

DIN EN 4660-001

ICS 49.090

**Luft- und Raumfahrt –
Modulare und offene Avionikarchitekturen –
Teil 001: Architektur;
Deutsche und Englische Fassung EN 4660-001:2011**

Aerospace series –
Modular and Open Avionics Architectures –
Part 001: Architecture;
German and English version EN 4660-001:2011

Série aérospatiale –
Architectures Avioniques Modulaires et Ouvertes –
Partie 001: Architecture;
Version allemande et anglaise EN 4660-001:2011

Gesamtumfang 43 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 4660-001:2011 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 001: Architektur

Aerospace series —
Modular and Open Avionics Architectures —
Part 001: Architecture

Série aéronautique —
Architectures Avioniques Modulaires et Ouvertes —
Partie 001: Architecture

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
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe und Definitionen	7
3.2 Abkürzungen	8
3.3 Definitionen	9
4 IMA-Zielsetzungen und -Merkmale	9
4.1 Zielsetzungen	9
4.2 Einführung in IMA-Konzepte	10
4.2.1 Nicht auf IMA beruhende Systeme	10
4.2.2 Merkmale eines IMA-Systems	10
4.2.3 IMA-Systementwurf	11
5 Anforderungen und der Architekturstandard	13
5.1 Software-Architektur	14
5.2 CFM	15
5.3 Kommunikation/Netzwerk	15
5.4 Paketierung	16
6 Leitlinien	16
6.1 Systemverwaltung	17
6.2 Fehlerbehandlung	17
6.3 Systeminitialisierung und -abschaltung	17
6.4 Systemkonfiguration/-rekonfiguration	18
6.5 Zeitmanagement	18
6.6 Sicherungsaspekte	18
6.7 Sicherheit	18
Anhang A (informativ) Stromverteilungsarchitektur	19
A.1 Allgemeine Beschreibung	19
A.2 Doppelumrichtungsarchitektur	19
A.3 Schnellwechselkammer	20

Bilder

Bild 1 — Hierarchie der Dokumentation der ASAAC-Standards	5
Bild 2 — Ein Typisches Verbundsystem in einem Flugzeug	10
Bild 3 — IMA-Kernsystem	12
Bild 4 — IMA-System	12
Bild 5 — Ein IMA-System	13
Bild 6 — Dreischichten-Software-Architektur	14
Bild A.1 — Doppelumrichtungsarchitektur	19

Tabellen

Tabelle 1 — Architektonische Merkmale	11
Tabelle 2 — Unabhängigkeit der Softwareschichten	14

Vorwort

Dieses Dokument (EN 4660-001:2011) 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 Hauptzielsetzungen des ASAAC-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:

- die Senkung der Kosten während des Lebenszyklus,
- die Verbesserung der Leistung bei der Erfüllung der Mission,
- 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*).

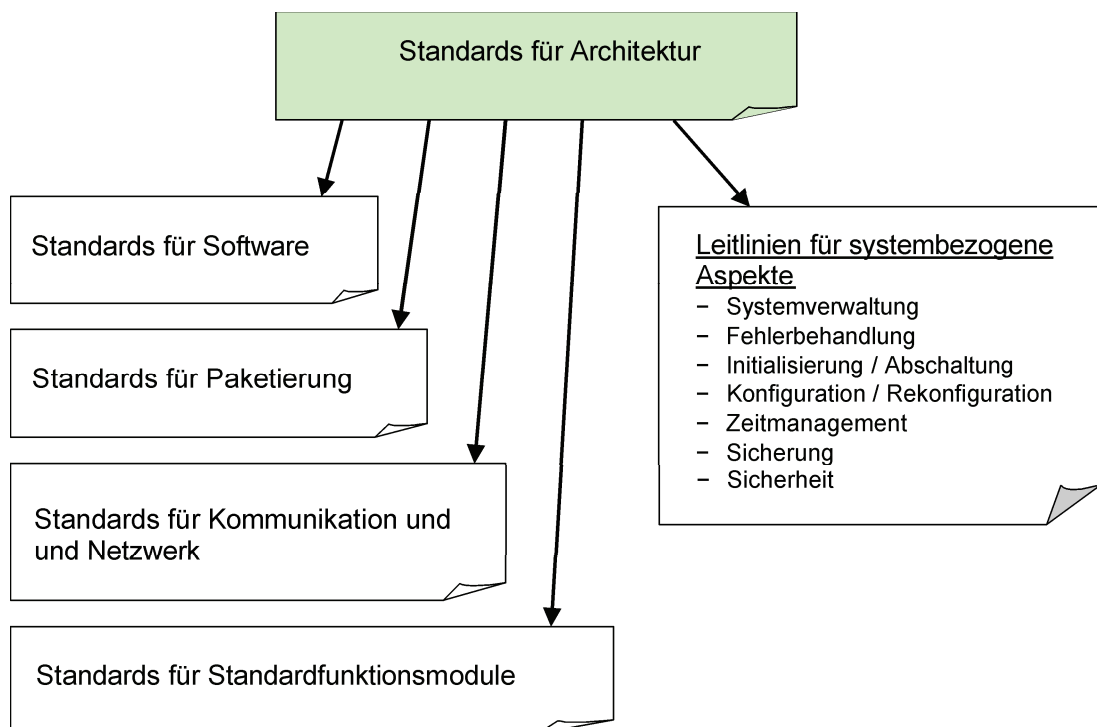


Bild 1 — Hierarchie der Dokumentation der ASAAC-Standards

0.2 Aufbau des Dokuments

Das vorliegende Dokument enthält die folgenden Abschnitte:

Abschnitt 1 nennt den Anwendungsbereich des Dokuments,

Abschnitt 2 enthält die normativen Verweisungen,

Abschnitt 3 gibt die Begriffe und Abkürzungen an,

Abschnitt 4 stellt die Zielsetzungen für die Architektur vor und führt in das IMA-Konzept ein,

Abschnitt 5 definiert den Architekturstandard und stellt weitere Standards vor,

Abschnitt 6 stellt die Leitlinien zur Implementierung einer IMA-Architektur vor,

Anhang A beschreibt die Stromversorgungsarchitektur.

1 Anwendungsbereich

Zweck dieser Norm ist die Einführung einheitlicher Anforderungen an die Architektur von Integrierten Modulen Avionik-Systemen (IMA) entsprechend der Definition des ASAAC-Programms.

Die IMA-Architektur kann unter Verwendung allgemeiner Komponenten aufgebaut werden. Diese Komponenten sind in eigenen Standards festgelegt. Arten der Verwendung dieser Komponenten sind in einer Reihe von Leitlinien beschrieben. Das vorliegende Dokument verweist auf diese Standards und Leitlinien und gibt eine kurze Einführung in das IMA-Konzept.

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 4660-002, *Luft- und Raumfahrt — Modulare und offene Avionikarchitekturen — Teil 002: CFM*

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*

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, Definitionen und Abkürzungen

3.1 Begriffe und Definitionen

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.

1) Herausgegeben von: Allied Standard Avionics Architecture Council.

3.2 Abkürzungen

Abkürzung	Englisch	Deutsch
A3	Advanced Avionics Architectures	fortgeschrittene Avionikarchitektur
AM	Application Management	Anwendungsmanagement
AL	Application Layer	Anwendungsschicht
APOS	Application Layer / Operating System Layer Interface	Schnittstelle Anwendungsschicht/ Betriebssystemschiicht
ASAAC	Allied Standard Avionics Architecture Council	—
BIT	Built-In Test	Selbsttest
BW	Band-Width	Bandbreite
CFM	Common Functional Modules	Standardfunktionsmodule
CNI	Communication / Navigation / Identification	Kommunikation/Navigation/Identifikation
COMSEC	Communication Security	Kommunikationssicherung
COTS	Commercial Off The Shelf	seriengefertigte kommerzielle Produkte
CPU	Computer Processing Unit	Verarbeitungseinheit eines Rechners
DC	Direct Current	Gleichstrom
DPM	Data Processing Module	Datenverarbeitungsmodul
EO	Electro-Optic	Elektrooptik
EMI	Electro-Magnetic Interference	elektromagnetische Störung
EW	Electronic Warfare	elektronische Kriegsführung
GPM	Graphic Processing Module	Graphikverarbeitungsmodul
GSM	Generic System Management	Generische Systemverwaltung
HDD	Head-Down Display	unterhalb der Blickrichtung angeordnete Anzeige
HUD	Head-Up Display	oberhalb der Blickrichtung angeordnete Anzeige
HW	Hardware	—
IED	Insertion / Extraction Device	Einsetz- und Entnahmeverrichtung
IF	Interface	Schnittstelle
IFF	Identification Friend or Foe	Freund-Feind-Erkennung
IMA	Integrated Modular Avionics	Integrierte Modulare Avionik
LRC	Line Replaceable Chamber	Schnellwechselkammer
LRM	Line Replaceable Module	Schnellwechselmodul
MMM	Mass Memory Module	Massenspeichermodul
MOS	Module Support Layer / Operating System Layer Interface	Schnittstelle Modulunterstützungsschicht/ Betriebssystemschiicht
MPI	Module Physical Interface	physikalische Modulschnittstelle
NSM	Network Support Module	Netzwerkunterstützungsmodul
OS	Operating System	Betriebssystem
PCM	Power Conversion Module	Strom-Umwandlungs-Modul
PCU	Power Conversion Unit	Strom-Umwandlungs-Einheit
PSE	Power Supply Element	Stromversorgungselement
SPM	Signal Processing Module	Signalverarbeitungsmodul
TD&T	Target Detection and Tracking	Zielerkennung und -verfolgung
TRANSEC	Transmission Security	Übertragungssicherung
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	unbemanntes Fluggerät

3.3 Definitionen

3.3.1

IMA-System

vollständiges System, das aus einem IMA-Kernsystem und Nicht-Kern-Geräten aufgebaut ist

3.3.2

IMA-Kernsystem

Avioniksystem, das ein oder eine Reihe von Avionik-Einschubsystem (en: racks) umfasst, die Standard-CFM-Sätze enthalten, welche miteinander durch ein vereinheitlichtes Kommunikationsnetz verknüpft sind und wiederverwendbare hardwareunabhängige Funktionsanwendungen, Betriebssysteme und Systemverwaltungssoftware ausführen

3.3.3

Standardfunktionsmodule (CFM)

schnell auswechselbare Elemente, die in einem IMA-Kernsystem Rechen-, Netzwerk- und Umrichtfähigkeit ermöglichen

3.3.4

Softwareschichtenarchitektur

übliches Softwaremodell auf der Basis einer in Schichten aufgebauten Softwarearchitektur. Innerhalb dieses Modells sind die Schichten durch genormte Schnittstellen voneinander getrennt, um ihre Unabhängigkeit voneinander zu ermöglichen

3.3.5

Systemverwaltung

Verwaltung der Ressourcen und Dienste eines IMA-Kernsystems während der Initialisierung, in allen Betriebsphasen während des Flugs und am Boden sowie während einer Systemabschaltung

4 IMA-Zielsetzungen und -Merkmale

4.1 Zielsetzungen

Die drei Hauptzielsetzungen für die Architektur sind:

- Senkung der Kosten über die Lebensdauer:
 - Ein wesentliches Ziel ist die Reduzierung der während der Lebensdauer eines Systems aufgelaufenen Kosten, d. h. die Kosten für Entwicklung, Anschaffung und Support.
- Verbesserung der Leistung bei Erfüllung der Mission:
 - Das System muss in der Lage sein, die Missionen zu erfüllen und allen möglichen fliegenden Plattformen im Hinblick auf Funktionalität, Fähigkeiten, Zuverlässigkeit, Genauigkeit, Konfigurierbarkeit und Interoperabilität für sämtliche Betriebsbedingungen entsprechen.
- Verbesserung der Leistung während des Betriebs:
 - Ziel ist, dass das System (Flugzeug) eine Gefechtsfähigkeit von 150 Flugstunden oder 30 Tagen ohne Wartung bei einer Verfügbarkeit von mindestens 95 % erreichen sollte.
 - Dieses Ziel überschreitet bei Weitem das heute Machbare; IMA-Systeme werden eine Fehlertoleranz aufweisen müssen, damit das System das Auftreten von Fehlern mit dem geforderten Maß an Funktionalität überstehen kann.

4.2 Einführung in IMA-Konzepte

4.2.1 Nicht auf IMA beruhende Systeme

Nicht auf dem IMA-Konzept beruhende Systeme (z. B. Verbundsysteme) umfassen oft Avionikeinheiten, die von unterschiedlichen Zulieferern bezogen werden. Diese Einheiten enthalten stets kundenspezifische eingebettete Rechnersysteme, in denen die funktionale Software in der Regel an die Hardware gebunden ist. Es ist nicht unüblich, dass diese Einheiten über eine Anzahl unterschiedlicher Datenbusse kommunizieren, wobei zwei oder drei Kommunikationsstandards die Regel sind. Bild 2 zeigt die vereinfachte Architektur eines Verbundsystems.

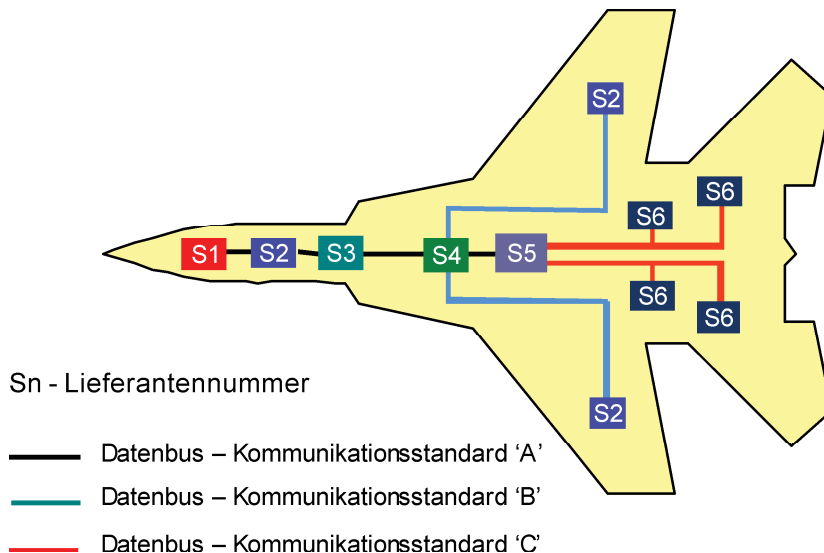


Bild 2 — Ein Typisches Verbundsystem in einem Flugzeug

In der Luftfahrtgemeinschaft gilt als weithin anerkannt, dass eine Fortsetzung der Entwicklung von Flugzeugen nach diesem Muster folgende Konsequenzen haben wird: häufige Wartung, geringe Flugzeugverfügbarkeit, geringe Wiederverwendung von Hardware und Software und große Ersatzteilbestände – alles Faktoren, die zu höheren Kosten bei der Produktion und der anschließenden Instandhaltung von Avioniksystemen beitragen. Flugzeugsysteme werden zunehmend größer und komplexer, da sie den aktuellen Missions- und Betriebsanforderungen entsprechen müssen; gleichzeitig nimmt die Verfügbarkeit von Komponenten auf dem Markt ab, sodass Systeme oft schon während ihrer Entwicklung veraltet sind.

4.2.2 Merkmale eines IMA-Systems

Der erste Schritt bei der Definition einer Lösung zur Erreichung der in 4.1. abgesteckten Ziele besteht darin, eine Reihe von abgeleiteten Anforderungen oder Architekturmerkmalen festzulegen, die sich im Zusammenspiel dazu eignen, die Hauptzielsetzungen zu erreichen.

Tabelle 1 zeigt die architektonischen Schlüsselmerkmale (von denen es letztendlich viele gibt), die von diesen drei Hauptzielsetzungen abgeleitet sind.

Tabelle 1 — Architektonische Merkmale

Architektonisches Merkmal	Missions- leistung	Betriebs- leistung	Lebens- dauerkosten
Definition eines kleinen Modulsatzes mit breiter Anwendbarkeit	-	👍	👍
Entwurf von Modulen als schnell direkt vor Ort austauschbare Komponenten	-	👍	👍
Maximierung der Interoperabilität und der Austauschbarkeit von Modulen	-	👍	👍
Verwendung einer offenen Systemarchitektur	-	-	👍
Maximierung der Verwendung von seriengefertigten kommerziellen Produkte-Technologien	-	👍	👍
Maximierung der technologischen Transparenz von Hardware- und Softwarekomponenten	-	-	👍
Minimierung der Auswirkung von Hardware- und OS-Aktualisierungen	-	-	👍
Maximierung der Wiederverwendung von Software und der Portabilität	-	👍	👍
Definition umfassender BIT- und Fehlertoleranztechniken, um eine aufgeschobene Wartung zu ermöglichen	👍	👍	👍
Unterstützung eines hohen Maßes an funktionaler und physikalischer Integration	👍	-	👍
Sicherstellung der Wachstumsfähigkeit bei herabgesetzter Neuzertifizierung	👍	-	👍

4.2.3 IMA-Systementwurf

Wenn die drei Hauptzielsetzungen auf hoher Ebene in architektonische Merkmale umgewandelt wurden, besteht der nächste Schritt in der Definition des Anwendungsbereichs dieser neuen Standards, Konzepte und Leitlinien. Die Grenzen sind durch das IMA-Kernsystem vorgegeben.

Das IMA-Kernsystem lässt sich definieren als ein Satz von einem oder mehreren Einschubsystemen, die eine Menge von Standardmodulen aus einer begrenzten Menge von Modultypen umfassen, welche über ein vereinheitlichtes digitales Netz kommunizieren. Das IMA-Kernsystem verarbeitet Eingangsgrößen, die es von den Plattformensoren hoher und geringer Bandbreite empfängt, und sendet seine Ausgangsgrößen an die Plattformaktuatoren hoher und geringer Bandbreite. Bild 3 zeigt ein IMA-Kernsystem in einem repräsentativen Flugzeugsystem.