



IPC-2591-DE

# Datenaustausch in der vernetzten Fabrik (CFX)

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

Im Falle eines Konfliktes zwischen der englischsprachigen und einer übersetzten Version dieses Dokumentes hat die englischsprachige Version den Vorrang.

Entwickelt von the Connected Factory Initiative Subcommittee (2-17) of the Electronic Product Data Description Committee (2-10) of IPC

**Übersetzt durch:**

Tech.TransLat Roman Meier, [www.techtranslat.de](http://www.techtranslat.de)

Die Anwender dieser Richtlinie sind aufgefordert, an der Entwicklung künftiger Versionen mitzuarbeiten.

Kontakt:

IPC

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 ANWENDUNGSBEREICH</b> .....	1	3.2 Akronyme .....	4
1.1 Zweck .....	1	3.3 Einheiten .....	4
1.2 Anwendung dieser Richtlinie .....	1	<b>4 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN</b> .....	4
1.3 CFX und die Hermes-Richtlinie .....	1	4.1 Leitfaden für die Benutzung dieser Richtlinie .....	4
<b>2 ANWENDBARE DOKUMENTE</b> .....	2	4.1.1 Technische Referenz .....	4
2.1 IPC .....	2	4.1.2 Anwendungs-Referenz .....	4
2.2 ECMA .....	2	4.2 CFX-Anwender .....	4
2.3 International Organization for Standardization (ISO) .....	2	4.2.1 Automatisierte Montageprozesse .....	5
2.4 SEMI .....	2	4.2.2 Entwicklung von Inhouse-Fertigungs- Lösungen .....	5
<b>3 FACHBEGRIFFE UND DEFINITIONEN</b> .....	2	4.2.3 MES-Softwarelösungen .....	5
3.1 Definition der Fachbegriffe .....	2	4.3 Software-Entwicklungsumgebung .....	5
3.1.1 Aktivität .....	2	4.4 CFX-Support-Erklärung .....	5
3.1.2 Bauteil .....	2	<b>5 STRUKTURÜBERBLICK ÜBER CFX</b> .....	5
3.1.3 Übersichtsanzeige .....	2	5.1 Primäre Transportschicht AMQP v1.0 .....	6
3.1.4 Datenintegrität .....	2	5.1.1 CFX-Nachrichtenkanäle .....	6
3.1.5 Endpunkt .....	2	5.1.2 Kanalkonfiguration .....	7
3.1.6 Fabrik-Ressource .....	2	5.1.3 CFX-Nachrichten-Typen .....	7
3.1.7 Spur .....	3	5.2 Kodierung: JSON .....	8
3.1.8 Sperre .....	3	5.2.1 JSON-Datentypen .....	8
3.1.9 Materialträger .....	3	5.3 CFX-definierter Inhalt .....	8
3.1.10 Materialverkettung .....	3	5.4 CFX-Schlüsselparameter .....	8
3.1.11 Materialposition .....	3	5.4.1 Endpunkt-Identifizierung (CFX-Identifikator) .....	8
3.1.12 Materialgebinde .....	3	5.4.2 TransactionID .....	8
3.1.13 Material-Rückverfolgung .....	3	5.5 CFX-Nachrichtenumschlag .....	9
3.1.14 Materialien .....	3	5.6 Bediener-Information .....	9
3.1.15 Bediener .....	3	5.7 Konfiguration der CFX-Endpunkte .....	9
3.1.16 Prozess-Endpunkt (Station) .....	3	5.7.1 Spezielle CFX-Endpunkt- Konfigurationsadressen .....	10
3.1.17 Produktionseinheit .....	3	<b>6 CFX-BETRIEBSMODELLIERUNG</b> .....	11
3.1.18 Rezept .....	3	6.1 Geräte-Zustandsmodell .....	11
3.1.19 Root .....	3	6.2 Modell der Stations-Fehlerereignisse .....	14
3.1.20 Setup .....	3	6.3 Architektur der Produktionseinheit .....	14
3.1.21 Zustand (Produktions-Zustand) .....	3	6.4 Prozessmodell der Produktionsstation .....	16
3.1.22 Station (Prozess-Endpunkt) .....	3	<b>7 CFX-THEMEN UND DYNAMISCHE STRUKTUREN</b> .....	17
3.1.23 Segment .....	4	7.1 Hierarchie der CFX-Themen .....	17
3.1.24 Unterbaugruppe .....	4	7.1.1 Support-Deklaration für CFX-Themen .....	18
3.1.25 Symptom .....	4		
3.1.26 Werkzeug .....	4		
3.1.27 Transaktionaler Endpunkt .....	4		

7.2	CFX-Nachrichtennamen .....	18
7.3	CFX-Strukturen .....	18
7.4	Dynamische CFX-Strukturen .....	18
<b>8</b>	<b>CFX-NACHRICHTEN</b> .....	<b>18</b>
8.1	Root-Level-Nachrichten .....	18
8.2	CFX.InformationSystem (Level 1) .....	18
8.2.1	CFX.InformationSystem.Production Scheduling (Level 2) .....	19
8.2.2	CFX.InformationSystem.UnitValidation (Level 2) .....	19
8.2.3	CFX.InformationSystemWorkOrder Management (Level 2) .....	19
8.3	CFX.Materials (Level 1) .....	19
8.3.1	CFX.Materials.Management (Level 2) .....	20
8.3.2	CFX.Materials.Storage (Level 2) .....	21
8.3.3	CFX.Materials.Transport (Level 2) .....	21
8.4	CFX.Production (Level 1) .....	22
8.4.1	CFX.Production.Application (Level 2) .....	23
8.4.2	CFX.Production.Assembly (Level 2) .....	23
8.4.3	CFX.Production.Processing (Level 2) .....	24
8.4.4	CFX.ProductionTestAndInspection (Level 2) ....	24
8.5	CFX.ResourcePerformance (Level 1) .....	24
8.5.1	CFX.ResourcePerformance.PressInsertion (Level 2) .....	25
8.5.2	CFX.ResourcePerformance.SMTPlacement (Level 2) .....	26
8.5.3	CFX.ResourcePerformance.SolderPaste Printing (Level 2) .....	26
8.5.4	CFX.ResourcePerformance.THTPlacement (Level 2) .....	26
8.6	CFX.Sensor (Level 1) .....	26
8.6.1	CFX.Sensor.Identification (Level 2) .....	26
8.7	CFX-Nachrichtenfluss .....	27
8.7.1	Verbindungsaufbau bei Produktions- Endpunkten (Stationen) .....	27
8.7.2	Zustandsänderung einer Station .....	28
8.7.3	Bearbeitung in der Station .....	29
<b>9</b>	<b>CFX — TECHNISCHE REFERENZ</b> .....	<b>30</b>

## Bilder

Bild 5-1	CFX-Kanäle zwischen Endpunkten .....	7
Bild 5-2	Die CFX-TransactionID .....	9
Bild 6-1	SEMI E10 Geräte-Zustandsmodell .....	12
Bild 6-2	Gruppierungsbeispiele für Produktionseinheiten .....	15
Bild 6-3	Nutzen-Leiterplatte .....	16
Bild 6-4	Lokalisierung von CFX-Einheiten auf einem Mehrfach-Nutzen .....	16
Bild 6-5	Prozessmodell einer CFX- Produktionsstation .....	16
Bild 8-1	Beispiel für den Nachrichtenaustausch beim Verbindungsaufbau einer CFX- Station .....	27
Bild 8-2	Beispiel für den Nachrichtenaustausch bei der Zustandsänderung einer CFX-Station ....	28
Bild 8-3	Beispiel für den Nachrichtenaustausch bei der Bearbeitung einer Produktionseinheit in einer CFX-Station .....	29

## Tabellen

Tabelle 5-1	CFX-Nachrichten-Typen .....	7
Tabelle 5-2	CFX-Nachrichtenumschlag .....	9
Tabelle 6-1	Modellierung der Stations- Fehlerereignisse .....	14
Tabelle 8-1	CFX.Root-Nachrichten .....	19
Tabelle 8-2	CFX.InformationSystem.Production Scheduling-Nachrichten .....	19
Tabelle 8-3	CFX.InformationSystem.Unit Validation-Nachrichten .....	19
Tabelle 8-4	CFX.InformationSystem.WorkOrder Management-Nachrichten .....	19
Tabelle 8-5	CFX.Materials.Management- Nachrichten .....	20
Tabelle 8-6	CFX.Materials.Management. MSDManagement-Nachrichten .....	20
Tabelle 8-7	CFX.Materials.Storage-Nachrichten .....	21
Tabelle 8-8	CFX.Materials.Transport-Nachrichten .....	21
Tabelle 8-9	CFX.Production-Nachrichten .....	22
Tabelle 8-10	CFX.Production.Application- Nachrichten .....	23

---

Tabelle 8-11	CFX.Production.Application. Solder-Nachrichten .....	23
Tabelle 8-12	CFX.Production.Assembly- Nachrichten .....	23
Tabelle 8-13	CFX.Production.Assembly. PressInsertion-Nachrichten .....	23
Tabelle 8-14	CFX.Production.Processing- Nachrichten .....	24
Tabelle 8-15	CFX.Production.TestAndInspection- Nachrichten .....	24
Tabelle 8-16	CFX.ResourcePerformance- Nachrichten .....	25
Tabelle 8-17	CFX.ResourcePerformance. PressInsertion-Nachrichten .....	25
Tabelle 8-18	CFX.ResourcePerformance. SMTPlacement-Nachrichten .....	26
Tabelle 8-19	CFX.ResourcePerformance. SolderPastePrinting-Nachrichten .....	26
Tabelle 8-20	CFX.ResourcePerformance. THTPlacement-Nachrichten .....	26
Tabelle 8-21	CFX.Sensor.Identification- Nachrichten .....	27

---

# Datenaustausch in der vernetzten Fabrik (CFX)

---

## 1 ANWENDUNGSBEREICH

Diese Richtlinie legt die Anforderungen für den omnidirektionalen Informationsaustausch zwischen Fertigungsprozessen und zugehörigen Leitsystemen für die Baugruppenmontage fest. Diese Richtlinie gilt für die Kommunikation zwischen allen ausführbaren Prozessen bei der Herstellung von Leiterplatten-Baugruppen (automatisiert, halbautomatisiert und manuell) und gilt für die zugehörigen mechanischen Montage- und Transaktionsprozesse.

**1.1 Zweck** Mit dem Wachstum und der Akzeptanz der digitalen Datenmodellierung und Verarbeitung in der Fertigung ist das Fehlen einer ganzheitlichen Richtlinie für das Industrielle Internet der Dinge (IIoT) für den Informationstransfer zwischen Maschinen, Systemen und Prozessen, die allen Unternehmen der Branche unabhängig von Größe, Sektor und Standort zur Verfügung steht, zu einer schwerwiegenden Beeinträchtigung des Wachstums der Digitalisierung und Computerisierung in der Branche der Elektronik-Fertigung geworden. Dadurch werden technologische Innovationen wie „Industrie 4.0“ und „Intelligente Fabriken“ verhindert.

Die CFX-Richtlinie bietet eine echte Plug-and-Play-IoT-Kommunikationsumgebung in der gesamten Fertigung, in der alle Systeme, Fertigungsprozesse und Transaktionsstationen miteinander kommunizieren können, ohne dass kundenspezifische Schnittstellen entwickelt und verwendet werden müssen. CFX-fähige Systeme und Lösungen verschiedener Anbieter arbeiten nahtlos zusammen. Es gibt viele Arten von Anwendern der CFX-Richtlinie, darunter Ausrüstungshersteller, Lösungsanbieter, interne IT-Gruppen usw. Die zahlreichen Arten von Daten, die in CFX enthalten sind, werden je nach Anwendung auf verschiedene Arten verwendet. Das betrifft z. B. geschlossene Regelkreise, Echtzeit-Produktionslenkungs-Übersichten, Rückverfolgung (IPC-1782), MES-Steuerung, schlankes Lieferketten-Management, aktives Qualitätsmanagement, Produktionskontrolle und vieles mehr.

Da CFX-Daten vollständig omnidirektional sind, kann jede CFX-Endpunktverbindung Daten sowohl empfangen als auch generieren. Zur Veranschaulichung dient folgendes Szenario, bei dem eine einzelne Maschine eines bestimmten Herstellers mit anderen Maschinen verschiedener Hersteller inline verbunden ist. CFX-Nachrichten werden von der einzelnen Maschine an andere Maschinen in der Linie und an Hosts wie Fertigungsmanagementsysteme (Manufacturing Execution System MES) gesendet. Die einzelne Maschine kann auch CFX-Nachrichten von allen anderen Maschinen der Linie sowie von den Host-Systemen empfangen, um den Maschinenbetrieb zu optimieren und es dem Hersteller der Maschinen zu erlauben, zusätzliche Mehrwertfunktionen zu schaffen, wie z. B. die Unterstützung maschinenspezifischer Industrie 4.0-Merkmale. Auf diese Weise wird eine intelligente, digitale Industrie 4.0-Fabrik aus vielen verschiedenen Industrie 4.0-Digitalisierungsanwendungen bestehen, die von unterschiedlichen Anbietern auf Maschinen-, Anlagen-, Standort- und sogar Unternehmensebene bereitgestellt werden können. Alle arbeiten zusammen und tauschen Daten nahtlos über CFX aus.

Der CFX-Standard unterstützt das Konzept von "Big Data", indem er Daten verschiedenster Typen aus der gesamten Fabrik einbezieht, einschließlich Leistung, Materialien, Ressourcen, Benutzer, Qualitätsereignisse, Produktverfolgung usw., die alle kombiniert werden können, um eine "Big Data"-Umgebung zu schaffen. CFX bietet daher viele Arten von Mehrwertchancen für den gesamten Fertigungsprozess, einschließlich beispielsweise der Verbesserung von betrieblicher Effizienz und Produktivität, Qualität und Zuverlässigkeit, Agilität und Reaktionsbereitschaft. Der Standard hilft Unternehmen sicherzustellen, dass Endanwender/Verbraucher Produkte und Dienstleistungen erhalten, die ihren Erwartungen entsprechen oder diese übertreffen, und zwar durch die zeit- und kosteneffizientesten Methoden.

**1.2 Anwendung dieser Richtlinie** Diese Richtlinie definiert das Kommunikationsprotokoll und den Nachrichteninhalt über alle Montage-Produktionsprozesse hinweg, unabhängig von Arten und Betriebsweisen der Maschinen. Sie kann auch auf transaktionale Vorgänge angewendet werden. Es gibt keine Einschränkungen in Bezug auf den Bereich der Produktklassifizierung, die Betriebsgröße oder den Standort. Die Fabrik muss nicht zwingend eine SMT-Fertigung beinhalten. Obwohl CFX speziell die Aspekte der Leiterplattenbaugruppen-Produktion unterstützt, kann der Einsatz von CFX auf nachgeschaltete Prozesse, wie z. B. mechanische Montage, Personalisierung, Verpackung und Versand sowie auf vorgeschaltete Prozesse, wie elektrische und mechanische Unterbaugruppen, ausgedehnt werden.

**1.3 CFX und die Hermes-Richtlinie** Die CFX-Richtlinie ergänzt die Hermes-Richtlinie (IPC-HERMES-9852). Die Hermes-Richtlinie bietet als moderner, intelligenter SMEMA-Ersatz eine nahezu verzögerungsfreie Liniensteuerung, die Informationen über Produktionseinheiten bei deren Transport zu nachgelagerten Maschinen weitergibt. CFX hingegen bietet einen vertikalen Nachrichtenaustausch, der Hermes ergänzt.