

Typ 5 (Fieldbus Foundation High Speed Ethernet)

bearbeitet von Dr. Manfred Patz, Softing GmbH

1 Einleitung

1.1 Anwendungs-Übersicht

High Speed Ethernet (HSE) bietet Spezifikationen für ein kostengünstiges, anlagenweites Hochgeschwindigkeitsnetz für die Prozessautomation mit kommerziell verbreiteter Ethernet-Standard-(COTS-)Hard- und Software (siehe Abb. 1) HSE wird mit 100 Mbit/s betrieben und ist für den Einsatz in der verfahrenstechnischen Automation bestimmt, dient aber auch zur Informationsintegration in die Produktionsleitebene und in MIS-Systeme.

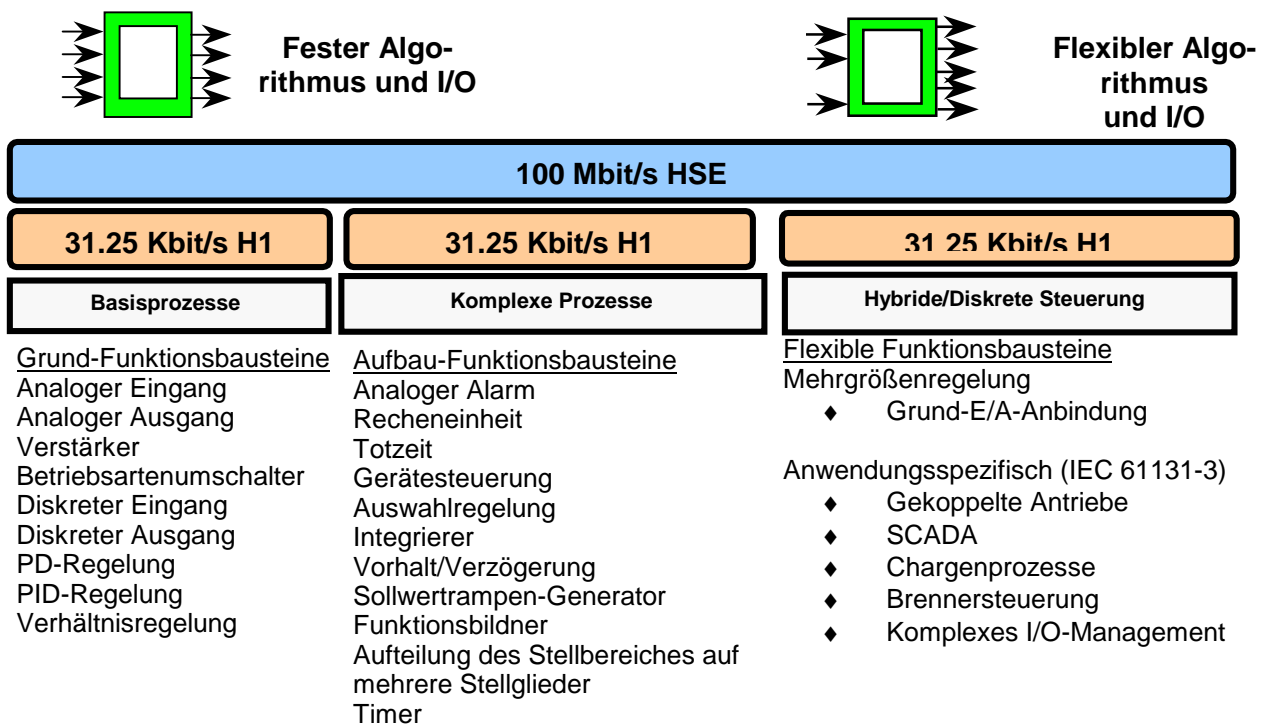


Abb. 1: HSE-Anwendungen (Übersicht)

1.2 Übersicht über die Kommunikationsarchitektur

Die HSE-Architektur verwendet Ethernet-Standardprotokolle (z.B. TCP/IP, DHCP, SNMP, SNMP) und die H1 Foundation™ Fieldbus-Standardschnittstelle(n) (s. **Abb. 2**). Wenn die H1-Schnittstelle vorhanden ist, ermöglicht eine Brückenfunktion es den H1-Geräten, auf gleicher Ebene miteinander zu kommunizieren, ohne dass ein Hostsystem zwischengeschaltet werden muss. Der Field Device Access Agent stellt die Protokollunterstützung und die Dienste für die Benutzeranwendung zur Verfügung. Verschiedene Management Information Bases (MIBs) werden benutzt, um das sog. Ethernet "presence" Netzwerk und das Systemmanagement (NMIB, SMIB), die H1-H1 Bridgesowie den sog "function block application process (FBAP)" zu realisieren.

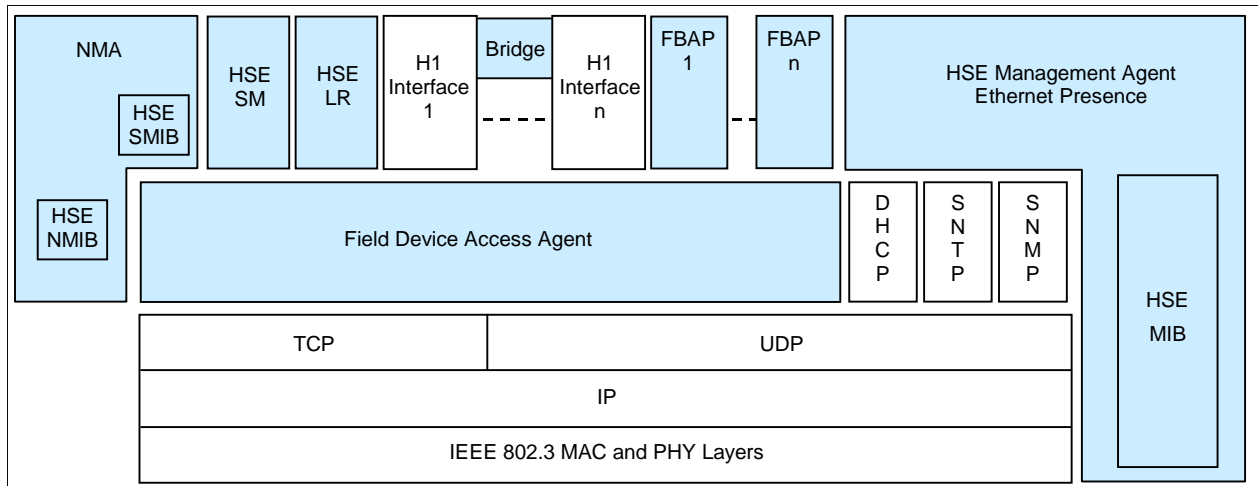


Abb. 2 – HSE-Kommunikationsarchitektur

Das Ethernet Presence ist eine Menge von Kommunikationsprotokollen, die in jedem HSE-Gerät vorhanden ist, um:

- verbindungsorientierte und verbindungslose Kommunikationsdienste innerhalb von HSE-Geräten zu ermöglichen,
- den Mechanismus zur Konfiguration von Parametern zu unterstützen, die den Betrieb der Protokolle im Ethernet Presence beeinflussen,
- die Verteilung und die Aufzeichnung der Netzzuhrzeit zu unterstützen,
- die Erfassung statistischer Informationen durch externe Geräte im Hinblick auf laufende Vorgänge in den Ethernet Presence-Protokollen zu unterstützen.

Die Hauptkomponenten des Ethernet Presence sind:

- eine Menge von Internet-Protokollen, welche die vier unteren Schichten des ISO-Basisreferenzmodells implementieren: die physikalische Übertragungsschicht, die Data Link-, Network- und Transportschicht.
- der High Speed Ethernet Management Agent
- die High Speed Ethernet Management Information Base (HSE MIB).

Die Hauptfunktionen des Ethernet Presence sind:

- Datentransfer über den Ethernet Stack
- die Verwaltung verbindungsorientierter und verbindungsloser Kommunikationsdienste. Dies beinhaltet auch die laufende Wartung dieser Dienste.
- die Verwaltung der Inbetriebnahme und Initialisierung von Ethernet Presence
- die Aktualisierung der Netzzuhrzeit
- die Aktualisierung der HSE MIB-Informationen
- die Bereitstellung eines externen Zugangs zu den HSE MIB-Informationen.

1.3 HSE-Geräte und Topologie

HSE verwendet für die Netz-Infrastruktur kommerziell verbreitete Ethernet-Betriebsmittel wie z.B. Schalter, Router, Steckverbinder, Drähte und faseroptische Medien (s. Abb. 3). Ein Verknüpfungsgerät (= Linking Device) verbindet H1-Feldbussegmente lokal miteinander über eine integrierte Brücke oder über Field Device Access (FDA)-Dienste. H1-Geräte an einem Verknüpfungsgerät kommunizieren mit H1-Geräten an anderen Verknüpfungsgeräten direkt über HSE. Der Host kommuniziert mit Verknüpfungsgeräten und Ethernet-Feldgeräten. Funktionsbausteine in einem HSE- oder Verknüpfungsgerät stellen die Gateway-Funktion bereit, die erforderlich ist, um andere Anlagensteuerungs- und I/O-Netze in HSE zu integrieren.

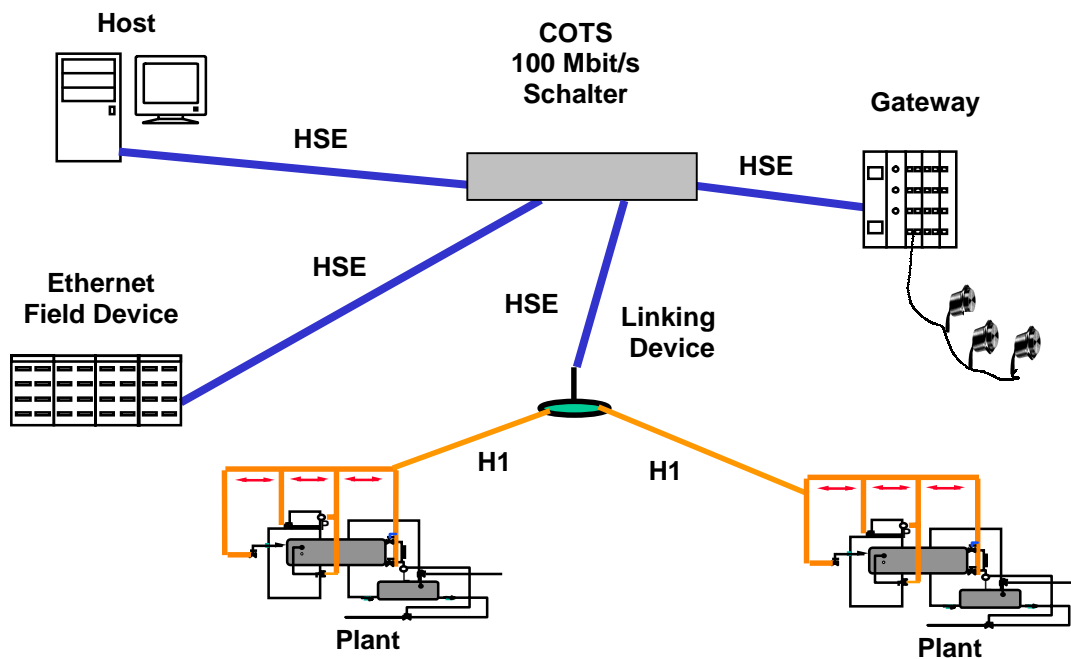


Abb. 3: HSE-Geräte und -Topologie

2 HSE-Gerät

2.1 Hosts und HSE Gerätearten

Abb. 5 stellt einen Hostrechner und drei Arten von HSE-Geräten dar. Die FDA-Agenten in den HSE-Geräten sorgen für den Zugang zu SMK und zu FBAP Virtual Field Devices (VFD) sowie zum Network Management-Agenten (NMA) VFD. Außerdem stellen sie der LAN Redundancy Entity (LRE) in jedem einzelnen Gerät die Möglichkeit der Nachrichtenübermittlung bereit.

Das NMA VFD ermöglicht den Zugang zum NMIB und zum SMIB des Geräts. Hostrechner kommunizieren mit den FDA-Agenten in HSE-Geräten mit Hilfe von FDA-Nachrichten.

Im Allgemeinen bietet der FDA-Agent Zugang zu jeder Art von FF VFD. Diese drei Gerätearten sind typisch für Gerätestrukturen. Eine Implementierung kann jede beliebige Kombination dieser Gerätefunktionen liefern; z.B. kann eine Geräteimplementierung sowohl ein Verknüpfungsgerät als auch HSE-Feldgeräte-Komponenten enthalten.

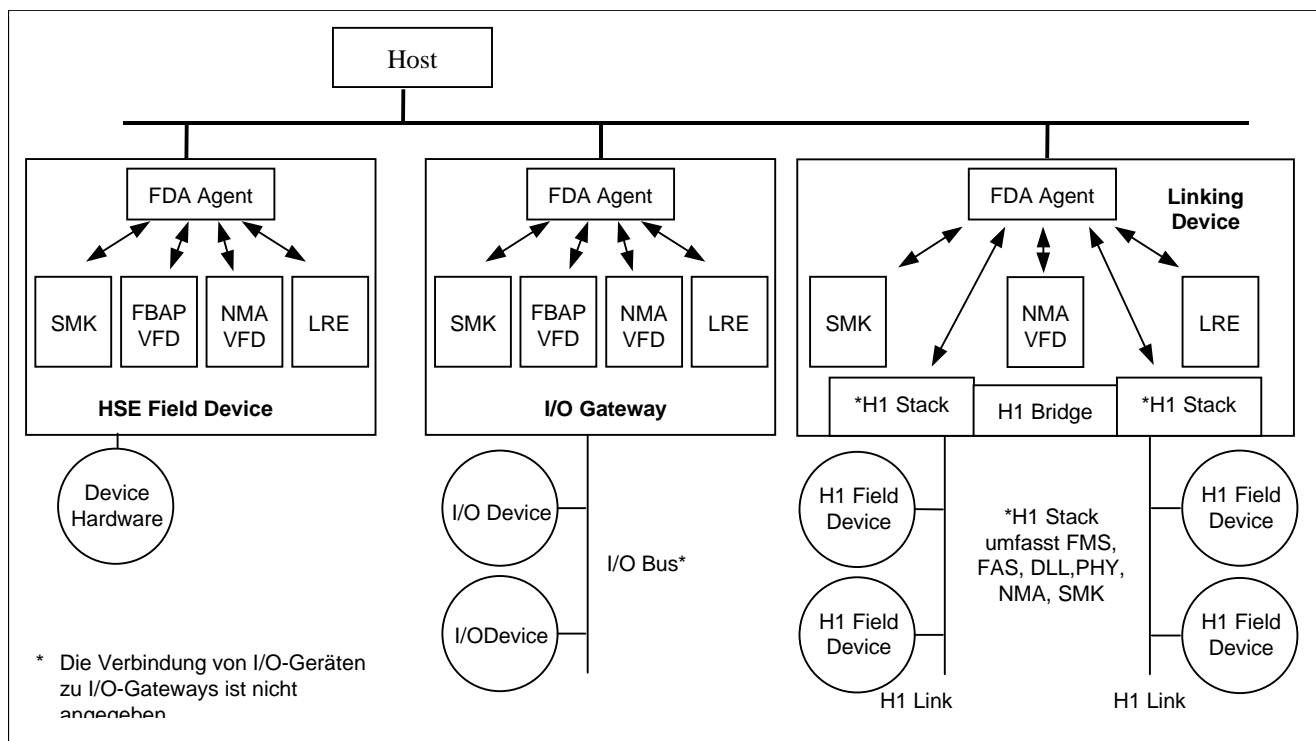


Abb. 5 – Gerätetypen, die FDA-Agenten enthalten

Geräteart	Aufgabe des FDA-Agenten
Host	Die Hostrechner sind Geräte in einem HSE-Netz, die selbst keine NMA- oder FBAP-VFDs haben, aber mit Geräten kommunizieren, die diese enthalten. Sie melden sich nicht im HSE-Netz an und werden auch nicht von der HSE-Konfigurationsanwendung konfiguriert. Manche Hostrechner verfügen jedoch über ein NMA VFD und melden sich im HSE-Netz zwecks LAN-Redundanz an. Diese Hostrechner werden als LAN-redundanzfähige Hosts bezeichnet.
HSE Field Device	Das HSE-Feldgerät ist das Gegenstück zum H1-Feldgerät im HSE-Netz. Der FDA-Agent bietet UDP/TCP-Zugang zu FBAP VFDs im HSE-Feldgeräte
Foreign I/O Gateway	Das I/O-Gateway bietet Nicht-FF-I/O-Bussen UDP/TCP-Zugang. FBAP VFDs in I/O-Gateways bilden Nicht-FF-I/O auf Funktionsbausteine ab. Diese Abbildung unterscheidet ein I/O-Gateway von einem Verknüpfungsgerät und anderen HSE-Feldgeräten. Der FDA-Agent bietet UDP/TCP-Zugang zu den FBAP VFDs in diesen Geräten.

Linking-Device (= Verknüpfungsgerät)	Das Verknüpfungsgerät bietet UDP/TCP-Zugang zu FF H1-Feldgerät . Über den FF H1 Stack bietet der FDA-Agent Zugang zu VFDs in H1-Feldgeräten. Jeder H1 Stack besteht aus den H1-Schichtprotokollen, einem H1 SMK und einem H1 NMA. Wichtig ist, dass eine Implementierung entweder für jede H1-Schnittstelle eigene FMS- und FAS-Einheiten oder jeweils eine FMS- und FAS-Einheit bieten kann, die alle H1-Schnittstellen umfassen. Ebenso kann es eine integrierte DLL-Einheit mit einer Brücke oder mehrere DLL-Einheiten geben, die durch eine Brückeneinheit verbunden sind. Andere Implementierungstechniken sind ebenfalls möglich.
---	--

2.2 Externe Interaktionen des FDA-Agenten

Die folgende Abbildung (Abb. 6) zeigt die Interaktionen zwischen dem FDA-Agenten und Host-Anwendungen sowie anderen FDA-Agenten über UDP/TCP.

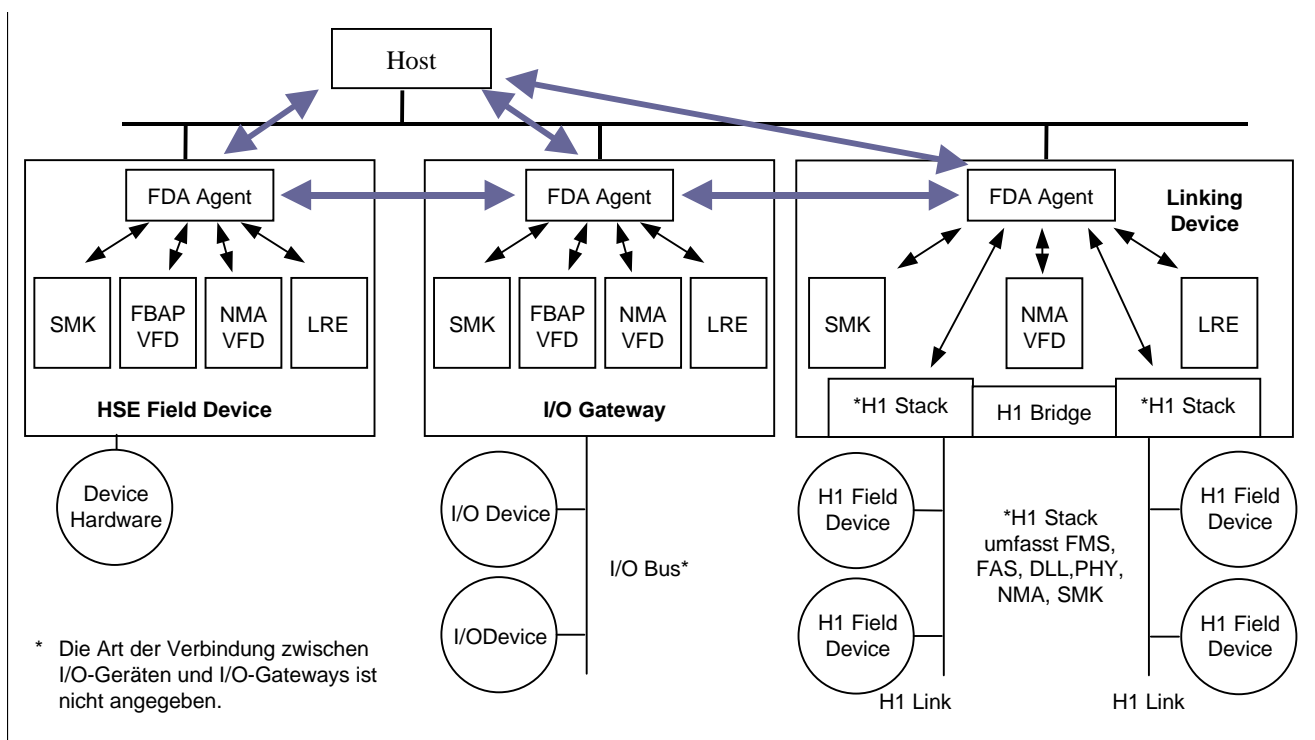


Abb. 6 – Externe Interaktionen des FDA-Agenten

Nachricht	Interaktion	Beschreibung
SM	Gerätemeldung und – zuweisung	Alle HSE-Geräte melden sich, indem sie in regelmäßigen Abständen SM-Gerätemeldungsnachrichten an die reservierte SM Multicast IP-Adresse / den reservierten UDP-Meldeport versenden. Verknüpfungsgeräte enthalten außerdem die Versionsnummern der Live-Liste der mit ihnen verbundenen H1-Links, so dass Konfigurationsanwendungen Änderungen der H1 Live-Listen feststellen können. Die Meldungsnachricht gibt das Gerät sowie Parameterwerte der Grundkonfiguration an. Nach dem Versand der Meldungsnachricht bereitet sich das Gerät auf den Empfang einer bestätigten SM „Set Assignment“ Info-Anforderungsnachricht von einer Konfigurationsanwendung vor. Diese bestätigte Anforderung wird genutzt, um Informationen zur Grundkonfiguration im Gerät einzugeben oder zu ändern. Sich meldende Geräte schicken wiederum ein Antworttelegramm, um den Erhalt der Konfigurationsparameter zu bestätigen und deren Übernahme bzw. Ablehnung anzuzeigen. Mit dieser Methode kann die Konfigurationsanwendung HSE- und H1 PD-Kennzeichen zuordnen, abändern oder löschen, H1-Geräteadressen und HSE-Geräteindizes zuordnen und HSE- sowie H1-Adressen löschen. Außerdem kann der Zeitabstand, in dem die Meldungsnachrichten verschickt werden, abgeändert werden.
SM	Geräte-Identifizierung	HSE-Anwendungen können HSE- und H1-Geräte nach Gerätemeldungsinformationen abfragen. Eine Anfrage kann an ein HSE- oder H1-Gerät oder an eine Gruppe derselben gerichtet werden. Gruppen benutzen die reservierte SM Multicast IP-Adresse. Es können auch Verknüpfungs-Geräte nach Listen von Knotenversionsnummern für eine bestimmte H1-Verbindung abgefragt werden. Die Liste von Knotenversionsnummern gibt an, wie oft jede Knotenadresse in der H1-Live-Liste zu dieser hinzugefügt oder daraus gelöscht wurde.
SM	Kennzeichnungsabfrage	HSE-Anwendungen können Geräte nach deren Adressen und nach Generic Server VCR Endpoint-handles, „Selektoren“ genannt, abfragen, die einen Zugang zu ihren Virtual Field Devices (VFDs) und ihren VFD-Objekten ermöglichen. Eine Anfrage kann an ein HSE- oder H1-Gerät oder an eine Gruppe derselben gerichtet werden.
FDA	Sitzung eröffnen	Der FDA-Agent bietet einen Dienst zur Eröffnung von Client-/Server-Sitzungen an. Mit Client-/Server-Sitzungen werden bestätigte und unbestätigte FMS-Dienste eines oder mehrerer Client-/Server-HSE-VCRs über das gesamte HSE hinweg übertragen.
FMS	Client/Server	Der FDA-Agent bietet über UDP/TCP Fernzugriff auf eine ausgewählte Teilmenge von FMS-Client-/Server-Diensten.
FMS	Bericht-erstattung	Der FDA-Agent nutzt UDP, um mit Multicasting Berichtsübermittlungsdaten an eine oder mehrere Anwendungen zu senden.
FMS	Übermittlung	Der FDA-Agent nutzt UDP, um mit Multicasting übermittelte Daten an einen oder mehrere Empfänger zu senden.
LRE	Konfiguration	LREs werden durch den FDA-Agenten mit Hilfe eines bestätigten LAN-Redundanzdienstes konfiguriert, der mit UDP arbeitet. Ein ähnlicher Dienst wird durch den FDA-Agenten übermittelt, um die LRE-Konfiguration eines Geräts zu erhalten.
LRE	Netzdiagnostik	Jedes LRE nutzt den FDA-Agenten, um mit Multicasting Diagnosenachrichten an das LAN zu schicken. Jedes LRE erhält die Diagnosenachricht, die von anderen dazugehörigen LREs versandt wurden. Beziehungen zwischen LREs werden durch die Multicasting-Adressen definiert, mit denen sie Diagnosenachrichten senden und empfangen.

3 Die Architektur des Field Device Access (FDA)-Agenten

3.1 Übersicht über die Funktionen des FDA-Agenten

Der FDA-Agent hat folgende Funktionen:

- System Management- (SM-) und Fieldbus Message Specification- (FMS-) Dienste mit UDP/TCP zu übermitteln. Auf diese Weise können HSE- und H1-Feldgeräte (Field Devices), herkömmliche I/O-Geräte und Nicht-FF-I/O-Geräte über ein Verknüpfungs- oder ein Gateway-Gerät mit dem HSE verbunden werden.
- H1-Daten aus Verknüpfungsgeräten, die keine H1-Überbrückung (Bridge) unterstützen, weiter zu übermitteln. Auf diese Art können Verknüpfungsgeräte aus unabhängigen H1-Mehrfachanschlüssen erstellt werden, ohne dass eine H1-Brücke (Bridge) verwendet wird.
- LAN-Redundanznachrichten zu senden und zu empfangen, um die Redundanz von HSE-Schnittstellen in Geräten zu unterstützen.

Folglich ermöglicht der FDA-Agent den Aufbau von Steuerungssystemen, die über das HSE und/oder über Verknüpfungsgeräte arbeiten. Außerdem ermöglicht er Fremdanwendungen den Zugriff auf Feldgeräte jeder Art über UDP/TCP unter Verwendung einer gemeinsamen Schnittstelle.

3.2 Hauptkomponenten des FDA-Agenten

HSE-Geräte (HSE Devices)

HSE-Geräte enthalten einen FDA-Agenten, ein System Management Kernel (SMK), einen Network Management-Agenten (NMA) und einen oder mehrere Virtual Field Device(s) (VFD).

Das HSE Feldgerät (Field Device) ist das HSE-Gegenstück zum H1-Feldgerät. Anstelle eines H1-Kommunikations-Stack hat es ein HSE-Kommunikations-Stack. Das Verknüpfungsgerät ist ein HSE-Gerät, welches das HSE mit einem oder mehreren H1-Links verbindet. Es liefert Gateway-Dienste, mit denen FDA SM- und FMS-Meldungen auf ihre H1-Gegenstücke abgebildet werden. Beim I/O-Gateway handelt es sich um ein HSE-Gerät, das dem Verknüpfungsgerät ähnlich ist, außer dass es das HSE mit einem oder mehreren I/O-Geräten oder Bussen verbinden kann.

FDA- und FMS-Nachrichten

Der FDA-Agent verwendet UDP und TCP, um FDA- und FMS-Nachrichten zu übermitteln. Mit FDA-Nachrichten werden die HSE-Sitzungen unterstützt (siehe unten). Mit FMS-Nachrichten werden FMS-Dienste über die HSE VCRs übermittelt (siehe unten). FMS-Dienste ermöglichen den Zugang zu Objekten innerhalb eines VFD.

SMK-Meldungen

Der FDA-Agent benutzt UDP für die sitzungslose Übertragung von SM-Nachrichten. Für diese Übertragung stellt der FDA-Agent dem SMK eine interne Schnittstelle zur Verfügung. Die Funktion dieser Schnittstelle entspricht derjenigen der internen Schnittstelle zwischen dem SMKP und dem SMK in H1-Geräten.

Zur Übermittlung eines SM-Dienstes vom HSE an ein H1 SMK werden SM-Nachrichten an den FDA-Agenten eines Linking-Geräts geschickt. Der FDA-Agent liefert alle empfangenen SM-Nachrichten an das HSE SMK, und das HSE SMK wirkt gegebenenfalls mit H1 SMKs des Verknüpfungsgerätes zusammen, um den Dienst durchzuführen.

Nachrichten der HSE LAN-Redundanzeinheit

Die LAN-Redundanzeinheit in LAN- redundanzfähigen Geräten nutzt die Dienste des FDA-Agenten, um LAN-Redundanznachrichten zu senden und zu empfangen. Diese Nachrichten werden von der LAN-Redundanzeinheit zur Erstellung einer Netz-Zustandstabelle verwendet, so dass Fehler im Netz umgangen werden können.

HSE-Sitzungen und Virtual Communications Relationships (VCRs)

HSE-Sitzungen sind Application Relationships (ARs), die den H1 FAS ARs entsprechen. HSE VCRs entsprechen den H1 FMS VCRs. Abb. 8 stellt die Ähnlichkeit in der Architektur zwischen ARs und VCRs bei HSE und H1 dar.

Daher haben aus der Sicht des Anwenders der HSE VCR und der H1 VCR identische Fähigkeiten. Außerdem können HSE VCRs nicht nur für den Zugang zu HSE Virtual Field Devices (VFDs), sondern

durch das Zwischenschalten von Verknüpfungsgeräten auch für den Zugang zu H1 VFDs verwendet werden.

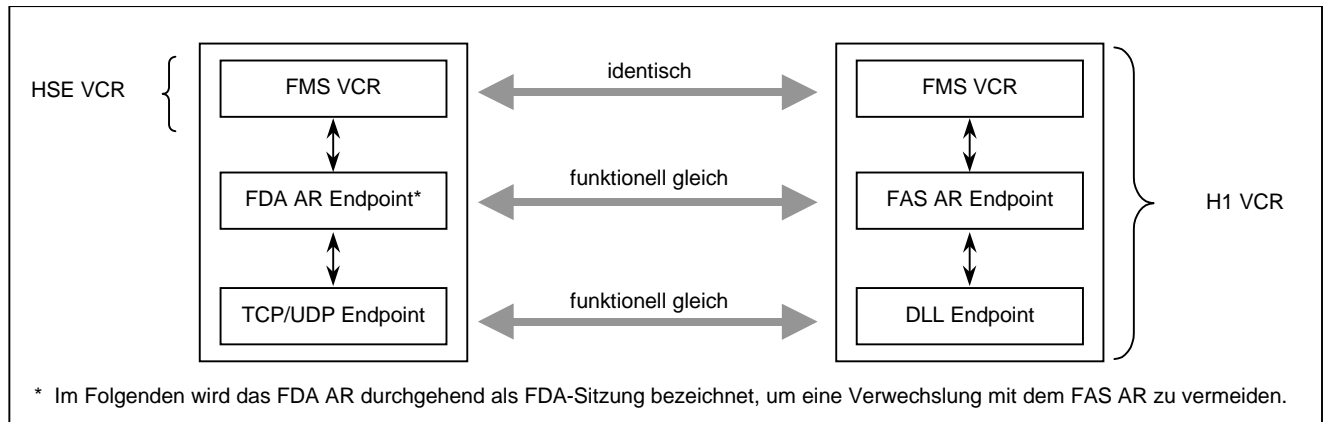


Abb. 7 – Vergleich zwischen VCRs bei HSE und H1

HSE VCR FDA-Nachrichten werden in HSE-Sitzungen übertragen, die entweder über TCP oder über UDP stattfinden. HSE-Sitzungen werden im Folgenden einfach als Sitzungen bezeichnet.

Eine Sitzung bietet einem oder mehreren HSE-Geräten einen Fieldbus Foundation-Kommunikationspfad. Sitzungen unterstützen HSE VCRs auf ähnliche Art, wie H1 FAS ARs den Kommunikationspfad zwischen H1-Geräten bereitstellen. Im Gegensatz zum H1 AR, das nur ein einziges FMS VCR unterstützen kann, kann eine einzige HSE-Sitzung jedoch mehr als ein HSE VCR unterstützen. Abb. 8 illustriert die Ähnlichkeit der Kommunikationspfade zwischen HSE- und H1-Anwendungen.

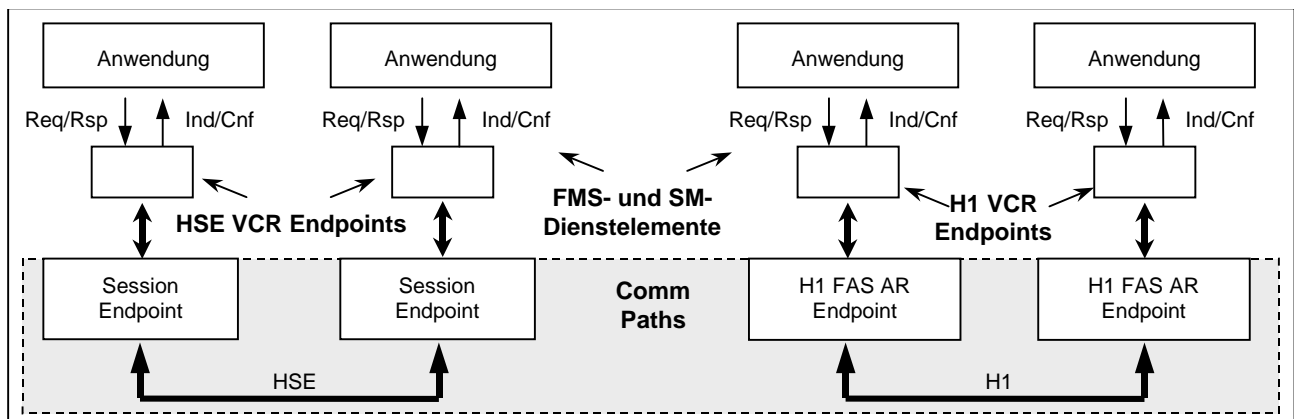


Abb. 8 – HSE- und H1-Kommunikationspfade (comm paths)

Die Sitzungsarten entsprechen den Arten von VCRs, die sie unterstützen. Die möglichen Arten sind:

- Client/Server (Kunde/Dienstleister),
- Publisher und Subscriber (Verleger und Abonnent) oder
- Berichtsverteilung (report distribution).

In einer einzigen Client-/Server-Sitzung kann die Client-Anwendung Zugang zu einem oder mehreren Server-VFDs im Remote-Gerät gleichzeitig haben. Zwei verschiedene Client-Anwendungen, möglicherweise in verschiedenen Geräten, die über unabhängige Sitzungen mit demselben Gerät arbeiten, können in diesem Gerät parallelen Zugang zu demselben VFD aufweisen.

Endpunkte von Client-Sitzungen können konfiguriert oder durch die lokalen Geräte dynamisch erzeugt werden. Endpunkte von Server-Sitzungen werden immer dynamisch erzeugt und können nicht konfiguriert werden. Sie erhalten ihre Attributwerte durch den Austausch von FDA Open Session-Nachrichten.

Um eine Client-/Server-Sitzung zu eröffnen, schickt der Client-Sitzungsendpunkt eine FDA Open Session-Anfrage an den FDA-Agenten im gewünschten Gerät. Der FDA-Agent instanziiert einen neuen Server-Endpunkt, um diese Anfrage bearbeiten zu können. Der neue Server-Endpunkt kann die Anfrage entweder akzeptieren und gegebenenfalls bestimmte Parameterwerte neu aushandeln, oder er kann die Anfrage ablehnen. In beiden Fällen schickt er eine Rückmeldung an den Client.

Nach der Eröffnung können HSE-Anwendungen an beiden Sitzungsendpunkten einen oder mehrere HSE VCRs veranlassen, auf VFDs im HSE-Remote-Gerät zuzugreifen. Falls das HSE-Remote-Gerät ein Verknüpfungsgerät ist, können HSE VCRs auch veranlasst werden, über dieses Gerät auf H1 VFDs zuzugreifen. Ob diese VCRs zur Aktualisierung eines NMA VFD verwendet werden können, hängt davon ab, ob es sich bei der zugrunde liegenden Sitzung um eine Konfigurierungssitzung handelt.

Konfigurierungssitzungen sind Client-/Server-Sitzungen zur Unterstützung von HSE VCRs, die FMS-Aktualisierungsdienste an HSE VFDs und/oder an H1 NMA VFDs oder eine andere Art von VFD übermitteln. Auch mit Sitzungen, die keine Konfigurierungssitzungen sind, kann auf HSE VFDs und/oder H1 NMA VFDs zugegriffen werden, aber dabei handelt es sich nur um einen Lesezugriff. Andere Arten von VFDs können auf diese Art auch aktualisiert werden.

Der FDA-Agent erlaubt nur eine Konfigurierungssitzung zu einem Zeitpunkt. Das bedeutet, dass zu einem Zeitpunkt nur eine Konfigurationsanwendung Änderungen am NMIB oder SMIB des NMA VFD vornehmen kann. HSE VCRs mit Zugriff auf ein HSE oder H1 NMA VFD dürfen nur dann Aktualisierungsdienste an das VFD übermitteln, wenn es sich bei der zugrunde liegenden Sitzung um eine Konfigurationssitzung handelt.

Das SMIB kann auch mit Hilfe bestimmter SM-Nachrichten aktualisiert werden, die unabhängig von Konfigurierungssitzungen sind und parallel zu diesen laufen. Die SMIB-Elemente, die mit SM-Nachrichten aktualisiert werden können, unterscheiden sich von denjenigen, die mit Konfigurierungssitzungen aktualisiert werden können. Sitzungen, die keine Konfigurationssitzungen sind, können auch für den Zugriff auf SMIB-Elemente, aber nicht für deren Aktualisierung, verwendet werden.

Sitzungsendpunkte, welche Publishing/Subscribing und das Senden/Empfangen von Berichten unterstützen, müssen konfiguriert werden. Sie können nicht dynamisch erzeugt werden, werden aber mit Hilfe der konfigurierten Informationen lokal erzeugt. Es werden keine Nachrichten zwischen dem Publisher und dem Subscriber zur Festlegung dieser Endpunkte verschickt. Jeder Publisher/Report Source (Quelle)-Sitzungsendpunkt benutzt UGP, um seine Meldungen an eine konfigurierte IP Multicast-Adresse zu senden. Darüber hinaus darf mehr als ein Publisher/Report Source HSE VCR-Endpunkt den selben Publisher/Report Source-Sitzungsendpunkt benutzen, um seine Meldungen zu versenden.

Jeder Subscriber/report sink-Sitzungsendpunkt wird so konfiguriert, dass er einen oder mehrere subscriber/report sink HSE VCRs unterstützen kann. Jeder Subscriber/report sink HSE VCR-Endpunkt wird so konfiguriert, dass er Nachrichten von einem einzigen Sitzungsendpunkt empfangen kann.

Außerdem ist jeder Subscriber/report sink-Sitzungsendpunkt so konfiguriert, dass er auf eine spezielle IP-Multicast-Adresse hört. Die Meldungen, die bei dieser IP-Multicast-Adresse eingehen, können aus mehreren Source (Quellen)-Adressen stammen, die sich auch in verschiedenen IP-Teilnetzen befinden können. Die Nachrichten, die bei dieser Multicast-Adresse eingehen, können auch von mehreren Publisher/report source HSE VCR-Endpunkten jeder einzelnen source-IP-Adresse stammen. Jede Teilnehmer-HSE VCR wird so konfiguriert, dass sie Nachrichten von einem einzigen Publisher HSE VCR empfangen kann. Da Verknüpfungsgeräte von H1 gesendete Daten auf ein HSE Publisher VCR abbilden, können manche der gesendeten Daten aus H1-Geräten stammen.

Subscriber-Endpunkte filtern also die eingehenden Nachrichten, die für ihre lokalen **Subscriber**-HSE VCRs bestimmt sind. Der Filtervorgang beruht auf dem zugrunde liegenden IP-Teilnetz des HSE- oder H1-Publisher VCR-Endpunkts.

Jeder Report sink HSE VCR-Endpunkt ist so konfiguriert, dass er seine Nachrichten von einer Gruppe von HSE report source VCR-Endpunkten empfängt. Da Verknüpfungsgeräte von H1 gesendete Berichte auf eine HSE report source VCR abbilden, können manche der gesendeten Berichte aus H1-Geräten stammen.

Report sink session-Endpunkte filtern ihre Eingabeströme nur auf der Grundlage der HSE-Teilnetze, die für ihre zugehörigen HSE VCRs definiert wurden. Daher leitet der Report sink Sitzungsendpunkt alle von einem bestimmten HSE-Teilnetz empfangenen Meldungen an alle seine HSE report sink VCRs weiter, die für den Empfang aus diesem HSE-Teilnetz konfiguriert wurden.

3.3 Hauptfunktionen

Der FDA-Agent unterstützt SM-, FMS- und LAN-Redundanzvorgänge wie unten beschrieben. Er stellt die FMS- und SM-Anwendungsschnittstellen für die H1-Anwendungen zur Verfügung. Leichte Abänderungen dieser Schnittstellen bestehen in der Zuordnung von Kennzeichen und Adressen zu neuen Geräten und im Aufbau von FMS VCRs mit VFDs. Ein AR-Aufbauservice, ähnlich dem, der von dem H1 FAS geleistet wird, wird für die Erzeugung von HSE-Client-/Server-Sitzungen zur Unterstützung von HSE VCRs bereitgestellt. Zur Unterstützung der LAN-Redundanz wird eine eigene Menge von Diensten definiert.

System Management-Funktionen

Zur Identifizierung von Geräten werden SM-Nachrichten definiert. Diese arbeiten wie der H1 SM Identify-Dienst.

SM-Nachrichten werden definiert, um HSE-Geräte und H1-Geräte dem System hinzufügen oder daraus löschen zu können. Beim Austausch dieser Nachrichten werden neue HSE- und H1-Geräte über ihre SM-Geräte-Id identifiziert und ihnen ein PD-Kennzeichen zugeordnet. Mit diesen Nachrichten werden außerdem den H1-Geräten Adressen zugeordnet. Mit ihnen werden auch HSE- und H1-Geräte aus dem System entfernt. Die Funktionsweise ist wie folgt: Neue Geräte erhalten eine IP-Adresse. Dann melden sie sich in regelmäßigen Abständen beim HSE, indem sie SM-Gerätemeldungsnachrichten als unbestätigte Anfragen an die reservierte SM Multicast IP-Adresse und den reservierten FF Meldung UDP-Port schicken. Wenn eine Konfigurationsanwendung, die an dieser Meldeadresse horcht, das Gerät erkennt, schickt sie eine SM Set Assignment Info-Anfrage an das Gerät, um es auf die Teilnahme am Netz vorzubereiten. Nach Empfang und Prüfung der Nachricht gibt das Gerät Rückmeldung und nutzt die neuen Informationen, um seine SM-Gerätemeldungsnachricht zu aktualisieren. Es passt seinen Melde-Wiederholtimer an die Informationen in der Nachricht an und meldet sich wiederholt beim HSE. Verknüpfungsgeräte melden außerdem Änderungen ihrer H1-live Liste, indem sie eine Liste der live Listen-Versionsnummern beifügen. Jede Änderung einer live Liste bezieht sich auf ein einzelnes H1-Gerät, das hinzugefügt oder gelöscht wurde. Um die Art der Änderung zu bestimmen, kann die Konfigurationsanwendung oder eine andere horchende Anwendung das Verknüpfungsgerät mit Hilfe der SM Identify-Nachricht mit der Liste von Geräten an einem H1-Link und den dazugehörigen Versionsnummern abfragen. Das Verknüpfungsgerät ist dafür zuständig, die Geräte-Versionsnummer jedes Mal zu erhöhen, wenn eine H1-Geräteadresse der live Liste hinzugefügt oder daraus entfernt wird. Wenn die Konfigurationsanwendung ein neues H1-Gerät in der Liste entdeckt, kann sie das Linking-Gerät nach der Identität des neuen Geräts befragen. Daraufhin kann die Konfigurationsanwendung dem H1-Gerät ein PD-Kennzeichen und eine gleichbleibende H1-Adresse zuweisen.

Um ein Kennzeichen zu finden, werden SM-Nachrichten definiert. Diese Nachrichten können an ein spezielles HSE-Gerät oder mit der reservierten SM Multicast IP-Adresse an alle HSE-Geräte geschickt werden. Sie arbeiten wie die H1 SM Find Tag Query- und Find Tag Reply-Dienste. Da IP-Adressen von DHCP dynamisch zugeordnet werden und nicht von der Konfigurationsanwendung, kann letztere Client-Sitzungen nicht mit der IP-Adresse des Servers konfigurieren. Stattdessen konfiguriert sie das PD-Kennzeichen des Servers und verlässt sich auf den Client, der die Find Tag-Nachrichten verwendet, um die IP-Adresse des Servers zu bestimmen.

FMS Client-/Server-Funktionen

Clients verwenden FDA-Nachrichten, um Sitzungen explizit mit Remote-FDA-Agenten zu eröffnen. Open session (offene Sitzung)-Anfragen können mit UDP oder mit TCP verschickt werden. UDP open session-Anfragen und TCP connect-Anfragen werden an eine reservierte UDP/TCP-Portnummer geschickt, wo der FDA-Agent im Server kontinuierlich auf sie wartet. Beim Empfang einer solchen Anfrage erzeugt der FDA-Agent einen neuen Serversitzungsendpunkt, welcher der Anfrage entspricht. Wird TCP benutzt, so

schickt der Client die Open session (offene Sitzung)-Anfrage als erste Nachricht nach Herstellung der TCP-Verbindung.

Wenn die Sitzung eröffnet wurde, kann jeder der beiden Endpunkte FMS Initiate-Nachrichten versenden, um HSE VCRs den Zugriff auf VFDs zu ermöglichen. VFDs können sich im HSE-Gerät befinden, das den FDA-Agenten enthält, oder in H1-Geräten, die mit einem Verknüpfungsgerät verbunden sind, das den FDA-Agenten enthält.

Bei Verwendung von TCP werden Client-/Server-Sitzungen jedes Mal automatisch geschlossen, sobald die zugrunde liegende TCP-Verbindung beendet wird. Sowohl TCP- als auch UDP-Client-/Serververbindungen werden automatisch geschlossen, wenn sie über einen bestimmten Zeitraum hinweg (inactivity close time genannt) keine Nachrichten empfangen haben.

FMS Publisher-/Subscriber-Funktionen

Der FDA-Agent verwendet konfigurierte IP Multicast-Adressen und UDP, um Daten innerhalb des HSE zu publizieren. Insbesondere kann der FDA-Agent für die folgenden Arten des Publisher-/Subscriber-Betriebs konfiguriert werden:

- Ein lokales HSE FBAP nutzt den FDA-Agenten, um Daten an das HSE-Netz zu übermitteln.
- Der FDA-Agent in einem Verknüpfungsgerät übermittelt Daten aus einem H1-Gerät an das HSE-Netz weiter.
- Ein lokales HSE FBAP nutzt den FDA-Agenten, um Daten zu empfangen, die im HSE-Netz übermittelt oder neu übermittelt wurden.
- Der FDA-Agent in einem Verknüpfungsgerät empfängt Daten, die im HSE verschickt oder neu verschickt wurden, und sendet sie weiter an seine H1-Links.
- Der FDA-Agent in einem Verknüpfungsgerät versendet Daten aus einem H1-Gerät weiter an seine anderen H1-Links, falls das Verknüpfungsgerät keine H1-Überbrückung unterstützt (Bridging).

Zusätzlich können FBAPs in einem Verknüpfungsgerät den H1-Stack nutzen, um Daten direkt an ein H1-Link zu versenden oder von einem H1-Link zu empfangen. In diesen Fällen ist der FDA-Agent nicht beteiligt.

FMS-Berichtsübermittlung

Der FDA-Agent verwendet konfigurierte IP-Multicast-Adressen und UDP, um Berichte innerhalb des HSE zu verschicken. Er kann für die unten aufgeführten Arten von Berichtsübermittlung konfiguriert werden. Anwendungen erhalten Berichte vom FDA-Agenten auf dieselbe Art wie Berichte, die von H1 FBAPs verschickt wurden.

Ein lokales HSE FBAP nutzt den FDA-Agenten, um Berichte an das HSE-Netz zu übermitteln.

Der FDA-Agent in einem Verknüpfungsgerät leitet Berichte aus einem H1-Gerät an das HSE-Netz weiter. Eine lokale Anwendung nutzt den FDA-Agenten, um Berichte vom HSE-Netz zu empfangen.

Der FDA-Agent in einem Verknüpfungsgerät nutzt den H1-Stack, um Berichte aus dem HSE-Netz an seine H1-Links weiterzuleiten.

Zusätzlich können lokale FBAPs in einem Verknüpfungsgerät den H1-Stack direkt nutzen, um Berichte an einen H1-Link zu versenden. Andere Anwendungen in einem Verknüpfungsgerät können Berichte von einem H1-Link empfangen. In diesem Fall ist der FDA-Agent nicht beteiligt.

LAN-Redundanzfunktionen

Zur Unterstützung der LAN-Redundanz wird eine eigene Menge von Diensten definiert. Diese Dienste ermöglichen es, dass die LAN-Redundanzeinheit in einem Gerät konfiguriert wird und Diagnosemeldungen an das LAN schicken kann, um ihren aktuellen Redundanzstatus anzugeben.

Konfiguration des FDA-Agenten

Konfigurationsdaten für den FDA-Agenten werden im HSE SMIB und NMIB verwaltet. Zugang zum Brückenteil (Bridge) des HSE NMIB ist auch über das H1 NMIB möglich. Bei Verknüpfungsgeräten ohne H1-Brückenfähigkeit nutzt der FDA-Agent die Brückendatenstrukturen im HSE NMIB, um Neuübermittlungsarbeiten durchzuführen, für die normalerweise die Brücke zuständig ist.

Offene Schnittstellen

Der FDA-Agent übermittelt HSE FMS- und FDA SM-Bedienungsanforderungen zwischen Anwendungen auf UDP/TCP-Grundlage. Alle Schnittstellen, die beim Austausch von Nachrichten zwischen diesen beiden Umgebungen genutzt werden, sind offen.

Die FDA-Agenten-Schnittstelle für das Senden und Empfangen von Nachrichten wird durch die TCP- und UDP-Spezifikationen definiert. Weitere Transportprotokolle werden nicht verwendet.

4 Modell für eine verteilte Steuerung

HSE unterstützt die Benutzerschicht des FOUNDATION™ Fieldbus-Protokolls einschließlich der Verteilung der Steuerung auf die Feldgeräte mit Hilfe von Standard-Funktionsbausteinen, flexiblen Funktionsbausteinen und Gerätebeschreibungen. Flexible Funktionsbausteine sind anwendungsspezifisch und können mit Standard-Programmiersprachen, wie z.B. aus der IEC 61131-3, erzeugt werden. Die Verteilung der Steuerung mit Hilfe von HSE und H1 vereinheitlicht die Steuerungsarchitektur in der gesamten Anlage (siehe Abb. 9).

Die Steuerungsverteilung kann mit dem Modell der PAS IEC 61499-1 (z. Z. in Vorbereitung, siehe IEC 65/248/PAS:2000-04) dargestellt werden. Eine Anwendung, das heißt z.B. ein Regelkreis in Anwendung A, wird auf die Geräte 1, 2 und 3 aufgeteilt. In jedem Gerät befindet sich ein Funktionsbaustein dieser Anwendung.

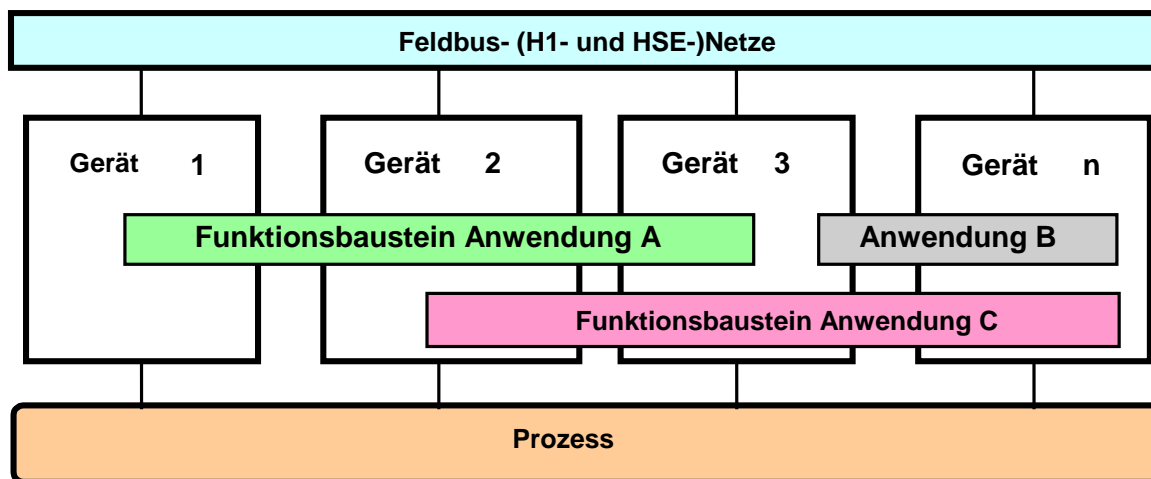


Abb. 9– Modell für verteilte Anwendungen

5 Begriffe

5.1 Annunciation (Meldungs-)UDP Port Number

Eine UDP-Portnummer, die für die Meldung von Geräten im HSE reserviert ist.

5.2 Application Relationship

In einem verteilten System kommunizieren Anwendungen miteinander durch den Austausch von Anwendungsschichtnachrichten über genau definierte Anwendungsschicht-Kommunikationskanäle. Diese Kommunikationskanäle sind in der Feldbus-Anwendungsschicht als Application Relationships (ARs, Anwendungsbeziehungen) definiert.

5.3 Konfiguration (Configuration)

Das Schreiben systemspezifischer Informationen in ein Gerät, welches es für seinen Betrieb benötigt.

5.4 FDA-Sitzung (Session)

Eine Anwendungsbeziehung oder Application Relationship, die für Request/Response, Publisher/Subscriber und Berichtsverteilung (Report Distribution) mit einem FDA-Agent-Endpunkt verwendet wird. Eine FDA-Sitzung kann entweder über das TCP- oder das UDP-Protokoll stattfinden. FDA-Sitzungen werden über die Adressen ihrer Quellen- und Zielendpunkte identifiziert (IP-Adressen plus UDP/TCP-Portnummern). Im gesamten vorliegenden Dokument bedeutet "Sitzung" FDA-Sitzungen.

5.5 Field Device (Feldgerät)

Ein Gerät mit einem SMK, einem NMA und mindestens einem FBAP.

5.6 Field Device Access-Agent

Die Einheit innerhalb eines HSE-Gerätes, welche die Dienste der HSE Presence-Schnittstelle nutzt, um Remote-Anwendungen Zugriff auf VFDs und SMKs zu ermöglichen, die sich innerhalb des HSE-Gerätes befinden oder über einen H1-Bus mit dem Verknüpfungsgerät verbunden sind.

5.7 FMS Port Number

Eine UDP/TCP-Portnummer, die für den Empfang von FDA Open Session-Anfragen (Anfragen für eine offene Sitzung) reserviert ist. FDA-Sitzungen dienen dem Austausch von FMS-Nachrichten.

5.8 Generic Server VCR Endpoint (Endpunkt)

Mit jedem VFD ist ein generic Server VCR-Endpunkt verbunden, der den Empfang von FMS Initiate-Anfragen ermöglicht. Dieser Endpunkt ist von allen Server Sitzungsendpunkten in einem bestimmten Gerät zugänglich. Er empfängt alle FMS-Initiate-Anfragen für das VFD und erstellt ein neues Server HSE-VCR, um die einzelnen Anfragen zu verarbeiten.

5.9 H1

Das in der Fieldbus Foundation System Architecture-Spezifikation [FF-880] beschriebene Bussystem. Die Sicherungsschicht (Data Link Layer) für das H1 unterstützt eine Übertragungsrate von 31,25 kbit/s.

5.10 High Speed Ethernet (HSE)

Die Ethernet-Komponente des HSE Presence.

5.11 HSE-Gerät (HSE Device)

Jedes Fieldbus Foundation-Gerät, das direkt mit HSE-Medien verbunden ist. Alle HSE-Geräte enthalten einen FDA-Agenten, ein SMK und ein NMA VFD. Beispiele für HSE-Geräte sind Verknüpfungsgeräte, I/O Gateways und HSE-Feldgeräte.

5.12 HSE Presence

Der Kommunikations-Stack, der die Kommunikation über das HSE unterstützt. Diese Komponente besteht nur aus Standard-Informationstechnologie-Protokollen.

5.13 HSE Presence-Schnittstelle (HSE Presence Interface)

Eine Menge abstrakter Datentransfer-Dienste, die den Anwendern vom HSE Presence bereitgestellt werden. Die Menge von Primitiven, die für diese Schnittstelle spezifiziert wurden, wird durch die Standard-Informationstechnologie-Protokolle definiert, die sich im HSE Presence befinden.

5.14 HSE-Teilnetz (HSE Subnet)

HSE-Teilnetze sind IP-Netze. Sie können Brücken, aber keine Router enthalten. Das HSE-Teilnetz wird benutzt, um die Link Id-Portion des FDA-Adressfeldes im FDA Message Header zu kennzeichnen. Die Kombination aus HSE-Teilnetz und Link Id ist in allen HSE-Teilnetzen eines Systems einmalig. HSE-Teilnetze werden durch die ersten N Bits einer bestimmten IP-Adresse, beginnend mit dem höchstwertigen Bit, identifiziert.

5.15 I/O Gateway-Gerät

Ein HSE-Gerät, das den HSE-Zugang zu Nicht-FF-Feldgeräten ermöglicht.

5.16 IP 6-Adresse

IP Version 6-Adresse. IP Version 4-Adressen werden in FDA-Nachrichten in den letzten 4 Byte der 16-Byte IP6-Adresse übermittelt. Die ersten 12 Byte der Adresse werden auf Binär-0 gesetzt.

5.17 LAN-Redundanzeinheit (LAN Redundancy Entity)

Die Einheit innerhalb eines Geräts, welche die LAN-Redundanzvorgänge in der HSE-Redundanz-Spezifikation implementiert.

5.18 Verknüpfungsgerät (Linking Device)

Ein HSE-Gerät zur Verbindung von H1 Links mit dem HSE. Verknüpfungsgeräte ermöglichen den Zugang zwischen HSE-Geräten und H1-Geräten und zwischen H1-Geräten, die durch ein HSE-Netz miteinander verbunden sind. Ein Verknüpfungsgerät kann auch eine H1-Brücke enthalten, die eine Kommunikation zwischen H1-Links ermöglicht.

5.19 NMA-Konfigurationssitzung (Configuration Session)

Eine Sitzung zur Aktualisierung (1) des HSE NMA VFD in einem HSE-Gerät und/oder (2) der H1 NMA VFDs in einem Verknüpfungsgerät oder in H1-Geräten, die mit dem Verknüpfungsgerät verbunden sind. Eine NMA-Konfigurationssitzung ermöglicht auch den Zugang zu anderen VFDs. Bei einer Sitzung handelt es sich dann um eine Konfigurationssitzung (Session), wenn ihr Server-Endpunkt durch eine FDA Open Session-Anfrage festgelegt wird, die „configuration use“ anzeigt.

5.20 Operational IP Adresse

Die IP-Adresse, die in SM Find Tag Query Reply-Nachrichten übermittelt wird.

5.21 Republishing

Die Aktion des FDA-Agenten in einem Verknüpfungsgerät beim Empfang von Daten aus einem Segment (UDP oder H1) und beim Wiederaussenden in ein anderes Segment. Beim Republishing mit UDP versendet der FDA-Agenten die Übertragungsdaten sofort. Beim Republishing mit H1 sendet der FDA-Agent die Daten an ein Publisher-VCR, wo die Übertragung in regelmäßigen Abständen stattfindet.

5.22 SM Multicast IP-Adresse

Eine reservierte Multicast IP-Adresse für den Zugang zu HSE SMKs in einem HSE-Teilnetz. Diese Adresse wird auch von HSE SMKs benutzt, um sich im HSE-Teilnetz zu melden.

5.23 SM-Port-Nummer (Port Number)

Eine UDP-Portnummer, die für den Empfang von SM-Nachrichten reserviert ist.

5.24 Socket

Eine Abstraktion der Schnittstelle zu den Dienstzugangspunkten eines Protokolls.

6 Akronyme, Abkürzungen und deutsche Benennungen

Akronym/Abkürzung	englische Benennung	deutsche Benennung
	Access	Zugang
	annunciation	Meldung
	Application Layer	Anwendungsschicht
AP	Application Process	Anwendungsprozess
APDU	Application Layer Protocol Data Unit	Anwendungsschicht-Protokolldateneinheit
AR	Application Relationship	Anwendungsbeziehung
AREP	Application Relationship Endpoint	Anwendungsbeziehungs-Endpunkt
ARPM	Application Relationship Protocol Machine	Anwendungsbeziehungs-Protokollmaschine
ASN.1	Abstract Syntax Notation 1	Festlegung 1 einer abstrakten Syntax
	Bridge	Brücke
	client	Kunde
CNF	Confirmation	Bestätigung
CNLS	Connectionless	verbindungslos
CONN	Connection-oriented	verbindungsorientiert
COTS	Commercially off the shelf	kommerziell verbreitet
	Device	Gerät
DLCEP	Data Link Connection Endpoint	Verbindungsendpunkt in der Sicherungsschicht
DLL	Data Link Layer	Sicherungsschicht, auch Verbindungsschicht
DTC	Data Transfer Confirmed	bestätigte Datenübertragung
DTU	Data Transfer Unconfirmed	unbestätigte Datenübertragung
ERR	Error	Fehler
FAS	Fieldbus Access Sublayer	Zwischenschicht für den Zugriff auf den Feldbus
FBAP	Function Block Application Process	Funktionsbaustein-Anwendungsprozess
FDA	Field Device Access	Zugriff auf das Feldgerät
FF	Fieldbus Foundation	(Industriekonsortium)
FMS	Fieldbus Message Specification	Festlegung von Nachrichten für Feldbusse
FSTM	FDI Service Protocol Machine	Protokollmaschine für die Dienste zum Zugriff auf ein Feldgerät
	Gateway	Gerät zur Verbindung von zwei Netzen mit Protokollwandlung (Siehe Unterabschnitt 1.3)
H1		
HFD	HSE Field Device	HSE-Feldgerät
ID	Identifier	Identifizierungskennzeichen
IND	Indication	Anzeige
	Interface	Schnittstelle
I/O	Input/Output	E/A = Eingang/Ausgang
	Linking	Verknüpfung, Verbindung
LD	Foundation Fieldbus Linking Device	FF-Verknüpfungsgerät
LDM	Last Delivered Message	zuletzt gelieferte Nachricht
LRE	LAN Redundancy Entity	Einheit für die LAN-Redundanz
LSB	Least Significant Bit	Niederwertigstes Bit
	Management	Verwaltung
MIB	Information Base Management	Informationsbasis-Management
MSB	Most Significant Bit	höchstwertiges Bit
	Multicast	Versendung an mehrere

Akronym/Abkürzung	englische Benennung	deutsche Benennung
		Teilnehmer gleichzeitig
NMA	Network Management Agent	Netzwerkmanagement-Agent
NMIB	Network Information Base Management	Netzwerk- Informationsbasismanagement
PAS	Publicly Available Specification	öffentlich verfügbare Spezifikation
PDU	Protocol Data Unit	Protokolldateneinheit
	Publisher	Verleger
	Presence	Anwesenheit
	Remote	entfernt, abgesetzt
	Report	Bericht
	Republishing	wieder veröffentlichen
REQ	Request	Anforderung
RFC	Request for comment	Anforderung von Kommentaren
RSP	Response	Antwort
	Server	Dienstleister
	Session	Sitzung
	Sink	Sinke, Abfluss
SMIB	System Information Base Management	System-Informationsbasis- Management
SMK	System Management Kernel	Kern zur Systemverwaltung
SMKT	System Management Kernel Protocol	Protokoll des SMK
SMPM	Socket Mapping Protocol Machine	Protokollmaschine zur Abbildung auf den "Sockel", s. Sockel in 5.24
	Source	Quelle
	Stack	Stapel, Stapel von mehreren Protokollschichten
	Subnet	Teilnetz
	Subscriber	Abonnent
	Tag	Kennzeichen, Etikett
TCP	Transmission Control Protocol	im Internet benutztes Protokoll
UDP	User Datagram Protocol	im Internet benutztes Protokoll
VCR	Virtual Communication Relationship	gedachte (scheinbare) Kommunikationsberührung
VFD	Virtual Field Devices	gedachtes (scheinbares) Feldgerät