

Normerfüllung nach IEC 61131-3

1. Einführung:

Für die Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) ist die Norm **IEC 61131** anwendbar. Diese internationale Norm wurde nach den Regeln der Europäischen Gemeinschaft in Deutschland als DIN EN 61131, in Frankreich als NF EN 61131 und in England als BS EN 61131 übernommen. Im Folgenden sind die wichtigsten Stellen dieser Norm zitiert und die Zitate durch Kursivschrift gekennzeichnet.

Der Teil 3 dieser Norm definiert in Kapitel 1.1 den Anwendungsbereich

"Dieser Teil der IEC 61131 legt die Syntax und Semantik von Programmiersprachen für Speicherprogrammierbare Steuerungen fest, wie sie in Teil 1 der IEC 61131 definiert sind. Die Funktionen der Programmeingabe, des Tests, der Überwachung, des Betriebssystems usw. sind in Teil 1 festgelegt."

In Kapitel 1.4 Übersicht und allgemeine Anforderungen wird erläutert:

"Dieser Teil der IEC 61131 legt die Syntax und Semantik der vereinheitlichten Reihe von Programmiersprachen für SPS fest. Diese umfassen Textsprachen, AWL (Anweisungsliste) und ST (Strukturierter Text) und zwei graphische Sprachen KOP (Kontaktplan) und FBS (Funktionsbausteinsprache)."

"Die Elemente der Ablaufsprache (AS) sind zur Strukturierung der internen Organisation von SPS-Programmen und Funktionsbausteinen definiert. Außerdem sind Konfigurationselemente definiert, die zur Installation von SPS-Programmen in die SPS-Systeme dienen...."

"Die Elemente der Programmiersprachen in diesem Teil dürfen in einer interaktiven Programmierumgebung angewendet werden. Die Festlegung derartiger Umgebungen gehört nicht zum Geltungsbereich dieser Norm; eine solche Umgebung muss jedoch eine Programmdokumentation in Text- oder Grafik-Formaten erzeugen können, wie sie in diesem Teil festgelegt sind."

Das Kapitel 1.5 Normerfüllung legt fest:

"Ein SPS-System, wie es in IEC 61131-1 definiert ist, das den Anspruch erhebt, vollständig oder teilweise die Anforderungen dieses Teils der IEC 61131 zu erfüllen, muss dies genau so tun, wie unten beschrieben ist."

Eine Aussage zur Normerfüllung muss in der Dokumentation enthalten sein, die mit dem System geliefert wird oder muss vom System selbst erzeugt werden. Die Form der Aussage zur Normerfüllung muss lauten:

"Dieses System erfüllt die Anforderungen der IEC 61131-3 in folgenden Eigenschaften der Sprache:", gefolgt von einer Reihe von Tabellen ..."

Die Tabellennummern müssen hierbei denen der zugehörigen Normeigenschaften entsprechen.

2. Normerfüllung STEP 7

Die Programmiersprachen von **SIMATIC STEP 7 V10.5** erfüllen die Anforderungen der IEC 61131-3:

- Kontaktplan KOP/LAD (entspricht der IEC 61131-3 Sprache "KOP/LD")
- Funktionsplan FUP/FBD (entspricht der IEC 61131-3 Sprache "FUP/FBD")

in den Eigenschaften, die gemäß dem folgenden Abschnitt 4 und in den Anhängen beschrieben sind.

3. Ersatz- und Zusatz-Sprachelemente

Die Norm schreibt außerdem vor, dass ein normgerechtes SPS-System

- a) keine Ersatz- und Zusatz-Sprachelemente enthalten darf, um eine genormte Eigenschaft zu erreichen, es sei denn sie werden behandelt wie in e), f) beschrieben.
- b) Daten aller implementierungsabhängigen Parameter nach *Anhang D* in einem Schriftstück angibt.
- c) Anwenderfehler aus *Anhang E* meldet. (bei einer teilweisen Überprüfung des Programms muß auf die Unvollständigkeit hingewiesen werden)
- d) Anwenderfehler beim Übersetzen und/oder beim Ablauf meldet und geeignete Maßnahmen angibt oder einleitet.
- e) alle Eigenschaften, die in der Norm unzulässig oder nicht vorhanden sind, als "Erweiterungen" in einem Schriftstück beschreibt.
- f) diese Erweiterungen in der gleichen Weise behandelt, wie es für Fehler festgelegt ist (als optionell einschaltbare Prüfung).
- g) alle implementierungsabhängigen Eigenschaften aus *Anhang D* behandelt, wie es für Fehler festgelegt ist (als optionell einschaltbare Prüfung).
- h) keine genormten Namen mit abweichender Bedeutung für herstellerdefinierte Eigenschaften verwendet.
- i) die formale Syntax der Textsprachen gemäß *Anhang A* in einem Schriftstück dokumentiert.
- j) im Stande ist, Dateien zu lesen und zu schreiben, die Sprachelemente enthalten, die als Alternativen in der Erzeugung `library_element_declaration` in B.0 definiert sind, in der Syntax in der obigen Anforderung i) definiert sind oder nach der „ISO-646 IRV“ codiert sind, die als Tabelle 1 – Spalte 00 der ISO/IEC 10646 1 angegeben ist.

Die Programmiersoftware STEP 7 erfüllt die o.g. Anforderungen b), c), d), e), h), i), j) der Norm. Bezüglich a) gibt es aus Kompatibilitätsgründen zu STEP5 Sprachelemente, die unter Umständen als Zusatzelemente verstanden werden könnten. Die Anforderungen f) und g) sind bei STEP 7 nicht einschaltbar.

4. Normgerecht realisierte Elemente

Die Norm definiert alle standardisierten Sprachelemente in Form von Tabellen, deren Zeilen das realisierte Feature über eine Nr. referenzieren.

Im folgenden ist angegeben, welche Sprachelemente bei STEP 7 normgerecht realisiert sind.

Zum Verständnis der nachfolgenden Tabellen ist die genaue Kenntnis der genannten Norm Voraussetzung.

Die deutsche Fassung **DIN IEC 61131-3 : 2003-12 (2nd Edition)** ist erhältlich beim Beuth Verlag GmbH, 10787 Berlin, Fax (030) 2601-1260.

4.1 Gemeinsame Elemente

Tabelle	Nr.	Sprachelemente
1	Zeichensatz	-Eigenschaften
	2	Kleinbuchstaben
	3a	Nummernzeichen
	3b	Pfundzeichen
	4a	Dollarzeichen
	4b	Währungszeichen
	5a	Senkrechter Strich
	5b	Ausrufungszeichen

- 2 **Bezeichner-Eigenschaften**
1 Großbuchstaben und Zahlen
2 Groß- und Kleinbuchstaben, Zahlen, eingebettete Unterstriche
3 Groß- und Kleinbuchstaben, Zahlen, führende und eingebettete Unterstriche

- 3 **Kommentar-Eigenschaften**
1 Kommentar

Hinweis: bei AWL nur Zeilenkommentare, Beginn mit //, Ende Zeilenumbruch

- 4 **Numerische Literale**
1 Literal Ganzzahl
2 Literal Reelle Zahl
3 Literal Reelle Zahl mit Exponent
4 Literal Basis 2
5 Literal Basis 8 (nur SCL)
6 Literal Basis 16 *)
7 Boolesche Ziffern 0/1 (nur SCL)
8 Boolesche FALSE und TRUE

Hinweis *): Bitlänge erforderlich: W#16#ADAC, DW#16#ADAC_4711

- 5 **Zeichenfolge Literale**
1 Single-Byte character string
3 Single byte typed string literals

Hinweis: entspricht den Datentyp char#

- 6 **Zwei-Zeichen-Kombinationen in Zeichenfolgen**
2 \$\$
3 \$'
4 \$L bzw. \$l
5 \$N
6 \$P bzw. \$p
7 \$R bzw. \$r
8 \$T bzw. \$t

- 7 **Zeitdauer Literale**
1a ohne Unterstriche: kurzes Präfix
1b langes Präfix
2a mit Unterstrichen: kurzes Präfix
2b langes Präfix

- 8 **Literale für Datum und Tageszeit**
1 Literale Datum (langes Präfix)
2 Literale Datum (kurzes Präfix)
3 Literale Tageszeit (langes Präfix)
4 Literale Tageszeit (kurzes Präfix)
5 Literale Datum und Zeit (langes Präfix)
6 Literale Datum und Zeit (kurzes Präfix)

10	Schlüsselwörter
1	BOOL
2	SINT
3	INT
4	DINT
6	USINT
7	UINT
8	UDINT
10	REAL
12	TIME
13	DATE
14	TIME_OF_DAY bzw. TOD
15	DATE_AND_TIME bzw. DT
16	STRING *)
17	BYTE
18	WORD
19	DWORD

*) : STRING [n] mit der Länge n; andernfalls 254 Bytes

15	Präfix für Speicherort und Größe bei direkt dargestellten Variablen
1	I oder E je nach Spracheinstellung
2	Q oder A je nach Spracheinstellung
3	M
4	X *)
5	ohne
6	B
7	W
8	D

Hinweis *): nur bei DB

16 a	Schlüsselwörter für Variablendeklarationen VAR, VAR_INPUT, VAR_OUTPUT, VAR_IN_OUT, VAR_TEMP gemäß IEC
------	---

17	Typzuweisung für Variable
5	Automatische Speicherzuordnung für symbolische Variablen, *) siehe Hinweis in Tabelle 10
6	Deklaration für Feld
7	Deklaration gepuffertes Feld

18	Zuweisung von Anfangswerten für Variable
5	Initialisierung von symbolischen Variablen, *) siehe Hinweis in Tabelle 10

19	Grafische Negierung boolescher Signale
1	negierter Eingang (nur in FUP)
2	negierter Ausgang (nur in FUP)

19 a	textueller Aufruf von Funktionen mit formaler und nicht formaler Argumentliste
1	formal

20	Verwendung Eingang EN und Ausgang ENO
1	Verwendung von "EN" und "ENO" bei KOP/FUP, falls für den grafischen Signalfuß benötigt
2	Verwendung ohne "EN" und "ENO" bei KOP/FUP, falls für den grafischen Signalfuß nicht benötigt

20 a **Funktionsmerkmale**
1 IN_OUT Variablendeklaration (textuell)

21 **Typisierte und überladene Funktionen**
2 Typisierte Funktionen

22 **Funktionen Datentyp-Umwandlung**
1 *_TO_**
2 TRUNC
3 BCD_TO_** (nicht bei SCL)
4 *_TO_BCD (nicht bei SCL)

23 **Standardfunktionen mit einer numerischen Variablen**
1 ABS
2 SQRT
3 LN *)
5 EXP
6 SIN *)
7 COS *)
8 TAN *)
9 ASIN *)
10 ACOS *)
11 ATAN *)

Hinweis *): Die Implementierung dieser Operationen ist von der CPU abhängig.

24 **Arithmetische Standardfunktionen**
12 ADD +
13 MUL *
14 SUB -
15 DIV /
16 MOD
17 EXPT
18 MOVE :=

Hinweis: Alle Operationen sind bei KOP/FUP typisiert (z. B. Integer).

25 **Standard-Bitschiebe-Funktionen**
1 SHL
2 SHR
3 ROR
4 ROL

Hinweis: Alle Funktionen sind typisiert (z. B. Word).

26 **Bitweise boolesche Standardfunktionen**
5 AND
6 OR
7 XOR
8 NOT

27 **Standardfunktionen für Auswahl**
1 SEL
2a MAX
2b MIN

	3	LIMIT
	4	MUX
28	Standardfunktionen für Vergleich	
	5	GT >
	6	GE >=
	7	EQ =
	8	LE <=
	9	LT <
	10	NE <>

Hinweis: Alle Funktionen sind bei KOP/FUP typisiert (z. B. Word).

29	Standardfunktionen für Zeichenfolgen	
	1	LEN
	2	LEFT
	3	RIGHT
	4	MID
	5	CONCAT
	6	INSERT
	7	DELETE
	8	REPLACE
	9	FIND

Hinweis: Die Implementierung dieser Operationen ist CPU-abhängig.

30	Funktionen für Datentypen der Zeit	
	1b	ADD_Time
	3b	ADD_DT_T
	4b	SUB_Time
	8b	SUB_DT_T
	9b	SUB_DT_DT

Hinweis: Die Implementierung dieser Operationen ist CPU-abhängig.

33	Funktionsbaustein-Deklaration	
	1a	Retain interne Variablen
	1b	Non-Retain interne Variablen
	2a	Retain output Variablen
	2b	Retain input Variablen
	2c	Non-Retain output Variablen
	2d	Non-Retain input Variablen
	4a	Deklaration Eingang/Ausgang (als Text)
	5b	Funktionsbaustein-Instanzname als Eingang (grafisch)
	11	VAR_TEMP Deklaration

34	Bistabile Standard-Funktionsbausteine	
	1	SR
	2	RS

35	Standard-Funktionsbausteine Flankenerkennung	
	1	R_TRIG Erkennung positive Flanke (P_TRIG)
	2	F_TRIG Erkennung negative Flanke (N_TRIG)

36	Standard Counter function blocks		
	1a	CTU	(Up-counter)
	1b	CTU_DINT	(Up-counter)
	1d	CTU_UDINT	(Up-counter)
	2a	CTD	(Down-counter)
	2b	CTD_DINT	(Down -counter)
	2d	CTD_UDINT	(Down -counter)
	3a	CTUD	(Up/Down-counter)
	3b	CTUD_DINT	(Up/Down -counter)
	3d	CTUD_UDINT	(Up/Down -counter)

37	Standard timer function blocks		
	1	TP	(Pulse)
	2a	TON	(On-delay)
	3a	TOF	(Off-delay)

50 1-5 **Tasks**

Tasks werden bei STEP7 in Form von Organisationsbausteinen (OBs) zur Verfügung gestellt

4.6 Gemeinsame graphische Elemente

Tabelle	Nr.	Sprachelemente
57		Darstellung Linien und Bausteine
		Waagerechte Linien:
	1	ISO 646-Zeichen "Minus"
	2	graphisch oder semigraphisch
		Senkrechte Linien:
	3	ISO 646-Zeichen "senkrechte Linie"
	4	graphisch oder semigraphisch
		Waagerechte/senkrechte Verbindung:
	5	ISO 646-Zeichen "Plus"
	6	graphisch oder semigraphisch
		Bausteine mit Verbindungslinien:
	11	ISO 646-Zeichen
	12	graphisch oder semigraphisch
58		Graphische Elemente zur Ausführungssteuerung
	2	Absoluter Sprung KOP
	3	Bedingter Sprung FUP
	4	Bedingter Sprung KOP
	5	Bedingter Rücksprung KOP
	6	Bedingter Rücksprung FUP
	7	Absoluter Rücksprung
		Hinweis: wird in KOP als Spule dargestellt

4.7 Sprache: Kontaktplan (KOP)

Tabelle	Nr.	Sprachelemente
59	Stromschienen	
	1	Linke Stromschiene
	2	Rechte Stromschiene
60	Verbindungselemente	
	1	Waagerechte Verbindung
	2	Senkrechte Verbindung
61	Kontakte	
	1	Schließerkontakt
	3	Öffnerkontakt
	5	Kontakt zur Erkennung von positiven Flanken
	7	Kontakt zur Erkennung von negativen Flanken
62	Spulen	
	1	Spule
	2	Negierte Spule
	3	Spule SET (Selbsthaltung)
	4	Spule RESET (speicherndes Rücksetzen)
	8	Spule zur Erkennung von positiver Flanke
	9	Spule zur Erkennung von negativer Flanke

Anhang A - Syntax

wird nur für textuelle Sprachen benötigt

Anhang D - Implementierungsspezifische Parameter

Im Folgenden werden die Parameter zu den in der Norm definierten Sprachelementen und die bei STEP 7 realisierten Grenzwerte aufgeführt.

IEC-Referenz	Parameter	STEP 7
1 Allgemein	Fehlerbehandlung	Siehe Anhang E
2 Gemeinsame Elemente	Jeweils verwendete Zeichen # bzw. "Pfund Sterling"-Zeichen \$ bzw. "Währungs"-Zeichen bzw. !	Ja
	Maximale Länge von Bezeichnern	128
	Maximale Kommentarlänge	Netzwerkcommentar max. 64 kB Operandencommentar > 2000 Zeichen
	Wertebereich der Zeitdauer	- 24D_20H_31m_23.648s bis + 24D_20H_31m_23.647s
2.3 Datentypen	Wertebereich von Variablen vom Datentyp TIME	- 24D_20H_31m_23.648s bis + 24D_20H_31m_23.647s
	Genauigkeit der Darstellung der Sekunden bei den Datentypen TIME_OF_DAY und DATE_AND_TIME	Millisekunden
	Maximale Anzahl Feld-Indizes Maximal Feldgröße Maximale Anzahl Strukturelemente Maximale Strukturgröße Max. Anzahl Variablen pro Deklaration	1 Max. 65536 Elemente je nach Speicherbegrenzung und Datentyp nicht verfügbar Ca. 2000 (geschätzt)
	Maximale Anzahl aufgezählter Werte Max. Standardlänge STRING-Variablen Max. zulässige Länge STRING-Variablen	nicht verfügbar 254 254
2.4 Variablen	Maximale Anzahl Hierarchieebenen Logische oder physikalische Abbildung	2 Physikalische Abbildung
	Maximale Anzahl Indizes Maximaler Bereich Indexwerte Maximale Anzahl Strukturebenen	1 65536 Einträge 1
	Initialisierung der Systemeingänge	System: 0 Anwender: definierbare Anfangswerte
	Max. Anzahl Variablen pro Deklaration	Ca. 2000 (geschätzt)
2.5 Einheiten Programmorganisation	Informationen zum Feststellen der Ausführungszeiten für Einheiten der Programmorganisation	Nicht verfügbar
	Maximal zulässige Anzahl Operationen	abhängig von der Operation und der CPU
	Maximale Anzahl Eingänge für erweiterbare Operationen	> 32
	Genauigkeit der Umwandlung von Datentypen	Nicht verfügbar

IEC-Referenz	Parameter	STEP 7
	Genauigkeit der Operationen mit einer Variablen Implementierung arithmetischer Operationen	IEEE-Gleitpunkt bis 64 Bit
	Maximal zulässige Anzahl Funktionsbausteine und FB-Instanzen	Je nach CPU 128 bis 65536
	PVmin, PVmax bei Zählern	abhängig vom Datentyp des Zählers (bis UDINT)
	Grenzwerte Programmgröße	Abhängig vom Speicher der CPU und den verwendeten Operationen pro Baustein
2.7 Konfigurationselemente	Inhalt der RESOURCE-Bibliothek	Integrierte Funktionen Integrierte Funktionen / FB und FC
	Maximale Anzahl Tasks Task-Intervall-Auflösung	Nicht verfügbar

ANHANG E - Fehlerbedingungen

Im Folgenden werden die in der Norm genannten Fehlerursachen und die jeweiligen Zeitpunkte, wann diese bei STEP 7 auftreten, aufgeführt.

Fehlerbedingungen	KOP/FUP
Wert einer Variablen überschreitet den festgelegten Bereich	Zur Laufzeit
Länge der Initialisierungsliste entspricht nicht der Anzahl der Feldeinträge	Bei Übersetzung
Falsche Verwendung von direkt dargestellten oder externen Variablen in Operationen	Bei Übersetzung
Datentyp-Umwandlungsfehler	Bei Übersetzung
Numerisches Ergebnis überschreitet den Bereich für Datentyp Division durch Null	Zur Laufzeit Systemmerker
Gemischte Eingangsdatentypen bei einer Auswahloperation Selektor (K) außerhalb des Bereichs der Operation MUX	Bei Übersetzung
Ungültige Zeichenposition Ergebnis überschreitet maximale Länge der Zeichenkette	Zur Laufzeit
Ergebnis überschreitet Bereich des Datentyps	Anforderung Systemmerker
Datentypkonflikt in VAR_ACCESS	Nicht verfügbar
Task erfordert zu viele Prozessor-Ressourcen Ausführungsende nicht erreicht Weitere Task-Zeitplan-Konflikte	Nicht verfügbar
Numerisches Ergebnis überschreitet den Bereich des Datentyps	Anforderung Systemmerker
Division durch Null Ungültiger Datentyp für Operation	Anforderung Systemmerker
Rücksprung von Operation ohne zugeordneten Wert	Bei Übersetzung
Wiederholung erreicht kein Ende	Zur Laufzeit
Bezeichner mit Konnektormarke und Name des Elements identisch	Nicht möglich Fehlermeldung beim Übersetzen
Rückkopplungsvariable nicht initialisiert	Nicht verfügbar