diese kann nur durch gleichartige Identifikationstechnik bei Inbetriebnahme- und Betriebsprozessen gewährleistet werden. Weiterhin soll es möglich sein, den Berechtigungsnachweis zur Anmeldung elektronisch zu erfassen (z. B. QR-Code).

Um aufwendige Entstörungsprozesse zu vermeiden, darf es dem Betreiber nicht möglich sein, die Berechtigungsnachweise im laufenden Betrieb zu verändern. Ein zertifikatsbasierter Ansatz ist zu bevorzugen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass für das Entstörungsmanagement, z. B. beim Austausch baugleicher Kundenanlagen, die notwendigen Geräteparameter dem MSB zur Verfügung gestellt werden müssen.

Grundsätzlich kann jegliche Unterstützung weiterer Standards durch den Betreiber in Form eines EMS oder von Protokollkonvertern umgesetzt werden.

Die Interoperabilität der digitalen Schnittstelle muss bei Wechsel der Steuerungseinrichtung des MSB gewährleistet sein.

Abschließend sind Versionierungs- und Updateprozesse sowie die Abwärtskompatibilität der digitalen Schnittstelle zu nennen, die sichergestellt und gewährleistet werden müssen.

³ Der Inbetriebnahmeprozess der Verbindung zwischen steuerbaren Einrichtungen (inkl. EMS) und Steuerungseinrichtungen, wie z. B. FNN Steuerboxen, wird im Rahmen einer Projektgruppe von VDE FNN erarbeitet. Das Ziel der Projektgruppe besteht in der detaillierten Beschreibung des Anschlussprozesses, um die Steuerbarkeit der Kundenanlage herzustellen und die Funktion sicherzustellen. Die Arbeit startete im Februar 2025.

4.4 Festlegung eines Mindeststandards für die digitale Schnittstelle

Aus den Rückmeldungen der Kommentierungs- und Konsultationsrunden zum aktuellen Stand der Technik, die während der Erstellung dieser VDE FNN Empfehlung durchgeführt wurden, wurde der Wunsch nach der Festlegung eines verbindlichen Mindeststandards bei der Umsetzung der digitalen Schnittstelle identifiziert. Dieser Mindeststandard soll eine effiziente Nutzung der digitalen Schnittstelle sicherstellen.

Als Mindeststandard wurde sich dabei mehrheitlich für die VDE-AR-E 2829-6-1 mit der verpflichtenden Umsetzung des EEBUS-Kommunikationsprotokolls ausgesprochen. Mindeststandard bedeutet in diesem Zusammenhang, dass eine steuerbare Einrichtung bzw. eine Steuerungseinrichtung, die eine digitale Schnittstelle für die Erfüllung der Steuerbarkeit nach § 14a EnWG oder im Sinne des EEG bereitstellt, diesen entsprechend Umfang und Ausprägung gemäß Kapitel 5 im Format EEBUS entspricht.

Folgende Gründe für die Verwendung von EEBUS als Mindeststandard entsprechend Kapitel 4 und 5 wurden identifiziert:

- Das EEBUS-Kommunikationsprotokoll steht als veröffentlichter Standard kostenfrei zur Verfügung.
- Die Anwendung und Erprobung des Kommunikationsprotokolls EEBUS zwischen Steuerungseinrichtungen und steuerbarer Einrichtungen wurde bereits in verschiedenen Förderprojekten und Reallaboren erfolgreich demonstriert.
- Der Aufbau einer sicheren Kommunikationsverbindung zwischen den EEBUS-Teilnehmern wird durch den Austausch der SKI-Werte vereinfacht und erleichtert somit wesentlich die Inbetriebnahme von Geräten im Feld.
- Durch die Gruppierung von Funktionen in passende Anwendungsfälle und der Definition dazugehöriger interoperabler Datenmodelle kann bei Verbindungsaufbau ein Abgleich der unterstützten Funktionen erfolgen.
- Am Markt kann eine zunehmende Verfügbarkeit von EEBUS sowohl in steuerbaren Einrichtungen als auch als in TR-zertifizierten Steuerungseinrichtungen beobachtet werden.
- Das BSI ist eine Standardisierungspartnerschaft mit der EEBUS Initiative e.V. eingegangen.

Aktuell arbeitet die EEBUS Initiative e.V. an der vollständigen Umsetzung der gewünschten Plug-and-play-Fähigkeit sowie der Erarbeitung eines interoperablen Konformitätsnachweises. Bei der Umsetzung der Plug-and-play-Fähigkeit ist das Ziel, die vorhandenen Inbetriebnahmeprozesse noch weiter zu vereinfachen und damit eine Reduktion der Aufwände vor Ort zu erreichen. Hinsichtlich des Konformitätsnachweises soll neben der Protokollkonformität auch ein Nachweis der funktionalen Interoperabilität der beteiligten Komponenten sichergestellt werden.

5 Ausprägung der digitalen Schnittstelle an steuerbaren Einrichtungen

Die interoperable Ausgestaltung der digitalen Schnittstelle zur Steuerung (IF_CLS_CTRL, siehe Bild 2 und Bild 3) ist von zentraler Bedeutung.

Die interoperable Ausgestaltung der Schnittstelle bringt verschiedene Vorteile mit sich:

- Verhalten und Reaktion einer steuerbaren Einrichtung sind definiert und bekannt. Dadurch wird die Interaktion zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung definiert, wodurch die Umsetzung der Steuerung wesentlich vereinfacht wird.
- Aufwand für Installation und Inbetriebnahme kann durch Harmonisierung verringert werden.
- Wechsel der Gerätetechnik werden auch bei Entstörung erleichtert.
- Planungssicherheit wird geschaffen, weil MSB, Betreiber und Hersteller sich auf eine definierte Schnittstelle einstellen können.

Da an dieser Schnittstelle üblicherweise die steuerbare Einrichtung des Betreibers an der Steuerungseinrichtung des MSB angebunden ist, stellt die Schnittstelle einen Verantwortungsübergang zwischen den beiden Beteiligten dar. Damit das Zusammenspiel der Komponenten reibungsfrei funktioniert, muss die Schnittstelle einheitlichen Vorgaben entsprechen. In diesem Kapitel wird aufbauend auf der digitalen Schnittstelle der Steuerungseinrichtung die spiegelbildliche, kompatible Schnittstelle der steuerbaren Einrichtung beschrieben.

Dieses Kapitel bezieht sich dementsprechend auf die Fälle, in denen ein klarer Verantwortungsübergang stattfindet, und definiert, wie Informationen zu Leistungslimitierungen über die Schnittstelle übertragen werden. Die Schnittstelle wird somit bis zur Applikationsschicht beschrieben. Nicht beschrieben wird die direkte Anbindung einer steuerbaren Einrichtung an die CLS-Schnittstelle des SMGW, wo ausschließlich die TLS-Proxy-Funktionalität ohne Vorgaben an das verwendete Applikationsprotokoll genutzt wird.

5.1 Übersicht Komponenten und Schnittstellen

Die Steuerungseinrichtung kann entweder als separates Gerät in Form einer FNN Steuerbox realisiert werden oder zukünftig in einem SMGW integriert sein. Die folgenden Abbildungen stellen die Optionen zur Anbindung einer steuerbaren Einrichtung oder eines EMS dar. Der Betrachtungsfokus dieses Dokuments und die Anforderungsdokumente von VDE FNN liegen auf der Schnittstelle IF_CLS_CTRL. Im Folgenden werden aber alle beteiligten Komponenten und Schnittstellen übersichtsmäßig für beide Abbildungen beschrieben. In Bild 2 und Bild 3 sind die beiden lokal beteiligten Verantwortungsbereiche gekennzeichnet und es wird deutlich, dass die Schnittstelle IF_CLS_CTRL den Verantwortungsübergang zwischen MSB und Betreiber kennzeichnet. Bild 2 und Bild 3 (insbesondere die Pfeile) verdeutlichen die logische Anbindung zwischen Steuerungseinrichtung und der steuerbaren Einrichtung (einschließlich dem EMS) und treffen keine Aussagen zum Eigentumsverhältnis der Anschlusstechnik.

In Bild 2 ist die Ausprägung der Steuerungseinrichtung als FNN Steuerbox, d. h. als separates physisches Gerät, dargestellt. Dabei können entweder eine oder mehrere steuerbare Einrichtungen angeschlossen werden oder ein EMS, das die Leistungsvorgabe in der Anlage des Betreibers entsprechend verteilt.

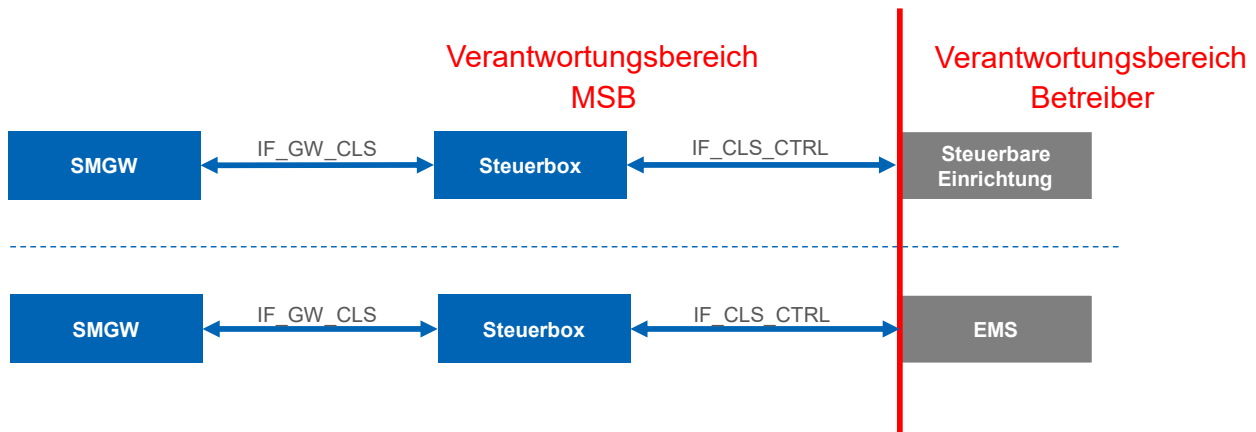


Bild 2 Logische Anbindung steuerbare Einrichtung/EMS an die FNN Steuerbox

Im Folgenden sind die einzelnen Komponenten und Schnittstellen aus Bild 2 übersichtsmäßig beschrieben:

- SMGW** SMGW entsprechend BSI Schutzprofil PP0073 und BSI Technische Richtlinie TR-03109-1, das den CLS-Kanal bereitstellt. Dazu baut das SMGW einen TLS-Kanal zum Backend-System und zur Steuerbox auf, über den die Informationen transparent weitergeleitet werden.
- IF_GW_CLS** CLS-Schnittstelle über die das SMGW die Anbindung von CLS-Komponenten ermöglicht. Die CLS-Schnittstelle wird durch die Vorgaben der BSI Technische Richtlinie TR-03109-5 definiert.
- Steuerbox** Steuerbox gemäß VDE FNN Lastenheft Steuerbox und BSI Technische Richtlinie TR-03109-5. Der vom SMGW ausgehende CLS-Kanal wird in der Steuerbox terminiert und die Steuerungsvorgaben für die Anlagen des Betreibers über IF_CLS_CTRL.
- IF_CLS_CTRL** Digitale Schnittstelle, über die Steuerungsvorgaben mit der Anlage des Betreibers ausgetauscht werden. IF_CLS_CTRL ist Gegenstand dieses Dokumentes und wird im Folgenden weitergehend beschrieben.

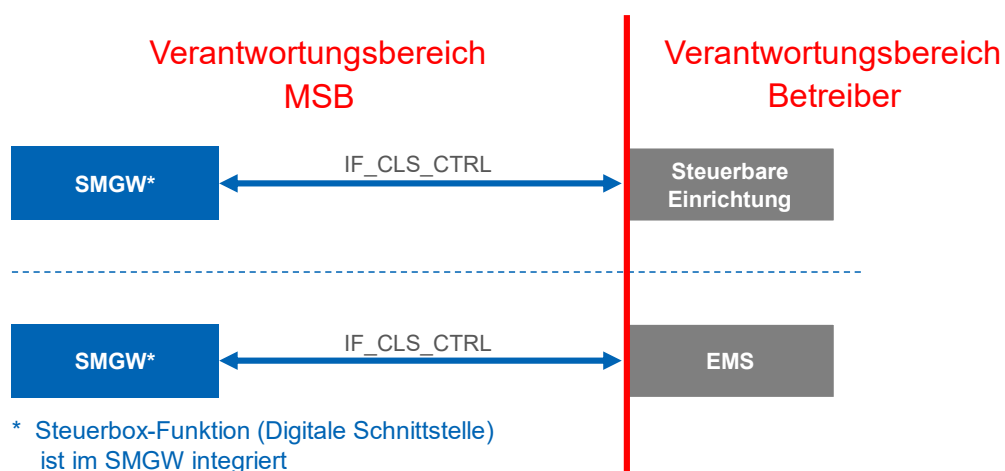


Bild 3 Logische Anbindung steuerbare Einrichtung/EMS an das SMGW mit integrierter Steuerungsschnittstelle

In Bild 3 ist die Ausprägung der Steuerungseinrichtung als integrierte Funktion im SMGW dargestellt. Diese Ausprägung wird durch die Festlegung der BNetzA BK6-22-300 vorausschauend betrachtet und soll bei der Ausarbeitung der Empfehlungen zu Tenorziffer 2a berücksichtigt werden.

SMGW	SMGW entsprechend BSI Schutzprofil PP-0073 und BSI Technische Richtlinie TR-03109-1, das die digitale Steuerungsschnittstelle bereitstellt. Diese zukünftige Entwicklung wird entsprechend der BNetzA Vorgaben in diesem Dokument antizipiert.
IF_CLS_CTRL	Entsprechend der Beschreibung zu Bild 2, aber über vorhandene physische CLS-Schnittstelle des SMGW. Das SMGW stellt damit zukünftig an dieser physischen Schnittstelle sowohl die CLS-Proxy-Funktionalität als auch die digitale Steuerungsschnittstelle zur Verfügung.

Im Folgenden wird ausführlich auf die Schnittstelle IF_CLS_CTRL, die abgebildeten Anwendungsfälle und die zu verwendenden Protokolle eingegangen.

5.2 Anwendungsfälle für Steuerungshandlungen

Das aktuelle VDE FNN Lastenheft Steuerbox definiert für die Steuerung der steuerbaren Einrichtung über die digitale Schnittstelle der Steuerungseinrichtung folgende Anwendungsfälle:

- Wirkleistungslimitierung Bezug⁴
- Wirkleistungslimitierung Einspeisung⁴
- Bereitstellung Anlagendaten

Die Anwendungsfälle Wirkleistungslimitierung Bezug und Einspeisung ermöglichen eine getrennte Limitierung der Bezugs- und Einspeiseleistung der steuerbaren Einrichtung. Das Lastenheft Steuerbox definiert dazu jeweils separat für die Bezugs- und Einspeiselimitierung eine Reihe von Steuerungsfunktionen.

Jede Steuerungsfunktion verfügt über ein oder mehrere Steuerbefehle und kann zu festen oder zyklischen Zeitpunkten ausgeführt werden. Dies versetzt den VNB in die Lage, mehrere Steuerbefehle vorab auf der Steuerungseinrichtung persistent zu hinterlegen. Die Steuerungseinrichtung führt die hinterlegten Steuerbefehle zum gewünschten Zeitpunkt unabhängig von einer Kommunikationsverbindung zum VNB autark aus. Diese Vorgehensweise ermöglicht außerdem die Steuerung einer Vielzahl von Anlagen über eine begrenzte Kommunikationsinfrastruktur.

Neben der Wirkleistungslimitierung für Bezug und Einspeisung der steuerbaren Einrichtung definiert das Lastenheft Steuerbox auch die Anwendungsfälle zur Erfassung des aktuellen Wirkleistungsbezugs bzw. der aktuellen Einspeiseleistung der steuerbaren Einrichtung oder des Netzanschlusspunktes. Zusätzlich zu den Anwendungsfällen definiert das Lastenheft Steuerbox noch folgende technische Funktionen:

- Verbindungsüberwachung
- Failsafe-Verhalten

Für die Verbindungsüberwachung muss die Steuerungseinrichtung eine bestehende Kommunikationsverbindung zur Anlage zyklisch überwachen. Wird eine Kommunikationsstörung festgestellt, muss die Steuerungseinrichtung diese protokollieren und einen zeitnahen Wiederaufbau der Kommunikations-

⁴ bezogen auf den Netzanschlusspunkt

Verbindung veranlassen. Steuerbefehle müssen während einer Kommunikationsstörung abgewiesen werden, die Nichtausführbarkeit muss für spätere Nachweiszwecke protokolliert werden.

Das Anlagenverhalten während einer Kommunikationsstörung wird durch das Failsafe-Verhalten festgelegt. Dabei überträgt die Steuerungseinrichtung bei bestehender Kommunikationsverbindung die Grenzwerte für die Anwendungsfälle Wirkleistungslimitierung Bezug und Wirkleistungslimitierung Einspeisung und die maximale Zeitdauer dieser Grenzwerte zur Anlage.

Im Falle einer Kommunikationsstörung sind die vorher übertragenen Grenzwerte von der Anlage für die festgelegte Zeitdauer einzuhalten, um ein definiertes Anlagenverhalten sicherzustellen. Sollte die Kommunikationsverbindung nicht innerhalb der vorgegebenen Zeitdauer wiederhergestellt werden, ist die Anlage nach Ablauf der Zeitdauer nicht zu einer weiteren Einhaltung der Grenzwerte verpflichtet. Sollte der Fehler im Verantwortungsbereich des Betreibers liegen, ist dieser unverzüglich abzustellen oder die Anlage anderweitig dauerhaft auf die Mindestbezugsleistung zu begrenzen.

5.3 Grundsätzliche Informationen zur Schnittstelle IF_CLS_CTRL

Die Anwendungsfälle der Digitalschnittstelle IF_CLS_CTRL sind in der Anwendungsregel VDE-AR-E 2829-6-1 festgelegt. Der technische Informationsaustausch über IF_CLS_CTRL ist dabei in Form generischer, technologieagnostischer Use Case Functions beschrieben. Die Anwendungsregel legt kein Geräte- oder System-Architekturmodell, keine Geräteeigenschaften und auch keine Verortung zu einem Gerät fest.

Folgende technische Anwendungsfälle der VDE-AR-E 2829-6-1 sind in der IF_CLS_CTRL umgesetzt:

1. Begrenzung des Bezugs („Limitation of Active Power Consumption“, LPC)
2. Begrenzung der Einspeisung („Limitation of Active Power Production“, LPP)
3. Überwachung des Bezugs der SteuVE („Monitoring of Power Consumption“, MPC)
4. Überwachung des Netzanschlusspunktes („Monitoring of Grid Connection Point“, MGCP)

Die Bezeichnungen LPC, LPP, MPC und MGCP sind Use-Case-Bezeichnungen aus VDE-AR-E 2829-6-1, die für die Limitierung des netzwirksamen Leistungsbezugs im Sinne der BNetzA-Festlegung BK6-22-300 verwendet werden.

Zur Umsetzung der Anwendungsfälle 1 und 2 – Begrenzung – stellt IF_CLS_CTRL die Unterstützung folgender Szenarien bereit:

- Übertragung einer Begrenzung für den Bezug
- Übertragung einer Begrenzung für die Einspeisung
- Übertragung eines Heartbeats
- Übertragung der Failsafe-Parameter

Dabei gilt, dass im Fall einer Störung beim Austausch des Heartbeats die steuerbare Einrichtung auf das Verhalten zurückfällt, welches zuvor als Failsafe-Verhalten übertragen wurde.

Über Anwendungsfall 3 und 4 – Überwachung – können Messwerte aus einer steuerbaren Einrichtung übertragen werden.

Bild 4 fasst die Anwendungsfälle aus der VDE-AR-E 2829-6-1 an der Schnittstelle IF_CLS_CTRL zusammen:

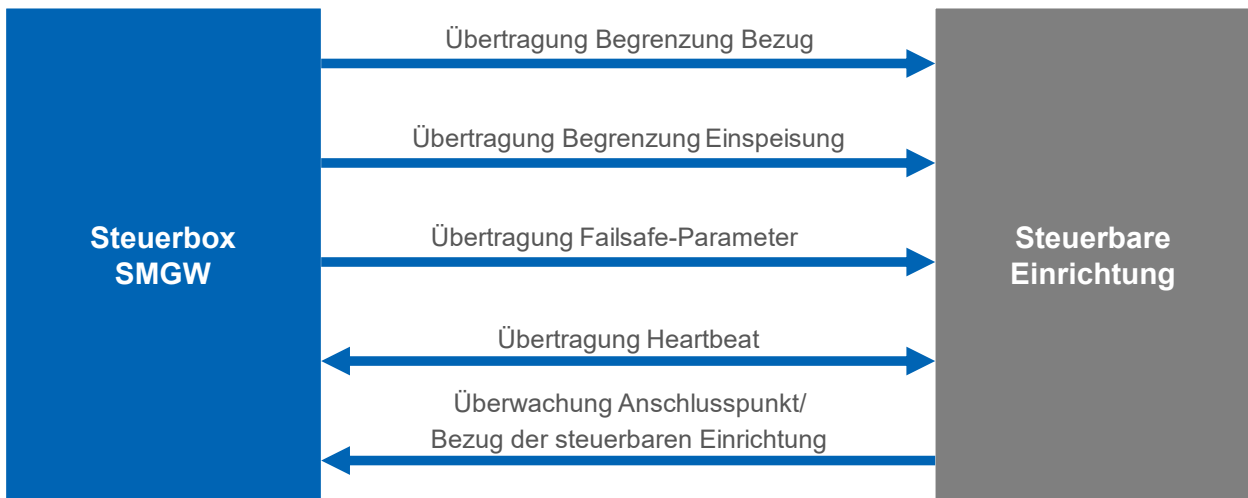


Bild 4 VDE-AR-E 2829-6-1 an der IF_CLS_CTRL

Für die Abdeckung künftiger Anforderungen kann die Liste von Anwendungsfällen und Szenarien, die in der IF_CLS_CTRL umzusetzen sind, erweitert werden.

5.4 Protokollausprägung Schnittstelle IF_CLS_CTRL als Mindeststandard EEBUS

Das VDE FNN Lastenheft Steuerbox spezifiziert eine Anlagensteuerung über die digitale Schnittstelle der Steuerungseinrichtung unter Verwendung des EEBUS-Kommunikationsprotokolls, welches in den Teilen 2, 3 und 4 der VDE-Anwendungsregeln VDE-AR-E 2829-6 spezifiziert wird.

Der Protokollstapel ist in Bild 5 dargestellt und wird im Folgenden erläutert.

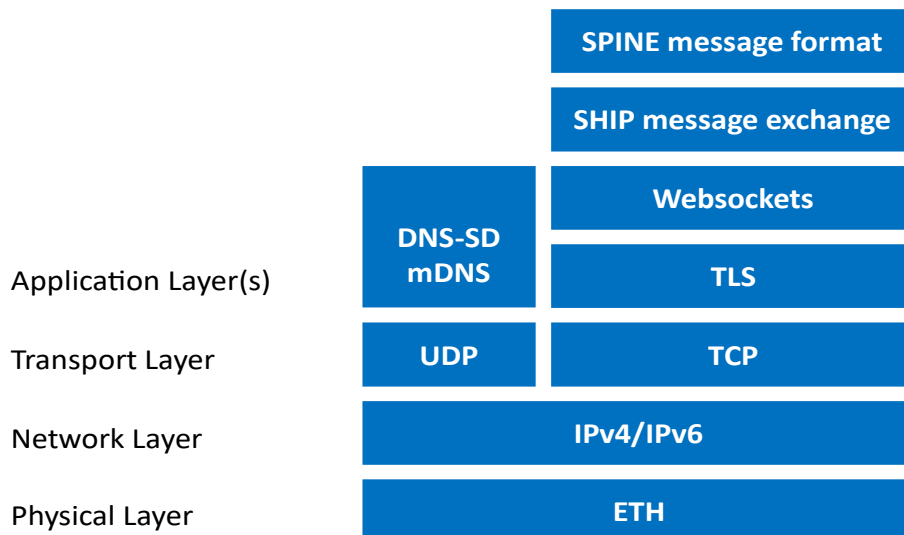


Bild 5 Protokollstapel EEBUS

Auf der untersten Kommunikationsebene erfolgt die Anbindung zwischen der Steuerungseinrichtung und der steuerbaren Einrichtung wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben. Für die Kommunikation zwischen Komponenten unterstützt EEBUS auf Netzwerkebene sowohl Internet Protocol Version 4 (IPv4), als auch Internet Protocol Version 6 (IPv6), dabei werden sowohl statische als auch dynamische IP-Adressen unterstützt. Für Kommunikationsszenarien ohne zusätzliche Infrastruktur unterstützt EEBUS auch die Autokonfiguration von IPv4- oder IPv6-Adressen.

Für das gegenseitige Auffinden von EEBUS-Komponenten wird mDNS (RFC 6762) und DNS-SD (RFC 6763) eingesetzt. Dabei veröffentlicht jede EEBUS-Komponente eine Beschreibung des nachfolgend beschriebenen SHIP-Dienstes mittels DNS-SD.

Für den Datenaustausch zwischen EEBUS-Komponenten kommt TCP als Transportprotokoll mit TLS in der Version, die durch die SHIP-Spezifikation entsprechend VDE-AR-E 2829-6 vorgegeben wird (aktuell Version 1.2), als Sicherheitsschicht und Websockets (RFC 6455) als Anwendungsprotokoll zum Einsatz. Über die Websockets-Verbindung werden Nutzdaten im JSON-Format (gemäß Smart Home IP, SHIP-Spezifikation) ausgetauscht, welches in Teil 4 der VDE-AR-E 2829-6 beschrieben wird. Teil 4 definiert zusätzlich die Anforderungen an die eingesetzten TLS-Zertifikate und den automatischen Prozess für das Update der X.509-Zertifikate im laufenden Betrieb.

Die Umsetzung der Anwendungsfälle Begrenzung Bezug/Einspeisung und Bereitstellung der Leistungsdaten erfolgt in EEBUS über Use Cases. Die einem Use Case zugehörigen Protokollnachrichten werden im SPINE-Datenmodell (Smart Premises Interoperable Neutral-Message Exchange) dargestellt, welches im Teil 3 der VDE-AR-E 2829-6 beschrieben wird.

Der Anwendungsfall „Begrenzung des Bezug“ (1.) wird mit dem EEBUS Use Case LPC abgebildet, während die „Begrenzung der Einspeisung“ (2.) mit dem EEBUS Use Case LPP umgesetzt wird. Diese EEBUS Use Cases enthalten auch die notwendigen Funktionen zur Verbindungsüberwachung (Heartbeat), für das Failsafe-Verhalten und für die Bestätigung eines erfolgreich umgesetzten Steuerbefehls. Die zusätzlichen EEBUS Use Cases MPC und MGCP stellen die Leistungsdaten einer steuerbaren Einrichtung (3.) oder des Netzanschlusspunktes (4.) zur Verfügung.

6 Ausprägung einer einheitlichen Schnittstelle bei Nutzung von Relais einer FNN Steuerbox

Mit dem VDE FNN Impuls „Ausprägung einer einheitlichen Schnittstelle an einer steuerbaren Einrichtung oder einem Energie-Management-Systems zur Anbindung an eine FNN Steuerbox“ [6] wurde ein Vorschlag zur Ausgestaltung einer einheitlichen Schnittstelle mittels jeweils zwei Relais für steuerbare Einrichtungen (FNN-2bit) gemacht. Durch die eingegangenen Kommentare und Rückmeldungen zu diesem VDE FNN Impuls wurde der Wunsch nach Einfachheit und Beachtung bereits etablierter Lösungen geäußert. Daher findet die FNN-2bit-Lösung keine Berücksichtigung.

Die Ansteuerung von Relais wird daher einheitlich wie folgt angewendet:

SteuVE: Ein Relais mit der Wertigkeit „gedimmt“, wenn aktiviert und „Freigabe“ (uneingeschränkter Betrieb), wenn deaktiviert

Relais W4	SteuVE
0	Freigabe (uneingeschränkter Betrieb)
1	Einhaltung des zugesicherten netzwirksamen Leistungsbezuges nach § 14a EnWG

EZA: Drei Relais für die Leistungsstufen 60 %, 30 % und 0 %

Relais S1	Relais S2	Relais W3	Einspeisung
0	0	0	100 %
1	0	0	60 %
0	1	0	30 %
0	0	1	0 %

Mit dieser Verwendung der Relais können Bestandsanlagen ohne umfangreiche Umrüstungen eingebunden und gesteuert werden.

Eine Steuerbox mit vier Relais kann somit für die Steuerung einer EZA und einer SteuVE verwendet werden.

6.1 Grundsteuerungskonzept bei Verwendung von Relais

Folgendes Steuerungskonzept (Bild 6) wird als Grundsteuerungskonzept für die einheitliche Anwendung mit einer Steuerbox empfohlen:

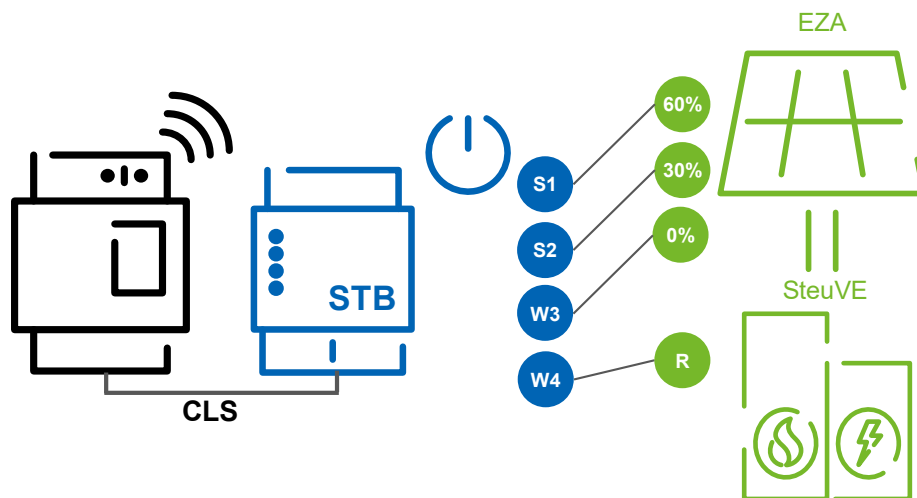


Bild 6 Grundsteuerungskonzept für die Anbindung steuerbarer Einrichtungen an eine FNN Steuerbox

Mit diesem Grundsteuerungskonzept können alle steuerbaren Einrichtungen, die über Relais gesteuert sind, an eine Steuerungseinrichtung angeschlossen werden.

- Alle SteuVE mit „Einzelkontakt“ werden über Relais W4 der Steuerbox angeschlossen
- Alle EZA mit „Stufensteuerung“ [100 %, 60 %, 30 %, 0 %] werden über die Relais S1=60 %, S2=30 %, W3=0 % an die Steuerbox angeschlossen. Wenn kein Relais S1, S2, W3 angesteuert wird, ist die EZA auf 100% freigegeben.
- Alle EZA mit „Einzelkontakt“ [0%, 100%] werden über Relais W3 an die Steuerbox angeschlossen, ist das Relais W3 geschlossen wird, die EZA auf 0% gesenkt und ist W3 offen, ist die EZA auf „100 %“ freigegeben.

Beim Anschluss steuerbarer Einrichtungen über Relais ist auf eine fachgerechte Ausführung und Dimensionierung zu achten. Insbesondere Rückwirkungen auf die Steuerbox sind zu vermeiden.

Das Grundsteuerungskonzept hat folgende Vorteile:

- Einfache Verdrahtung der Kundenanlage mit der Steuerbox des MSB durch eine einheitliche Relais-Zuordnung (W4 für SteuVE und S1, S2, W3 für EZA).
- Vermeidung von Fehlern bei der Verdrahtung der Kundenanlage mit der Steuerbox, weil nur ein Grundsteuerungskonzept vorhanden ist.
- Bestandsanlagen können einfach angeschlossen werden.
- Elektroinstallateure müssen nur ein Steuerungskonzept anwenden, welches in jedem Verteilnetz identisch ist. Dadurch besteht weniger Schulungsbedarf.
- Basis für ein bundesweit einheitliches Steuerungskonzept für alle VNB und MSB.
- Weniger Platzbedarf im Zählerschrank. Dies kann zu Einsparungen beim Betreiber führen, da kostspielige Umrüstungen nicht notwendig sind.

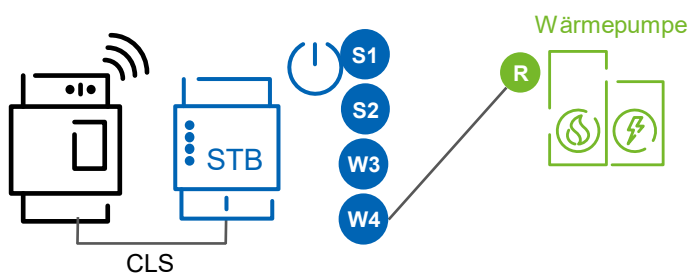
6.2 Anwendungsbeispiele

In diesem Abschnitt sind Beispiele⁵ dargestellt, wie steuerbare Einrichtungen an die Steuerbox angeschlossen werden.⁶

Dabei ist zu erkennen, dass bei einer Erweiterung keine Änderung bei der Verdrahtung erfolgt und die Zuordnung immer dieselbe ist: SteuVE auf W4 und EZA mit Stufensteuerung auf S1, S2, W3 bzw. bei EZA mit Einzelkontakt nur W3.

Steuerungskonzept A

1 SteuVE

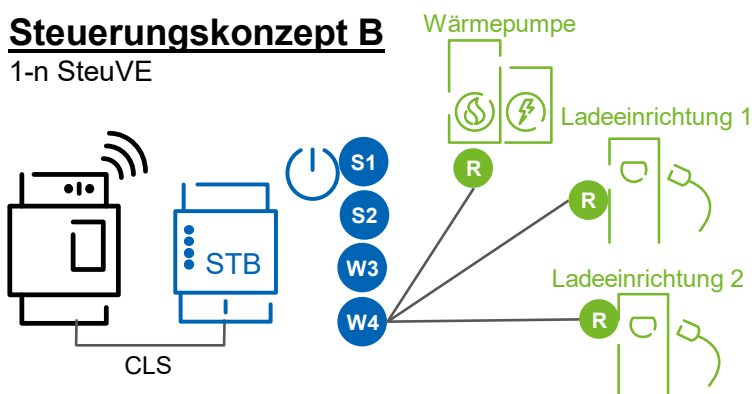


Der Betreiber hat eine SteuVE:
eine Wärmepumpe

Diese wird über Relais W4 der
Steuerbox angeschlossen.

Steuerungskonzept B

1-n SteuVE

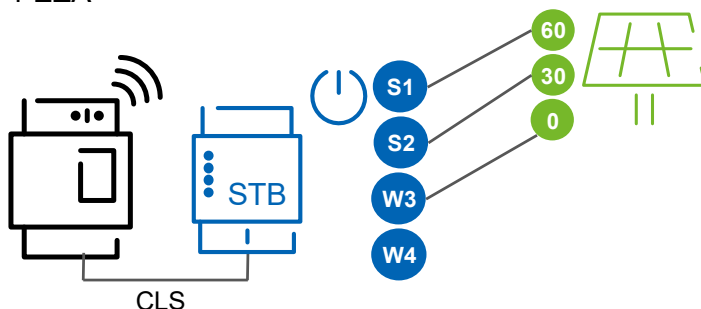


Der Betreiber hat mehrere SteuVE:
eine Wärmepumpe und zwei
Ladeeinrichtungen.

Alle SteuVE werden über Relais W4
der Steuerbox angeschlossen.

Steuerungskonzept C

1 EZA



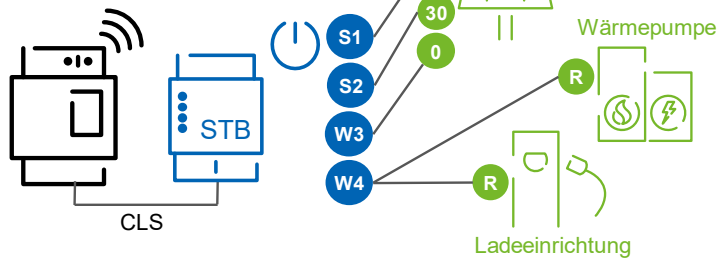
Der Betreiber hat eine EZA, welche
stufenweise 0 %, 30 %, 60 %,
100 % gesteuert werden kann.
Diese wird über die Relais S1=60 %,
S2=30 % und W3=0 %
angeschlossen.

⁵ Es ist geplant, dass VDE FNN einen vollumfänglichen Katalog möglicher Steuerungskonzepte in einem separaten Dokument veröffentlicht.

⁶ An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass gemäß der Begriffsbestimmung dieses Dokuments ein EMS ebenfalls als steuerbare Einrichtung zählt.

Steuerungskonzept D

1 EZA
1-n SteuVE

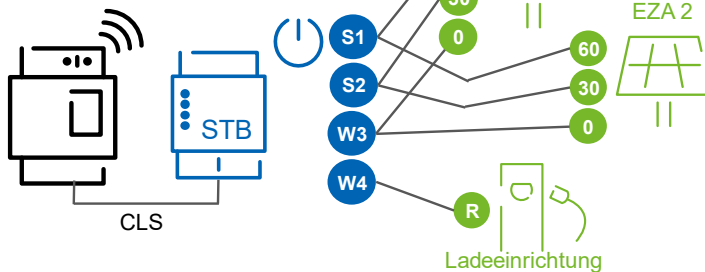


Der Betreiber hat zwei SteuVE: eine Wärmepumpe und eine Ladeeinrichtung. Diese werden über Relais W4 der Steuerbox angeschlossen.

Des Weiteren hat der Betreiber eine EZA, welche stufenweise 0 %, 30 %, 60 %, 100 % gesteuert werden kann. Diese wird über die Relais S1=60 %, S2=30 % und W3=0 % angeschlossen.

Steuerungskonzept E

2 EZA
1-n SteuVE

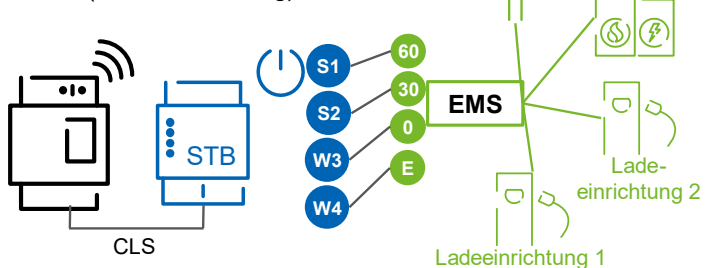


Der Betreiber hat eine SteuVE: eine Ladeeinrichtung. Diese wird über Relais W4 angeschlossen.

Des Weiteren hat der Betreiber zwei EZA, welche stufenweise 0 %, 30 %, 60 %, 100 % gesteuert werden können. Diese werden über die Relais S1=60 %, S2=30 % und W3=0 %

Steuerungskonzept F

EMS (Relais-Steuerung)



Der Betreiber hat ein EMS, welches über Relais angesteuert wird. Das EMS steuert drei SteuVE und eine EZA.

An dem EMS wird Relais W4 für die Dimmung der SteuVE genutzt und Relais S1=60 %, S2=30 % und W3=0 % für die stufenweise Steuerung der EZA verwendet.

Anmerkung: Für alle SteuVE, die mittels eines EMS angesteuert werden, ist die Mindestbezugsleistung unter Berücksichtigung eines angemessenen Gleichzeitigkeitsfaktors zu ermitteln. Diese Mindestbezugsleistung muss durch den Anlagenbetreiber in das EMS parametrisiert werden. Die Berechnung der Mindestbezugsleistung wird in der Anlage 1 der BNetzA-Festlegung BK6-22-300 vorgegeben und im VDE FNN Hinweis „Netzbetrieb mit Flexibilitäten“ [8] umfassend erläutert.

Zusammenfassend sollen die Anwendungsbeispiele verdeutlichen, dass unter Nutzung des Grundsteuerungskonzepts jede Kombination aus SteuVE und EZA, welche über Relais gesteuert werden, an eine Steuerbox angeschlossen werden kann.

7 VDE FNN Empfehlung

Grundlage für die Empfehlung der Netzbetreiber zum Stand der Technik zur Tenorziffer 2a der BNetzA-Festlegung BK6-22-300 bildet das aktuell gültige VDE FNN Lastenheft Steuerbox, Version 1.4, von August 2024.

Die Anbindung steuerbarer Einrichtungen an eine Steuerungseinrichtung ist gemäß VDE FNN Lastenheft Steuerbox entweder über Relais oder über die digitale Schnittstelle möglich. Hinsichtlich der Zulässigkeit der Nutzung bestimmter Schnittstellen sind die aktuell gültigen Regelungen der VDE-AR-N 4100 zu beachten.

Grundsätzlich wird die Anbindung per digitaler Schnittstelle aufgrund der in Kapitel 2 aufgezeigten Vorteile und Perspektiven als Zielbild gesehen. Falls in einer Übergangszeit auch die Verwendung von Relais erforderlich ist, so wird empfohlen, das beschriebene Grundsteuerungskonzept (siehe Kapitel 6) zu verwenden. Die in Kapitel 3.2 und 6.2 dargestellten Beispiele für Steuerungskonzepte haben dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit.⁷

Für die Ausgestaltung der digitalen Schnittstelle zwischen Steuerungseinrichtung und steuerbarer Einrichtung müssen im energiewirtschaftlichen Kontext standardisierte Protokolle verwendet werden, wie sie in diesem Dokument und im VDE FNN Lastenheft Steuerbox beschrieben sind. Die Ausprägung einer digitalen Schnittstelle lässt sich aber nicht allein auf eine Protokoll- oder Normbezeichnung reduzieren. Die in Kapitel 4 genannten allgemeinen Anforderungen dienen als Referenz und Maßstab und stellen die im energiewirtschaftlichen Kontext erforderlichen Grundlagen dar.

Bei der Erarbeitung der Empfehlung zu Tenorziffer 2a muss zwischen der Vielzahl am Markt verfügbarer Protokolle und der Beherrschbarkeit in der praktischen Verwendung abgewogen werden. Basierend auf den eingegangenen Rückmeldung der Konsultation durch die BNetzA zum VDE FNN Hinweis aus Oktober 2024 besteht die einstimmige Forderung, für die Digitalisierung der Steuerung im Verteilnetz zwischen VNB, MSB und Betreibern von steuerbaren Einrichtungen einen bundesweit einheitlichen Mindeststandard zu verwenden. Die Notwendigkeit wurde in Kapitel 2.2 umfassend erläutert. Wie in Kapitel 4.4 dargelegt wird die Ausprägung der digitalen Schnittstelle nach Kapitel 5.3 und 5.4 im Format EEBUS als Mindeststandard festgelegt.

Zusammenfassend bildet die Festlegung auf den Mindeststandard im Format EEBUS für die digitale Schnittstelle die Grundlage für die skalierbare und erfolgreiche Integration von SteuVE und steuerbaren EZA ins Energiesystem. Zeitgleich werden weitere Komplexitäts- und Kostensteigerungen im Massenprozess vermieden.

⁷ Es ist geplant, dass VDE FNN einen vollumfänglichen Katalog möglicher Steuerungskonzepte in einem separaten Dokument veröffentlicht.

8 Weiteres Vorgehen

Mit fortschreitender, praktisch gesammelter Erfahrung müssen die in diesem VDE FNN Hinweis genannten Empfehlungen überprüft werden. Dem wird auch im Beschluss BK6-22-300 der BNetzA zur Tenorziffer 2 Rechnung getragen, wonach die Empfehlungen „mindestens alle 3 Jahre durch die Netzbetreiber nach dem Stand der Technik zu überprüfen, erforderlichenfalls zu aktualisieren und der Bundesnetzagentur vorzulegen“ sind.

9 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesnetzagentur, Beschlusskammer 6, „Festlegungsverfahren zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz (BK6-22-300)“, 27. November 2023. [Online]. Verfügbar: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2022/BK6-22-300/BK6-22-300_Beschluss.html?nn=801456. [Zugriff im Februar 2025].
- [2] VDE FNN, „Lastenheft Steuerbox: Funktionale und konstruktive Merkmale, Version 1.4,“ August 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde-verlag.de/books/636412/lastenheft-steuerbox.html>. [Zugriff im Februar 2025].
- [3] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, „Technische Richtlinie BSI TR-03109-5 Kommunikationsadapter, Version 1.0,“ 24. November 2023. [Online]. Verfügbar: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/TechnischeRichtlinien/TR03109/TR-03109-5_Kommunikationsadapter.pdf?__blob=publicationFile&v=8. [Zugriff im Februar 2025].
- [4] VDE FNN, „Impuls "Ausprägung der digitalen Schnittstelle an einer steuerbaren Einrichtung oder an einem Energie-Management-System",“ Januar 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/resource/blob/2292786/5d38acc5ab02ad04df7cab8a64f1f63/impuls--digitale-schnittstelle-data.pdf>. [Zugriff im Februar 2025].
- [5] VDE FNN, „Lastenheft Steuerbox: Funktionale und konstruktive Merkmale, Version 1.3,“ Juli 2021.
- [6] VDE FNN, „Impuls "Ausprägung einer einheitlichen Schnittstelle an einer steuerbaren Einrichtung oder einem Energie-Management-System zur Anbindung an eine FNN Steuerbox",“ Januar 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/resource/blob/2292788/356cc00feecf8a994e2977b4cb03ee70/impuls--relaisbelegung-data.pdf>. [Zugriff im Februar 2025].
- [7] VDE FNN, „Hinweis "Testfallspezifikation Steuerbox: Funktionale und konstruktive Merkmale", Version 1.0,“ September 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/de/fnn/aktuelles/testfaelle-fuer-die-fnn-steuerbox>. [Zugriff im Februar 2025].
- [8] VDE FNN, „Hinweis "Netzbetrieb mit Flexibilitäten: Umgang mit der kurativen Steuerung über iMSys und Ausblick auf mögliche vorausschauende Steuerungsmaßnahmen",“ April 2024. [Online]. Verfügbar: <https://www.vde.com/de/fnn/aktuelles/netzorientierte-steuerung-richtig-umsetzen>. [Zugriff im Februar 2025].

VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.

Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN)
Bismarckstraße 33
10625 Berlin
Tel. +49 30 383868-70
fnn@vde.com
www.vde.com/fnn