

DIN EN 4660-002

ICS 49.090

**Luft- und Raumfahrt –
Modulare und offene Avionikarchitekturen –
Teil 002: CFM;
Deutsche und Englische Fassung EN 4660-002:2011**

Aerospace series –
Modular and Open Avionics Architectures –
Part 002: Common Functional Modules;
German and English version EN 4660-002:2011

Série aérospatiale –
Architectures Avioniques Modulaires et Ouvertes –
Partie 002: CFM;
Version allemande et anglaise EN 4660-002:2011

Gesamtumfang 83 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Die vorliegende Norm EN 4660-002:2011 wurde von ASD-STAN, Fachbereich Elektrotechnik, unter Mitwirkung deutscher Experten des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-04-09 AA „Avionik“ im DIN Normenausschuss Luft- und Raumfahrt.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieser EN-Norm die Englische Fassung hinzugefügt.

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —
Modulare und offene Avionikarchitekturen —
Teil 002: CFM

Aerospace series —
Modular and Open Avionics Architectures —
Part 002: Common Functional Modules

Série aéronautique —
Architectures Avioniques Modulaires et Ouvertes —
Partie 002: CFM

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. Juni 2010 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
0 Einleitung.....	5
0.1 Zweck	5
0.2 Aufbau des Dokuments.....	6
1 Anwendungsbereich	7
1.1 Zusammenhang mit anderen ASAAC-Standards	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe und Abkürzungen.....	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Abkürzungen	9
3.3 In diesem Dokument angewendete Konventionen.....	11
3.3.1 Besondere Schriftarten	11
3.3.2 Namenskonventionen	11
4 CFM-Definition	11
4.1 Generisches CFM.....	12
4.1.1 Generisches CFM – Beschreibung	12
4.1.2 Generisches CFM – Anforderungen	13
4.2 Modulunterstützungseinheit.....	14
4.2.1 Modulunterstützungseinheit – Beschreibung	14
4.2.2 Modulunterstützungseinheit – Anforderungen	14
4.2.3 Modulunterstützungsschicht.....	18
4.2.4 Modulinitialisierung	19
4.3 Modulverarbeitungsfähigkeit.....	22
4.3.1 Datenverarbeitungsmodul (DPM).....	24
4.3.2 Signalverarbeitungsmodul (SPM)	24
4.3.3 Grafikverarbeitungsmodul (GPM)	25
4.3.4 Massenspeichermodul (MMM).....	26
4.3.5 Stromrichtermodul (PCM)	28
4.3.6 Netzwerkunterstützungsmodul (NSM).....	30
4.4 Netzwerkschnittstelleneinheit (NIU) und Routing-Einheit (RU)	31
4.4.1 NIU und RU – Beschreibung	31
4.4.2 NIU und RU – Anforderungen.....	32
4.5 Element für die Stromversorgung des Moduls.....	32
4.5.1 Element für die Stromversorgung des Moduls – Beschreibung	32
4.5.2 Element für die Stromversorgung des Moduls – Anforderungen	33
4.6 Physikalische Modulschnittstelle (MPI)	33
4.6.1 MPI – Beschreibung	33
4.6.2 MPI – Anforderungen	33
5 Standardfunktionsmodul -Schnittstellen	33
5.1 Logische Modulschnittstelle (MLI).....	33
5.1.1 MLI – Beschreibung.....	33
5.1.2 MLI – Anforderungen.....	34
5.2 Physikalische Modulschnittstelle (MPI)	34
5.2.1 MPI – Beschreibung	34
5.2.2 MPI – Anforderungen	34
5.3 MOS-Schnittstelle	34
5.3.1 MOS-Schnittstelle – Beschreibung	34
5.3.2 MOS-Schnittstelle – Anforderungen	35
6 CFM-Systemunterstützung und Leitlinien	35
6.1 Fehlerbehandlung.....	35
6.2 Fehlererkennung.....	35
6.3 Fehlermaskierung.....	36

6.4	Fehlereingrenzung	36
6.5	Sicherheit und Sicherung	37
6.5.1	Sicherheit	37
6.5.2	Sicherung	37
Anhang A (informativ) Leistungsdatenblätter für sämtliche Standardfunktionsmodule		39
A.1	Datenverarbeitungsmodul	39
A.2	Signalverarbeitungsmodul	40
A.3	Grafikverarbeitungsmodul	41
A.4	Massenspeichermodul	41
A.5	Netzwerkunterstützungsmodul	42
A.6	Stromrichtermodul	42

Bilder

Bild 1	— Hierarchie der Dokumentation der ASAAC-Standards	5
Bild 2	— Funktionsdarstellung eines generischen CFM	12
Bild 3	— IMA-Standardfunktionsmodule – Graphische Darstellung des Aufbaus	23
Bild 4	— Funktionen der Stromverteilungsarchitektur des PCM	29
Bild 5	— Funktionen des Stromversorgungselements	32
Bild 6	— Software-Architekturmodell – Dreischichtenmodell	35

Tabellen

Tabelle 1	— Eingebettete CFM-Informationen – Nur Lesen	15
Tabelle 2	— Eingebettete CFM-Informationen – Lesen/Schreiben	16
Tabelle 3	— Ausgangskenngößen des PCM	30
Tabelle 4	— Kenngößen der PSE-Eingangsspannungen	33
Tabelle A.1	— Leistungsdatenblatt für ein DPM	39
Tabelle A.2	— Leistungsdatenblatt für ein SPM	40
Tabelle A.3	— Leistungsdatenblatt für ein GPM	41
Tabelle A.4	— Leistungsdatenblatt für ein MMM	41
Tabelle A.5	— Leistungsdatenblatt für ein NSM	42
Tabelle A.6	— Leistungsdatenblatt für ein PCM	42

Vorwort

Dieses Dokument (EN 4660-002:2011) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

0 Einleitung

0.1 Zweck

Dieses Dokument wurde auf der Grundlage der zweiten Phase des ASAAC-Programms (ASAAC Phase II Contract) erarbeitet.

Zweck des ASAAC-Programms sind die Definition und die Validierung einer Reihe von Standards, Konzepten und Leitlinien für offene A3-Architekturen (Advanced Avionics Architectures), mit denen die drei ASAAC-Hauptzielsetzungen des Programms erfüllt werden sollen. Die im Rahmen des Programms erarbeiteten Standards, Konzepte und Leitlinien sollen sowohl für neue Flugzeuge als auch für Programmaktualisierungen anwendbar sein.

Die drei Hauptzielsetzungen des ASAAC-Programms sind:

1. die Senkung der Kosten während des Lebenszyklus.
2. die Verbesserung der Leistung bei der Erfüllung der Mission.
3. die Verbesserung der Leistung während des Betriebs.

Die Standards sind als eine Gruppe von Dokumenten organisiert, die Folgendes umfassen:

- Eine Reihe von vereinbarten Standards, die mit Hilfe eines Top-down-Ansatzes den Überblick über die Architektur aller Schnittstellen beschreiben, die zur Implementierung des Kerns von Avioniksystemen erforderlich sind,
- Die Leitlinien für die Systemimplementierung durch Anwendung der Standards.

Es folgt ein Überblick über die Dokumentenhierarchie: *(das aktuelle Dokument ist in diesem Bild hervorgehoben)*

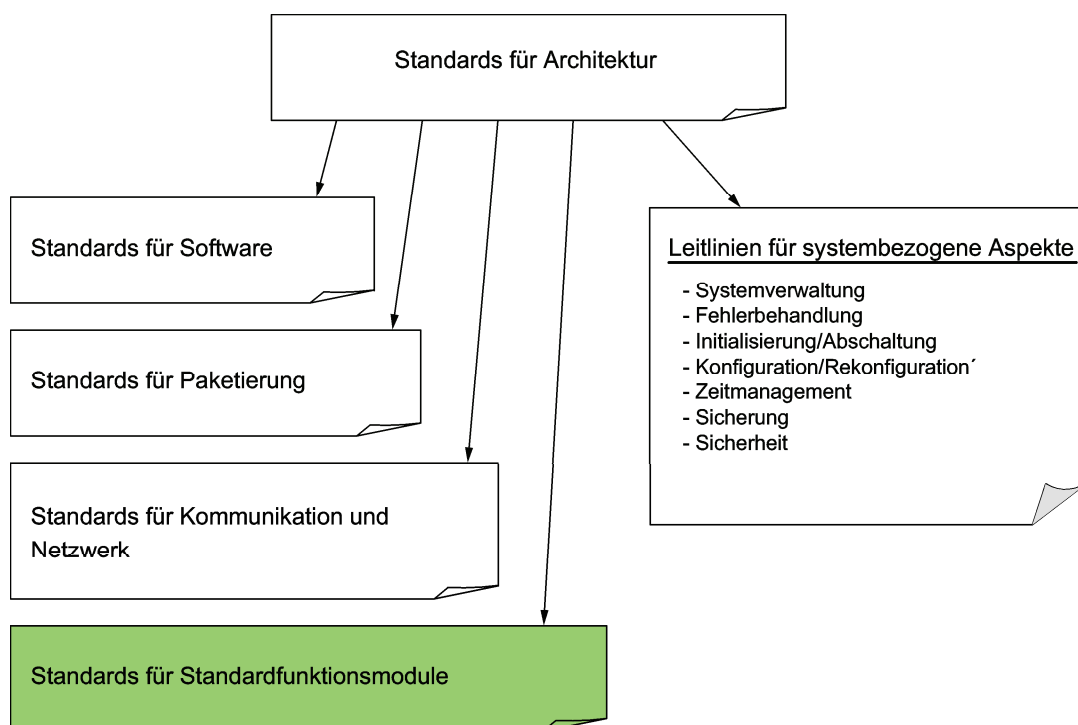


Bild 1 — Hierarchie der Dokumentation der ASAAC-Standards

0.2 Aufbau des Dokuments

Das vorliegende Dokument enthält die folgenden Abschnitte:

Abschnitt 1, Anwendungsbereich des Dokuments.

Abschnitt 2, Normative Verweisungen.

Abschnitt 3, Begriffe und Abkürzungen.

Abschnitt 4 und Abschnitt 5 Definition des CFM-Konzepts, Anforderungen und Standards.

Abschnitt 6, Leitlinien zur Implementierung der Standards.

Am Ende des Dokuments findet sich für jedes CFM ein Leistungsdatenblatt. Diese Datenblätter enthalten eine Liste von Attributen, die vom Systemplaner zu definieren und vom CFM-Anbieter zu verwenden sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm definiert die Funktionalität und wesentliche Schnittstellen für das Standardfunktionsmodul (Common Functional Module, CFM), um dessen Interoperabilität sicherzustellen, und enthält Entwurfsleitlinien als Unterstützung für die Implementierung derartiger CFM. Dieses Dokument ist Teil einer Reihe von Normen, die ein integriertes modulares Avioniksystem definieren, das den Vorgaben des ASAAC-Standards (Allied Standard Avionics Architecture Council) entspricht.

Die Definition von Schnittstellen und Funktionalitäten erlaubt einen CFM-Entwurf, der mit allen anderen CFM nach diesem Standard interoperabel ist, der technologisch transparent ist, der für einen Markt mit einer Vielzahl von Herstellern offen ist und COTS-Technologien am wirkungsvollsten nutzen kann.

Obwohl die physikalische Organisation und Implementierung eines CFM dem Hersteller überlassen bleiben sollte, ist es im Sinne der wirkungsvollsten Nutzung der aktuellen Technologien notwendig, für jedes CFM eine Struktur zu definieren, um eine logische Definition des CFM mit einer definierten Funktionalität zu erhalten. Die Definition umfasst:

- Das generische CFM, das die für den gesamten CFM-Satz geltende generische Funktionalität definiert. Die generische Funktionalität ist in 4.1 definiert.
- Die Verarbeitungsfähigkeit, welche die spezielle Funktionalität definiert, die jedem CFM-Typ im Satz zugeordnet ist. Diese Funktionalität ist in 4.3 definiert.
- Die logischen und physikalischen Schnittstellen, die eine Interoperabilität von CFM und ihren Austausch untereinander ermöglichen; diese Schnittstellen sind in Abschnitt 6 definiert.
- Die von einem CFM zur Unterstützung des Systembetriebs benötigte Funktionalität ist in Abschnitt 6 definiert.

1.1 Zusammenhang mit anderen ASAAC-Standards

Die Definition des vollständigen CFM ist durch folgende ASAAC-Standards abgedeckt:

- mechanische Eigenschaften und physikalische Schnittstellen des CFM — ASSAC-Standards für Paketierung.
- Kommunikationsfunktionen des CFM — ASAAC-Standards für Software.
- Netzwerkschnittstelle des CFM — ASAAC-Standards für Kommunikation und Netzwerk.
- Softwarearchitektur des CFM — ASAAC-Standards für Software.
- Funktionsanforderungen des CFM — vorliegendes Dokument.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 4660-001, *Luft- und Raumfahrt — Modulare und offene Avionikarchitekturen — Teil 001: Architektur*

EN 4660-003, *Luft- und Raumfahrt — Modulare und offene Avionikarchitekturen — Teil 003: Kommunikation/Netzwerk*

EN 4660-004, *Luft- und Raumfahrt — Modulare und offene Avionikarchitekturen — Teil 004: Paketierung*

EN 4660-005, *Luft- und Raumfahrt — Modulare und offene Avionikarchitekturen — Teil 005: Software*

ISO 1540, *Aerospace — Characteristics of aircraft electrical systems*

ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01, *Final Draft of Guidelines for System Issues*¹⁾

- *Volume 1 — System Management.*
- *Volume 2 — Fault Management.*
- *Volume 3 — Initialisation and Shutdown.*
- *Volume 4 — Configuration / Reconfiguration.*
- *Volume 5 — Time Management.*
- *Volume 6 — Security.*
- *Volume 7 — Safety.*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

In der vorliegenden Norm werden die Begriffe „muss/müssen“, „sollte/sollten“ und „darf/dürfen“ wie folgt verwendet:

- MUSS/MÜSSEN drückt eine verbindliche Anforderung dieser Norm aus.
- SOLLTE/SOLLTEN drückt eine Empfehlung oder einen Ratschlag zur Implementierung einer verbindlichen Anforderung der Norm aus. Es wird erwartet, dass diese Empfehlung bzw. dieser Ratschlag befolgt wird, sofern nicht gute Gründe dafür angegeben sind, dies nicht zu tun.
- DARF/DÜRFEN drückt eine zulässige Praktik oder Handlung aus. Dabei handelt es sich nicht um eine verbindliche Anforderung der Norm.

Offenes System: Ein System mit Merkmalen, die festgelegten, öffentlich gepflegten und leicht verfügbaren Standards oder Normen entsprechen und daher mit anderen Systemen verbunden werden können, die denselben Standards oder Normen entsprechen.

¹⁾ Herausgegeben von: Allied Standard Avionics Architecture Council.

3.2 Abkürzungen

Abkürzung	Englisch	Deutsch
2D	Two Dimensional	zweidimensional
3D	Three Dimensional	dreidimensional
A3	Advanced Avionics Architecture	fortgeschrittene Avionikarchitektur
AGT	Absolute Global Time	absolute globale Zeit
ALT	Absolute Local Time	absolute lokale Zeit
APOS	Application to Operating System Interface	Schnittstelle Anwendungsschicht/ Betriebssystemschiicht
ASAAC	Allied Standard Avionics Architecture Council	–
BIT	Built-in Test	Selbsttest
CBIT	Continuous BIT	kontinuierlicher BIT
CFM	Common Functional Module	Standardfunktionsmodul
CORBA	Common Object Request Broker Architecture	allgemeine Architektur für Vermittler von Objekt-Anforderungen
COTS	Commercial Off The Shelf	seriengefertigte kommerzielle Produkte
CRC	Cyclic Redundancy Check	zyklische Blockprüfung
dc	Direct Current	Gleichstrom
DPM	Data Processing Module	Datenverarbeitungsmodul
DSP	Digital Signal Processor	digitaler Signalprozessor
EDAC	Error Detection And Correction	Fehlererkennung und -korrektur
FFT	Fast Fouriert Transformation	schnelle Fourier-Transformation
FIR	Finite Impulse response Filter	Filter mit endlicher Impulsantwort
FMECA	Fault Mode Effect and Criticality Analysis	Ausfallart-, Ausfallauswirkungs- und Ausfallbedeutungsanalyse
GPM	Graphic Processing Module	Grafikverarbeitungsmodul
GSM	Generic System Management	generische Systemverwaltung
HW	Hardware	–
HDD	Head-Down Display	unterhalb der Blickrichtung angeordnete Anzeige
HMD	Helmet Mounted Display	im Helm angeordnete Anzeige
HUD	Head-Up Display	im Sichtfeld angeordnete Anzeige
IBIT	Initiated BIT	eingeleiteter BIT
ID	Identification	Kennung
IDL	Interface Definition Language	Schnittstellendefinitionssprache
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	–
IFFT	Inverse Fast Fourier Transformation	inverse schnelle Fourier-Transformation
IMA	Integrated Modular Avionics	Integrierte Modulare Avionik
ISO	International Standards Organisation	Internationale Organisation für Normung
ITM	Integrated Test and Maintenance	integrierte Prüfung und Wartung
JTAG	Joint Test Action Group	–
MC	Module Controller	Modulkontroller
MIS	Module Initialisation Support	Modulinitialisierungsunterstützung
MLI	Module Logical Interface	logische Modulschnittstelle

(fortgesetzt)

Abkürzung	Englisch	Deutsch
MMM	Mass Memory Module	Massenspeichermodul
MOS	Module Support Layer to Operating System Interface	Schnittstelle Modulunterstützungsschicht/ Betriebssystemschiicht
MPI	Module Physical Interface	physikalische Modulschnittstelle
MSL	Module Support Layer	Modulunterstützungsschicht
MSU	Module Support Unit	Modulunterstützungseinheit
MTP	Maintenance Test Port	Wartungs- und Prüfport
N/A	Not Applicable	nicht anzuwenden
NIU	Network Interface Unit	Netzwerkschnittstelleneinheit
NSM	Networt Support Module	Netzwerkunterstützungsschicht
OMG	Object Management Group	Objektverwaltungsgruppe
O/P	Output	Ausgang
OS	Operating System	Betriebssystem
OSL	Operating System Layer	Betriebssystemschiicht
PBIT	Power-up / power-down BIT	BIT bei Einschalten / Ausschalten
PCM	Power Conversion Module	Stromrichtermodul
PCU	Power Conversion Unit	Stromrichtereinheit
PE	Processing Element	Verarbeitungselement
PMS	Power Management System	Energieverwaltungssystem
PSA	Power Switch Array	Leistungsschaltfeld
PSE	Power Supply Element	Stromversorgungselement
PU	Processing Unit	Verarbeitungseinheit
RC	Reference Clock	Referenzuhr
RLT	Relative Local Time	relative lokale Zeit
RTBP	Runtime Blueprints	Laufzeit-Blueprints
RU	Routing Unit	Routing-Einheit
SPM	Signal Processing Module	Signalverarbeitungsmodul
TC	Transfer Connection	Transferverbindung
TLS	Three Layer Stack	Dreischichtenmodell
Vdc	Voltage dc	Gleichspannung

3.3 In diesem Dokument angewendete Konventionen

Die in allgemeine Architektur für Vermittler von Objekt-Anforderungen (CORBA) 2.3 definierte Schnittstellen-definitionsprache (IDL) wird verwendet, um die MOS-Dienste im vorliegenden Dokument als von der Programmiersprache unabhängige Dienste auszudrücken.

Folgende Konventionen werden in diesem Dokument angewendet:

3.3.1 Besondere Schriftarten

Wörter mit einer besonderen Bedeutung erscheinen in besonderen Schriftarten oder Schriftstilen. Alle Codeauflistungen, reservierten Wörter und die Namen tatsächlicher Datenstrukturen, Konstanten und Routinen sind in Courier dargestellt.

3.3.2 Namenskonventionen

Namen von Parametern und Variablen enthalten ausschließlich Wörter in Kleinbuchstaben, die durch Unterstrich voneinander getrennt sind.

BEISPIEL `vc_message`

ANMERKUNG Groß- und Kleinbuchstaben werden als derselbe Buchstabe behandelt.

4 CFM-Definition

Standardfunktionsmodule (CFM) sind schnell vor Ort auswechselbare Elemente, die in einem dem ASAAC-Standard entsprechenden IMA-System Rechen-, Netzwerk- und Umrichtfähigkeit ermöglichen. Die folgenden Module wurden für die Verwendung in einem IMA-Kernsystem definiert:

- Signalverarbeitungsmodul (SPM).
- Datenverarbeitungsmodul (DPM).
- Graphikverarbeitungsmodul (GPM).
- Massenspeichermodul (MMM).
- Netzwerkunterstützungsmodul (NSM).
- Stromrichtermodul (PCM).

Diese CFM entsprechen dem in diesem Abschnitt definierten generischen CFM-Format.

Es wird davon ausgegangen, dass für jede spezifische Projektimplementierung eine Systementwurfsspezifikation erstellt wird, in der die Leistungsanforderungen für jedes CFM im Einzelnen dargelegt sind.

4.1 Generisches CFM

4.1.1 Generisches CFM – Beschreibung

Die interne Architektur jedes CFM besteht aus einer Menge von Funktionselementen, die auf jede CFM-Implementierung angewendet werden. Diese sind in Bild 2 dargestellt und im Anschluss beschrieben. Alle Funktionen, ausgenommen der Verarbeitungseinheit, sind für jeden CFM-Typ generisch.

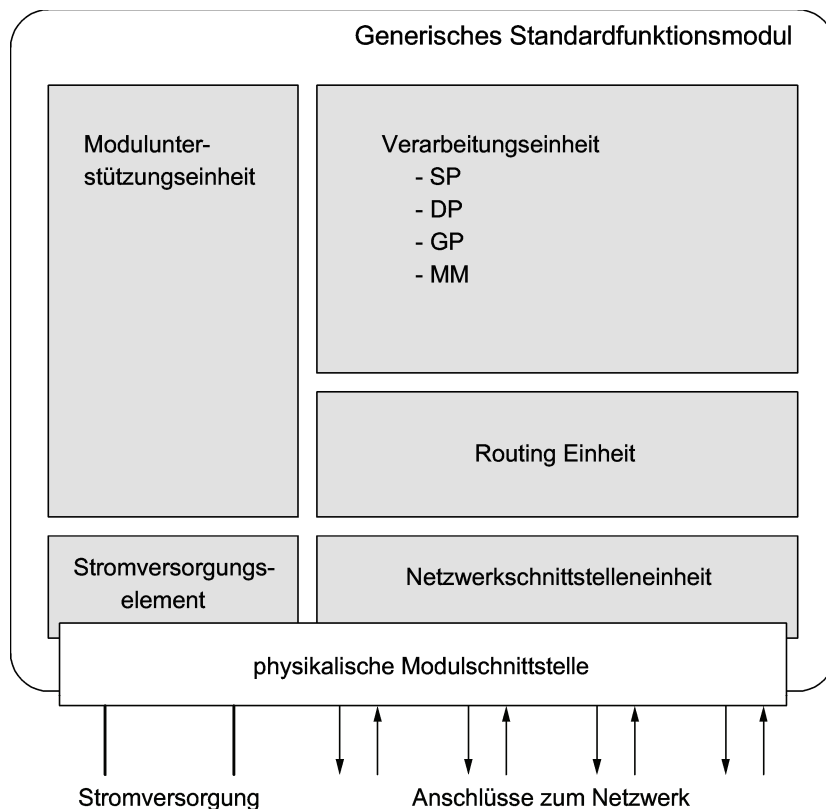


Bild 2 — Funktionsdarstellung eines generischen CFM
(PCM und NSM siehe Bild 3)

- Die Modulunterstützungseinheit (MSU) steuert und überwacht das Modul und stellt allgemeine Funktionen wie Selbsttest-Steuerung (BIT), Modulinitialisierung, Zeitmanagement, Statusaufzeichnung/-berichte und Unterstützung für MLI (Abschnitt 5), Systemverwaltung und Debugging bereit.
- Die Verarbeitungseinheit (PU) stellt die besonderen Funktionen eines CFM bereit, zum Beispiel Datenverarbeitung, Signalverarbeitung, Massenspeicher. Diese sind in 4.3 definiert.
- Die physikalische Modulschnittstelle (MPI) definiert die physikalischen Merkmale des Moduls und implementiert die mechanischen, optischen und elektrischen Schnittstellen und die Schnittstellen für die Kühlung. Diese sind in Abschnitt 5 beschrieben und in EN 4660-004 vollständig definiert.
- Die Routing-Einheit (RU) stellt die interne Kommunikationsfähigkeit des CFM bereit und verbindet die Netzwerkschnittstelleneinheit (NIU) mit der Verarbeitungseinheit (PU) und der Modulunterstützungseinheit (MSU). Darüber hinaus ermöglicht die RU eine direkte Kopplung zwischen einer Netzeingangsverbindung und einer Netzausgangsverbindung. Die RU wird durch die MSU gesteuert.

- Die Netzwerkschnittstelleneinheit (NIU) führt die externe Kommunikationsfähigkeit aus, indem sie eine Schnittstelle zwischen dem Netzwerk außerhalb des Moduls und den durch die RU implementierten modulinternen Datenwegen herstellt. Die NIU unterstützt die Implementierung des Kommunikationsteils und des Netzwerkeigenschaftsteils der logischen Modulschnittstelle (MLI). Definiert sind diese in EN 4660-005 bzw. EN 4660-003. Außerdem unterstützt die NIU eine Netzwerkconfiguration in Verbindung mit der MSU.
- Das Stromversorgungselement (PSE) wandelt die externe Versorgungsspannung in die entsprechenden internen Versorgungsspannungen um. Darüber hinaus ist durch das PSE für eine Konsolidierung redundanter mehrfacher Leistungsaufnahmen zu sorgen. Die Stromversorgungsarchitektur ist in EN 4660-001 definiert.

Das CFM muss Hardwarekomponenten, die die mechanische und elektrische Funktionalität und die physikalischen Schnittstellen des CFM implementieren, sowie unter dem Sammelbegriff „Modulunterstützungsschicht“ (MSL) zusammengefasste Softwarekomponenten enthalten. Die MSL stellt in Verbindung mit der Hardware die Funktionsanforderungen und die logischen Schnittstellen bereit, die in den jeweiligen in 1.1 vorgestellten ASAAC-Standards definiert sind.

Das CFM umfasst folgende Schnittstellen, die in Abschnitt 5 ausführlicher beschrieben sind:

- Die physikalische Modulschnittstelle (MPI), die die physikalischen Eigenschaften des CFM definiert, einschließlich der mechanischen, optischen und elektrischen Schnittstellen und der Schnittstellen für die Kühlung.
- Die logische Modulschnittstelle (MLI), die die logische Kommunikation und die Befehlsschnittstelle des CFM definiert.
- Die Schnittstelle zwischen der Modulunterstützungsschicht (MSL) und dem Betriebssystem, die MOS, die einen generischen, technologieunabhängigen Zugriff auf die Ressourcen niedriger Ebene eines CFM und die Kommunikationsschnittstelle zu den übrigen CFM bietet.

4.1.2 Generisches CFM – Anforderungen

Alle CFM nach der vorliegenden Norm müssen den nachfolgenden Anforderungen entsprechen:

- über sämtliche in Bild 2 für DPM, SPM, MMM und GPM gezeigten Funktionselemente verfügen. Zu PCM und NSM siehe Bild 3.
- eine Verarbeitungshardware bereitstellen, die die Anforderungen an ein offenes System (siehe Definition unter 3.1) erfüllt.
- die Aufnahme und Anwendung von brancheneigenen und militärischen Standards und Normen und Technologien sowie die Wiederverwendung von Software fördern.
- integrierte Mittel zur Diagnose (Selbsttest) und Fehlereingrenzung bereitstellen, um Fehlertoleranz, Fehlerbehandlung, Rekonfiguration und Wartung zu unterstützen.
- der Definition der physikalischen Modulschnittstelle (MPI) (siehe EN 4660-002) sowie 4.6 entsprechen.
- mindestens eine Eingangs- und eine Ausgangsverbindung zum Netzwerk unterstützen. Die Anzahl der Verbindungen hängt vom Modultyp und der Systemimplementierung ab.
- der Definition der MOS entsprechen und die erforderliche Unterstützungssoftware in der MSL bereitstellen. Diese Software muss außerdem den in EN 4660-005 definierten Anforderungen entsprechen. Das NSM ist von dieser Anforderung ausgenommen.
- die gemeinsamen Kommunikationsdienste innerhalb der MOS bereitstellen, um Zugriff auf die Netzressourcen zu ermöglichen (siehe EN 4660-003).

- der MLI-Definition entsprechen. Zu beachten ist, dass das NSM der jeweiligen Teilmenge entsprechen muss (siehe EN 4660-005).
- in höheren Sprachen programmierbar sein.
- Zeitsynchronisation ermöglichen. Es ist zu beachten, dass NSM und MMM über eine zusätzliche Zeitverteilungsfähigkeit verfügen.
- sicherstellen, dass die interne Kommunikationsbandbreite mit der externen Kommunikation kompatibel ist.
- der in EN 4660-001 festgelegten Stromversorgungsarchitektur entsprechen.
 - die zweite Stufe der Stromversorgungsarchitektur bereitstellen.
 - in der Lage sein, in einer fehlertoleranten Konfiguration zu arbeiten, d. h. es muss möglich sein, die Stromversorgung eines CFM (außer PCM) von zwei oder mehr PCM zu konsolidieren.

4.2 Modulunterstützungseinheit

Dieser Abschnitt behandelt die von der MSU bereitgestellte generische Funktionalität.

4.2.1 Modulunterstützungseinheit – Beschreibung

Die Modulunterstützungsfunktionalität wird durch das logische Element der MSU bereitgestellt. Die MSU steuert und überwacht alle Aktivitäten für ein DPM, SPM, GPM und MMM. Sie stellt sämtliche Funktionen und Dienste bereit, die für die Systemverwaltung, die externe und interne Kommunikation und die Modulverwaltung erforderlich sind. EN 4660-005 enthält Leitlinien zu diesen Funktionen. Um die Flexibilität für die Steuerung unterschiedlicher Arten von Modulen zu erreichen, darf ein als Modulkontroller (MC) bezeichneter Universalprozessor verwendet werden.

4.2.2 Modulunterstützungseinheit – Anforderungen

In den folgenden Unterabschnitten sind die Dienste und Fähigkeiten beschrieben, die von der MSU bereitgestellt werden müssen.

4.2.2.1 Eingebettete CFM-Informationen

Jedes CFM muss Informationen zu bestimmten Merkmalen des CFM selbst enthalten. Um sicherzustellen, dass bei einem Wegfall der Stromversorgung keine Informationen verloren gehen, müssen sich diese Informationen in einem nicht flüchtigen Speicher befinden.

Die zu speichernden Informationen sind wie folgt zu unterscheiden:

- Nur Lesen (schreibgeschützt): Informationen, die nach der Definition und Programmierung während des Betriebs nicht verändert werden können. Nur der ursprüngliche Hersteller darf in der Lage sein, diese Daten zu programmieren oder zu modifizieren. Dazu gehören Daten zur Identität des Herstellers, CFM-Typ, Los-Nummer usw., die die Identität des CFM widerspiegeln. Die erforderlichen abrufbaren Informationen sind in Tabelle 1 aufgeführt.
- Lesen/Schreiben: Informationen, die immer dann aktualisiert werden können, wenn das Modul in Betrieb ist. Dazu gehören Daten wie Betriebszeit, ausgeführte Wartungstätigkeiten, Betriebsprotokoll usw., die den Betriebsverlauf des CFM widerspiegeln. Die erforderlichen Informationen, die zur Verfügung stehen müssen, sind in Tabelle 2 aufgeführt. Fehlerprotokollierung ist gesondert in 4.2.2.3 behandelt.

Auf die schreibgeschützten Informationen muss mit Hilfe der folgenden Verfahren zugegriffen werden können:

- durch Abfrage des Wartungs- und Prüfport, einer ausführlich in 4.2.2.6 behandelten Funktion.
- durch Verwendung von MOS-Diensten, definiert in EN 4660-005.

Tabelle 1 — Eingebettete CFM-Informationen – Nur Lesen

Name	Definition	Typ	Länge in Bytes	Gültigkeitsbereich	Zugriff über
manufacturer_id	Kennung des Herstellers	String	30	global	moduleInfo/MTP
serial_id	Seriennummer	unsigned Short		speziell für einen einzelnen Hersteller	moduleInfo/MTP
prod_batch_date	Herstellungsdatum (Woche: 2 Jahr: 4)	String	6	N/A	MTP
cfm_type	CFM-Standardtyp (SPM, DPM, GPM, MMM, NSM, PCM)	String	10	global	moduleInfo/MTP
hw_version	Hardwareversion	unsigned Short		speziell für einen einzelnen Hersteller	MTP
msl_version	Version des im CFM gespeicherten MSL-Codes	unsigned Short		speziell für einen einzelnen Hersteller	MTP
standard_mpi_version_compliance	Version des MPI-Standards, dem das CFM entspricht	unsigned Short		global	MTP
standard_mos_version_compliance	Version des MOS-Standards, dem das CFM entspricht	unsigned Short		global	moduleInfo/MTP
standard_mli_version_compliance	Version des MLI-Standards, dem das CFM entspricht	unsigned Short		global	moduleInfo/MTP
num_network	Anzahl der unterschiedlichen Netzwerkschnittstellen am CFM	unsigned Short		speziell für CFM	moduleInfo/MTP
num_pe	Anzahl der auf dem CFM residenten PE	unsigned Short		speziell für CFM	moduleInfo/MTP
Für jede auf dem CFM residente Netzwerkschnittstelle					
network_if_id	Kennung der Netzwerkschnittstelle	unsigned Short		speziell für CFM	moduleInfo/MTP
network_if_type	Art der Netzwerkschnittstelle (variabler Gültigkeitsbereich muss alle möglichen Arten von Netzwerkschnittstellen abdecken)	String	10	global	moduleInfo/MTP
Für jedes auf dem CFM residente PE					
pe_id	PE-Kennung	unsigned Short		speziell für CFM	moduleInfo/MTP
pe_type	Art des PE (variabler Gültigkeitsbereich muss alle möglichen Arten von Netzwerkschnittstellen abdecken)	String	10	global	moduleInfo/MTP
pe_performance	Genormte Leistung durch PE in MOPS ermöglicht	unsigned Long		speziell für PE	moduleInfo/MTP
pe_nonvol_memory	Größe des in jedem PE verfügbaren nicht flüchtigen Speichers, in MB	unsigned Long		speziell für PE	moduleInfo/MTP
pe_vol_memory	Größe des in jedem PE verfügbaren flüchtigen Speichers, in MB	unsigned Long		speziell für PE	moduleInfo/MTP
pe_num_timer	Anzahl der Zeitgeber im PE	unsigned Short		speziell für PE	moduleInfo/MTP

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Name	Definition	Typ	Länge in Bytes	Gültigkeitsbereich	Zugriff über
Für jeden Zeitgeber in jedem auf dem CFM residenten PE					
pe_timer_id	Zeitgeber-Kennung	unsigned Short		speziell für PE	moduleInfo/MTP
pe_timer_resolution	Auflösung des Zeitgebers, in ns	unsigned Short		speziell für PE-Zeitgeber	moduleInfo/MTP

Tabelle 2 — Eingebettete CFM-Informationen – Lesen/Schreiben

Name	Definition	Typ	Länge in Bytes	Zugriff über
operational_hours	Anzahl der Betriebsstunden des CFM (Auflösung = 1 min)	unsigned Long		moduleStatus/ MTP: nur lesen
maintenance_log	Protokoll, das die Wartungshistorie des CFM beschreibt. Ein Protokolleintrag muss Folgendes umfassen: - Zeitstempel (Betriebsstunden) - Kennung der Wartungsperson - Kennung der ausgeführten Wartungstätigkeiten	unsigned Long	Bis zu 256 Bytes je Eintrag	readLogDevice: nur lesen MTP: lesen/ schreiben
		String	30	
		String	222	
system_log	Protokoll, das die Nutzungshistorie des CFM beschreibt. Ein Protokolleintrag muss Folgendes umfassen: - Zeitstempel (Betriebsstunden) - Relevante Systemkennung	unsigned Long	32 Bytes je Eintrag	readLogDevice/ MTP: nur lesen writeLogDevice: nur schreiben
		String	28	
cfm_status	Aktueller Status des CFM: OK, Fehler, PBIT wird durchgeführt, IBIT wird durchgeführt usw.	String	10	moduleStatus/ MTP: nur lesen

4.2.2.2 Selbsttestfähigkeit (BIT)

Jedes CFM muss entsprechende Hardware- und Software-Ressourcen bereitstellen, um eine Fehlererkennung in seinen eigenen Ressourcen entsprechend den folgenden drei BIT-Fähigkeiten zu ermöglichen:

- BIT bei Einschalten/Ausschalten (PBIT) – führt den Selbsttest im Anschluss an das Einschalten des Moduls durch. Mit dem PBIT muss vor Herunterladen des Operationscodes überprüft werden, ob die auf dem CFM verfügbaren Ressourcen in vollem Umfang betriebsfähig sind. Einzelheiten zur Initialisierung sind in 4.2.4 angegeben.
- kontinuierlicher BIT (CBIT) -CBIT muss als eine Hintergrundaktivität während des normalen Betriebs des CFM durchgeführt werden.
- eingeleiteter BIT (IBIT): IBIT muss durchgeführt werden, wenn er von einer anderen Entität eingeleitet wird. Nach Einleitung des IBIT muss der normale Betrieb des CFM unterbrochen und der IBIT durchgeführt werden. Nach Beendigung des IBIT muss das CFM zum normalen Betrieb zurückkehren.

Mit Ausnahme des Ergebnisses „CBIT bestanden“ müssen sämtliche Ergebnisse des Selbsttests im Fehlerprotokoll festgehalten werden. Die Anforderungen an die Fehlerprotokollierung sind im 4.2.2.3 angegeben.

4.2.2.3 Fehlerprotokollierung

Jedes CFM muss ein in einem nicht flüchtigen Speicher implementiertes Fehlerprotokoll bereitstellen. Jeder Protokolleintrag muss mit einem Zeitstempel versehen werden.

Das Fehlerprotokoll muss für Prüfungen und Wartungsarbeiten außerhalb des Flugzeugs über den in 4.2.2.6 beschriebenen MTP zugänglich sein.

Einzelheiten zur Fehlerbehandlung sind in den ASAAC-Leitlinien für die Fehlerbehandlung enthalten; siehe ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01 (Band 2).

ANMERKUNG Das Fehlerprotokoll sollte lesbar sein, ohne dass das restliche Modul mit Strom versorgt werden muss. Daher sollte der Prüfkonnektor Leistungseingänge bereitstellen, die direkt zu der zur Implementierung des Protokolls verwendeten Speicherhardware führen.

4.2.2.4 Zeitmanagement

Das CFM muss Zeitgeber zur Unterstützung der unten aufgeführten Zeitmanagementfunktionen bereitstellen. Diese müssen von einer externen Quelle aus mit Hilfe von Nachrichten aus dem Netzwerk synchronisiert werden können.

- **Absolute globale Zeit (AGT):**

Hierbei handelt es sich um die Uhrzeit, die sowohl innerhalb als auch außerhalb des Flugzeugs universell bekannt ist und als Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute und Sekunde angegeben wird, erforderlichenfalls mit Angabe von Bruchzahlen bei den Sekunden. Auflösung und Genauigkeit müssen in der Systementwurfsspezifikation angegeben werden. Die Auflösung muss mindestens 1 ms betragen.

- **Absolute lokale Zeit (ALT):**

Dies ist die Zeit am Ort, an dem sich das Flugzeug befindet; sie hat eine höhere Auflösung als die absolute globale Zeit. Die absolute lokale Zeit muss für Anwendungssynchronisierung und Planung verwendet werden. Ihre Auflösung sollte in der Größenordnung von zweistelligen Mikrosekunden und ihre Genauigkeit bei zweistelligen Nanosekunden liegen. Die präzise Auflösung und Genauigkeit müssen in der Systementwurfsspezifikation festgelegt werden.

- **Relative lokale Zeit (RLT):**

Die relative lokale Zeit hat eine höhere Auflösung als die beiden oben genannten Zeitreferenzen und wird für eine enge Synchronisierung eng gekoppelter Rechenprozesse verwendet. Die RLT sollte eine Auflösung von weniger als 1 Mikrosekunde besitzen. Die präzise Auflösung und Genauigkeit für die RLT sind in der Systementwurfsspezifikation festzulegen.

Das ASAAC Zeitmanagementkonzept ist in ASAAC Standards für Systemverwaltung und Fehlerbehandlung in ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01 (Band 2) festgelegt.

4.2.2.5 Betriebsstunden

Jedes CFM muss einen nicht flüchtigen Zähler für die Betriebszeit bereitstellen. Dieser Zähler muss Stunden und Minuten festhalten und insgesamt mindestens 100 000 Stunden erfassen können.

Für Prüfungen und Wartungsarbeiten müssen die Betriebsstunden über dem in 4.2.2.6 beschriebenen Wartungs- und Prüfport zugänglich sein. Das Format der Betriebsstunden ist in Tabelle 2 angegeben.

4.2.2.6 Wartungs- und Prüfport (MTP)

Jedes CFM muss einen Port für Wartungsarbeiten und Prüfungen bereitstellen, der für eine integrierte Prüfung und Wartung (ITM) den Zugriff auf interne Ressourcen ermöglicht. Als Standardzugriffsmittel darf eine mit IEEE P1149.1 (JTAG) kompatible Schnittstelle verwendet werden.

Auf den internen Ressourcen des CFM müssen mindestens folgende Operationen möglich sein:

- Fehlerprotokoll lesen, Fehlerprotokoll löschen.
- Betriebsstunden lesen.
- PBIT aktivieren, PBIT-Ergebnisse lesen.
- IBIT aktivieren, IBIT-Ergebnisse lesen.
- aktualisierte MSL-Software herunterladen.
- Zugriff von auf dem Modul befindlichen Einrichtungen zwecks CFM-Debugging und –Überwachung.

Der MTP darf nicht Teil der MPI sein, sondern darf den Zugriff erst nach Öffnen der CFM-Abdeckung gestatten.

4.2.3 Modulunterstützungsschicht

Jedes CFM muss einen unter der Sammelbezeichnung MSL zusammengefassten Satz von Softwarekomponenten umfassen. Diese Softwarekomponenten müssen für die Unterstützung und Implementierung der verschiedenen logischen Schnittstellen und Funktionen sorgen, die für die MSU und das CFM erforderlich sind.

Folgende Schnittstellen müssen von der MSL unterstützt werden:

- Schnittstelle zwischen Modulunterstützungsschicht und Betriebssystem (MOS), siehe EN 4660-005.
- logische Modulschnittstelle (MLI), siehe Abschnitt 5.
- Schnittstelle für Wartungs- und Prüfport, siehe 4.2.2.6.

Die MSL umfasst zwei Teile: die Modulinitialisierungsunterstützung (MIS) und die vollständige Modulunterstützung. Die MIS stellt die MSL-Funktionen bereit, die mindestens zum Hochfahren (Booten) des Moduls erforderlich sind; sie ist in 4.2.4 definiert.

Folgende Funktionen müssen von der MSL bereitgestellt werden:

- CFM-Ressourceninformationen.
- Speicherverwaltungsdienste – z. B. Dienste für Partitionierung, Schutz, Sperrung des Speichers, Übersetzung logischer Speicher in physikalischen Speicher.
- Dienste zur Unterbrechungsbehandlung, die Verbindung, Maskierung, Polling und Quittierung von Unterbrechungen (Interrupts) unterstützen.
- HW-Ausnahmeverwaltungsdienste, die Zugriff auf Ausnahmetabellen bieten.
- BIT-Verwaltungsdienste – z. B. Testaktivierung und Zugriff auf Modulressourcenzustände.
- Statusberichterstattung – ein Dienst, der den Status des Moduls angibt (go/no no, Fehlerbeschreibung usw.).

- HW-Zeitgeber- und Uhrenverwaltungsdienste – z. B. Kalender, Alarm und Zeittakt auf der Basis der globalen Zeit.
- Low-Level-Treiber für physikalische Schnittstellen, z. B. Low-Level-Dienste für Senden/Empfangen von Strömen nicht typisierter Informationen und Steuerung realer Geräte.
- Unterstützung der in EN 4660-005 definierten MOS-Kommunikationsdienste.
- Modulsteuerungsdienste. Diese müssen Kaltstart, Sperrung und Rücksetzung umfassen.
- Debugging-Dienste – z. B. Low-Level-Debugging-Dienste (Laden von Software, Speicher- und Registerzugriff, Einzelschrittbearbeitung (Single Stepping), SW-Unterbrechungspunkt (Breakpoint), Leistungsmessung, Ressourcenüberwachung).
- Fehlerbehandlungsunterstützung – z. B. Zugriff auf Fehlerprotokoll, Watchdog-Timer.

4.2.4 Modulinitialisierung

Jedes CFM muss zum einen über einen Boot-Prozess verfügen, der die für den CFM-Typ spezifischen Funktionen zum Starten des Moduls ausführt, und zum anderen über einen Initialisierungsprozess. Aus System-sicht kann sich ein CFM durch zwei Zustände auszeichnen:

- CFM hochgefahren.
- CFM initialisiert.

Der hochgefahrte Zustand des CFM bezeichnet den Zustand, in dem die Hardwarekomponenten erfolgreich hochgelaufen sind, die Boot-Sequenz einschließlich PBIT ausgeführt und die residente MSL gestartet wurde. In diesem Zustand muss das CFM in der Lage sein, auf einen Befehl der logischen Modulschnittstelle zu antworten. Um diese Kommunikation zu ermöglichen, muss das CFM eine voreingestellte Netzwerkverbindung, die Transferverbindung (TC), bereitstellen. Zur Definition der TC siehe EN 4660-005.

Ein hochgefahrenes CFM muss in der Lage sein, die zur CFM-Initialisierung erforderlichen MLI-Befehle zu verarbeiten. Diese Befehle müssen das CFM in den Initialisierungszustand versetzen, in dem das Betriebssystem (OS), der Systemmanager und die Blueprints (RTBP) heruntergeladen werden und die Systemsoftware gestartet wird. Definiert ist dieser Vorgang in den ASAAC-Leitlinien für Systemverwaltung und Fehlerbehandlung, ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01, Band 2 (Volume 2).

4.2.4.1 Modulinitialisierungsunterstützung (MIS)

Bei der MIS handelt es sich um residente Software, die beim Einschalten des CFM vorhanden ist. Die MIS ist dafür verantwortlich, das CFM in den hochgefahrenen Zustand zu versetzen. Dieser hochgefahrte Zustand ist dann erreicht, wenn die Hardwarekomponenten erfolgreich hochgelaufen sind, die Boot-Sequenz einschließlich PBIT ausgeführt und die Software eingerichtet und bereit ist, in den Initialisierungszustand einzutreten.

Bei Erreichen des hochgefahrenen Zustands muss das CFM in der Lage sein, auf Anfragen der logischen Modulschnittstelle (MLI) zu antworten (siehe EN 4660-005). Um diese Kommunikation zu ermöglichen, muss das CFM eine einzelne voreingestellte TC bereitstellen. Anschließend muss es in der Lage sein, die MLI-Befehle zu verarbeiten, die zur Beendigung der CFM-Boot-Sequenz erforderlich sind.

Die MIS darf entweder die notwendige Teilmenge der MSL-Funktionalitäten oder eine vollständige MSL sein.

Ist die MIS eine vollständige MSL, muss sie bereit sein, ein OS herunterzuladen, dessen Technologie mit der vorhandenen MSL kompatibel ist. Andernfalls muss zuerst eine MSL heruntergeladen werden, die mit dem Ausnahme-OS kompatibel ist und die auf der MIS läuft oder diese überschreibt.

Wenn die MIS eine Teilmenge der MSL ist, muss sie in der Lage sein, ein Abbild herunterzuladen, das eine vollständige MSL enthält und das auf der MIS läuft oder diese überschreibt.

Es ist zu beachten, dass ein Abbild entweder nur die MSL oder die MSL sowie zusätzlich weitere Komponenten wie OS, GSM oder RTBP enthalten kann.

Nachdem die MSL eingerichtet ist und läuft, befindet sich das CFM in einem Zustand, in dem es Komponenten wie OS, GSM oder RTBP herunterladen kann. Die Boot-Sequenz ist nun abgeschlossen.

Das MMM muss sich eigenständig selbst hochfahren. Daher muss die MIS in einem MMM speziell ausgelegt sein und sich von den übrigen MIS unterscheiden. Sie muss in der Lage sein, das MMM selbstständig von einem hochgefahrenen Zustand in einen Zustand zu versetzen, in dem der komplette ASAAC-Softwarestapel (siehe EN 4660-005) eingerichtet ist und läuft. Darüber hinaus muss sie die in 4.2.2.6 beschriebenen Wartungs- und Prüfport -Schnittstellen bereitstellen.

4.2.4.2 MIS-Schnittstellen und Anforderungen

Die unten angegebenen Funktionalitäten sind die zum Hochfahren sämtlicher CFM mindestens erforderlichen Funktionalitäten.

Die MIS muss die folgenden Funktionalitäten mindestens und als Teilmenge der MSL bereitstellen. Diese MIS-Funktionen sind die für die MLI- und MTP-Schnittstellen erforderlichen MSL-Funktionen. Definiert sind diese Dienste in EN 4660-005.

Die als Teilmenge der MSL vorliegenden Mindestfunktionalitäten, die innerhalb der MIS erforderlich sind, sind die von den MLI- und MTP-Schnittstellen benötigten Funktionalitäten. Dabei handelt es sich um:

- Abbild laden.
- PBIT-Ergebnis.
- CFM-Status.
- CFM-Information.
- Prüfnachricht.
- Routing-Tabelle laden.
- Netzwerkkonfiguration laden (nur NSM).
- Netzschalterkonfiguration laden; PCM nur, wenn es nur als Host für die MSL dienen muss.
- Zeitkonfiguration laden, NSM und PCM nur, wenn sie nur als Host für die MSL müssen.
- Wartungs- und Prüfportdienste definiert in 4.2.2.6.

4.2.4.3 Anforderungen an das Hochfahren von Modulen

Der CFM-Boot-Prozess ist speziell für die folgenden Modultypen definiert:

- Stromrichtermodul (PCM).
- Netzwerkunterstützungsmodul (NSM).
- Verarbeitungsmodule:
 - Datenverarbeitungsmodul (DPM).
 - Signalverarbeitungsmodul (SPM).
 - Graphikverarbeitungsmodul (GPM).
 - Massenspeichermodul (MMM).

4.2.4.3.1 Stromrichtermodule (PCM)

Das PCM muss folgende Boot-Prozedur bereitstellen:

- Wenn das PCM mit Strom versorgt wird, muss es automatisch PCM PBIT aktivieren. Alle PBIT-Ergebnisse sind zu erfassen und Fehler im Fehlerprotokoll festzuhalten.
- Besteht das PCM den PBIT fehlerfrei, muss es Strom an die beiden vordefinierten Ausgänge anlegen.
- Anschließend muss das PCM weitere Befehle abwarten.
- Werden während des PBIT Fehler festgestellt, muss das PCM seine Tätigkeit einstellen und darf an keinen seiner Ausgänge Strom anlegen.

Einzelheiten zur Systemverwaltung und Fehlerbehandlung eines ASAAC-Systems sind in ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01 (Band 2) umfassend festgelegt.

4.2.4.3.2 Netzwerkunterstützungsmodul (NSM)

Das NSM muss der CFM-Boot-Prozedur folgen. Diese gilt nur für die mit „nur NSM“ bezeichneten MIS-Dienste:

- Wenn das NSM mit Strom versorgt wird, muss es automatisch NSM PBIT aktivieren. Alle PBIT-Ergebnisse sind zu erfassen und Fehler im Fehlerprotokoll festzuhalten.
- Besteht das NSM den PBIT fehlerfrei, muss es automatisch eine Konfiguration entsprechend der vorgegebenen Konfiguration vornehmen.
- Anschließend muss das NSM weitere Befehle abwarten.
- Werden während des PBIT Fehler festgestellt, muss das NSM seine Tätigkeit einstellen und darf keine Konfiguration implementieren.

Einzelheiten zur Systemverwaltung und Fehlerbehandlung eines ASAAC-Systems sind in ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01 (Band 2) umfassend festgelegt.

4.2.4.3.3 Massenspeichermodul (MMM)

Das MMM muss folgende Boot-Prozedur bereitstellen:

- Wenn das MMM mit Strom versorgt wird, muss es automatisch MMM PBIT aktivieren. Alle PBIT-Ergebnisse sind zu erfassen und Fehler im Fehlerprotokoll festzuhalten.
- Besteht das MMM den PBIT fehlerfrei, muss die MIS mit dem Laden ihres Betriebssystems usw. fortfahren, wie in ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01 definiert.
- Werden während des PBIT Fehler festgestellt, muss das MMM seine Tätigkeit einstellen.

Einzelheiten zur Systemverwaltung und Fehlerbehandlung eines ASAAC-Systems sind in ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01 (Band 2) umfassend festgelegt.

4.2.4.3.4 DPM, SPM und GPM

DPM, SPM oder GPM müssen folgende Initialisierungsprozedur bereitstellen:

- Wenn Strom angelegt ist, muss CFM PBIT automatisch aktiviert werden. Alle PBIT-Ergebnisse sind zu erfassen und Fehler im Fehlerprotokoll festzuhalten.
- Besteht das CFM den PBIT fehlerfrei, muss das CFM weitere Befehle abwarten.
- Wurden Fehler festgestellt, muss das CFM seine Tätigkeit einstellen.

Einzelheiten zur Systemverwaltung und Fehlerbehandlung eines ASAAC-Systems sind in ASAAC2-GUI-32450-001-CPG Issue 01 (Band 2) umfassend festgelegt.

4.3 Modulverarbeitungsfähigkeit

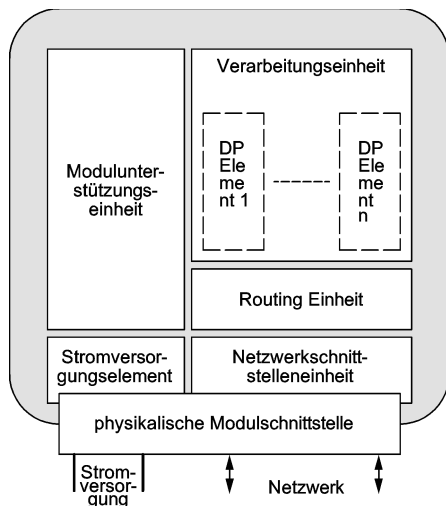
Die Modulverarbeitungsfähigkeit wird vom logischen Element, der Modulverarbeitungseinheit (PU) bereitgestellt und stellt den Teil eines Verarbeitungs-CMF dar, der sich je nach CFM-Typ unterscheidet. Die PU muss die modulspezifischen Funktionen bereitstellen, und zwar:

- Datenverarbeitung.
- Signalverarbeitung.
- Graphikverarbeitung.
- Massenspeicher.
- Stromumrichtung.

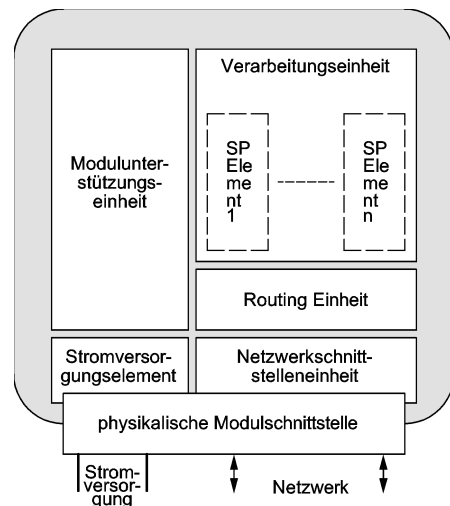
Die Verarbeitungseinheit eines CFM muss 1 bis n Verarbeitungselemente (PE1 bis PE n) enthalten. Die PEs sind eindeutig identifizierbare Verarbeitungsressourcen, die unabhängig von allen übrigen PEs im System funktionieren. Jedes PE muss einen in EN 4660-005 definierten ASAAC-kompatiblen Softwarestapel enthalten.

Die folgenden Unterabschnitte beschreiben die für die CFM-Typen spezifischen Funktionalitäten, die von jeder CFM-Typ-Implementierung zu erwarten sein müssen. Bild 3 zeigt die graphische Darstellung der betrachteten CFM-Typen.

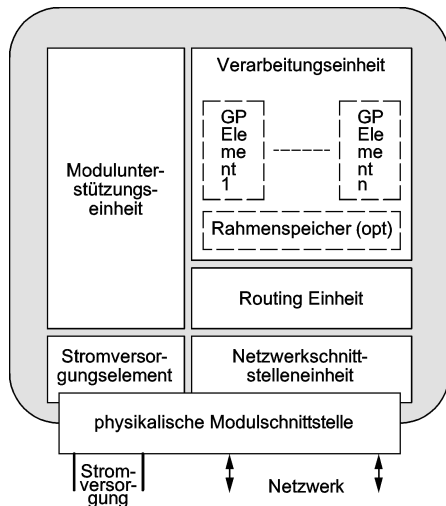
ANMERKUNG Das Netzwerkunterstützungsmodul (NSM) bildet eine Ausnahme von der Definition der Verarbeitungsfähigkeit. Obwohl es die generische CMF-Funktionalität und die physikalische Modulschnittstelle enthält, ist es im Wesentlichen ein Element des Kommunikationsnetzes und nicht eine Verarbeitungsressource. Es wurde jedoch in den folgenden Abschnitt mit aufgenommen, um die Kontinuität der CFM-Definition zu wahren.



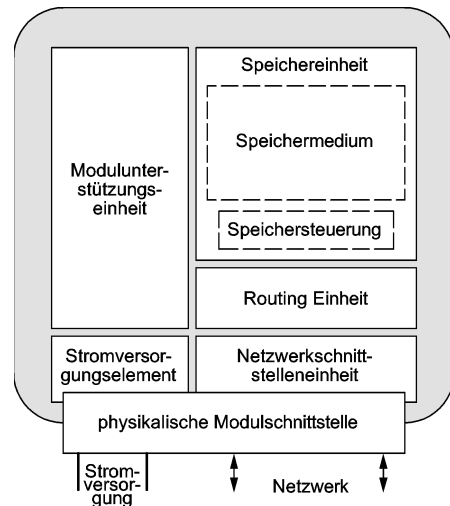
a) Datenverarbeitungsmodul



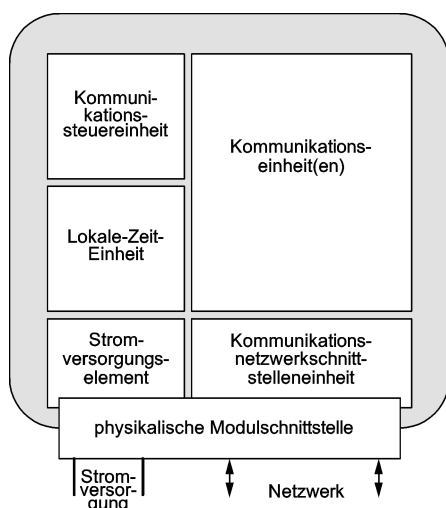
b) Signalverarbeitungsmodul



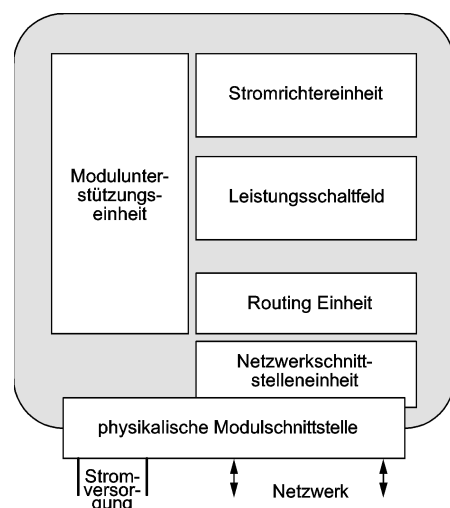
c) Graphikverarbeitungsmodul



d) Massenspeichermodul



e) Netzwerkunterstützungsmodul



f) Stromumrichtungsmodul

Bild 3 — IMA-Standardfunktionsmodule – Graphische Darstellung des Aufbaus