

Industrielle Automation
Programmaufbau für numerisch gesteuerte Arbeitsmaschinen
 Wegbedingungen und Zusatzfunktionen

DIN
66 025
 Teil 2

Industrial automation; numerical control of machines;
 format, preparatory and miscellaneous functions

Ersatz für Ausgabe 01.83

Zusammenhang mit Arbeiten der International Organization for Standardization (ISO), siehe Erläuterungen.

Inhalt

1 Anwendungsbereich und Zweck	2	6 Zusatzfunktionen der Klassen 1 bis 9	11
2 Begriffe	2	6.1 Allgemeines	11
3 Wegbedingungen	2	6.2 Bedeutung der Zusatzfunktionen in den Klassen 1 bis 9	11
3.1 Bedeutung	2	6.2.1 Klasse 1: Fräs- u. Bohrmaschinen, Lehrenbohrwerke, Bearbeitungszentren	12
3.2 Gliederung	2	6.2.2 Klasse 2: Spitzen-, Futter-Drehmaschinen, Senkrecht-Drehmaschinen, Dreh-Bear- beitungszentren	13
3.2.1 Gespeicherte Wegbedingungen	2	6.2.3 Klasse 3: Schleifmaschinen, Meßmaschinen	15
3.2.2 Satzweise wirksame Wegbedingungen	2	6.2.4 Klasse 4: Maschinen zur Brenn-, Plasma-, Laser-, Wasserstrahl-Schneiden, Draht- erodiermaschinen	16
3.2.3 Frei verfügbare Wegbedingungen	2	6.2.5 Klasse 5: Optimierung, Adaptive Steuerung (AC)	17
3.3 Aufbau des Wortes	2	6.2.6 Klasse 6: Maschinen mit Mehrfach- Schlitten, mehreren Spindeln und zuge- ordneter Handhabungsausrüstung	18
3.4 Verschlüsselung (Tabelle 1)	3	6.2.7 Klasse 7: Stanz- und Nibbelmaschinen	20
3.5 Erklärungen zur Tabelle 1	5	6.2.8 Klasse 8: Ständig frei verfügbar – Kann für spezielle Kundenanwendungen be- nutzt werden	21
4 Allgemeines zu den Zusatzfunktionen	6	6.2.9 Klasse 9: Vorgesehen für Erweiterungen oder Anwendungen, die nicht in den Klassen 1 bis 7 enthalten sind	21
4.1 Bedeutung	6	Anhang A	
4.2 Gliederung	6	Erweiterung und Änderung der festgelegten Wegebedingungen und Zusatzfunktionen	22
4.2.1 Zeitpunkt der Auswirkung	6	Anhang B	
4.2.2 Dauer der Auswirkung	6	Klassenzuordnung der Zusatzfunktionen	22
4.2.3 Zusatzfunktionen, die in dieser Norm nicht belegt sind	6		
4.3 Klassifizierung der Zusatzfunktionen	7		
4.4 Grundlagen für die Schlüsselzahlen der Zusatzfunktionen	7		
4.4.1 Aufbau des Wortes	7		
4.4.2 Zweistellige Schlüsselzahlen	7		
4.4.3 Definition der universellen Zusatzfunktionen	7		
4.4.4 Klassenzuordnung	7		
4.4.5 Regeln für die Festlegung der Zehner- und Einerstelle der Schlüsselzahlen	10		
5 Universelle Zusatzfunktionen	10		
5.1 Bedeutung und Verschlüsselung der universellen Zusatzfunktionen (Tabelle 4)	10		
5.2 Erklärungen zur Tabelle 4	10		

Fortsetzung Seite 2 bis 24

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN, Deutsches Institut für Normung e. V.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Norm dient dazu, die Schlüsselzahlen für die am meisten verwendeten Wegbedingungen (G-Funktionen) und Zusatzfunktionen (M-Funktionen) mit ihren Bedeutungen festzulegen und zu erläutern.

Diese Funktionen werden bei der Programmierung numerisch gesteuerter Arbeitsmaschinen angewendet, siehe DIN 66 025 Teil 1. Eine Anwendung der Norm für sämtliche numerisch gesteuerte Be- und Verarbeitungsmaschinen kann bei Bedarf sinngemäß erfolgen.

Die rasch fortschreitende technische Entwicklung auf dem Gebiet der numerisch gesteuerten Arbeitsmaschinen wirkt sich zum Teil auf die in dieser Norm festgelegten G- und M-Funktionen aus. Um diesem Sachverhalt Rechnung zu tragen, bietet die Norm den Herstellern bzw. Anwendern numerisch gesteuerter Arbeitsmaschinen die Möglichkeit, für spezielle Anwendungsfälle über

- die ständig frei verfügbaren G-Funktionen der Tabelle 1
 - die nicht belegten M-Funktionen der Tabelle 3
- verfügen zu können.

Ist darüberhinaus zu erkennen, daß

- eine bisher nicht festgelegte Funktion sehr oft mit gleicher Bedeutung für eine bestimmte Anwendung benötigt wird
- eine bisher festgelegte Funktion nicht mehr aktuell ist und daher entweder mit neuer Bedeutung festzulegen oder zu löschen ist,

so kann von den Herstellern, bzw. Anwendern numerisch gesteuerter Arbeitsmaschinen ein entsprechender Antrag zur Ergänzung oder Änderung der Norm eingereicht werden. Nähere Einzelheiten über die dabei zu beachtende Vorgehensweise sind im Anhang A angegeben.

2 Begriffe

Siehe DIN 44 300 Teil 1 und Teil 2 und DIN 66 257

3 Wegbedingungen

3.1 Bedeutung

Die Wegbedingungen legen zusammen mit den Wörtern für die Koordinaten und gegebenenfalls für die Interpolationsparameter bzw. Parameter für die Gewindesteigung im wesentlichen den geometrischen Teil des Programms fest.

3.2 Gliederung

Es werden 3 Arten von Wegbedingungen nach Abschnitt 3.2.1 bis Abschnitt 3.2.3 unterschieden.

3.2.1 Gespeicherte Wegbedingungen

Diese Wegbedingungen sind in der Steuerung gespeichert und bleiben so lange wirksam, bis sie durch eine andere Wegbedingung der gleichen Gruppe oder die Ausgangsstellung (siehe DIN 66 025 Teil 1) überschrieben werden.

Diese Wegbedingungen sind dabei in folgende Gruppen unterteilt.

- Gruppe a: Interpolationsart
- Gruppe c: Ebenenauswahl
- Gruppe d: Werkzeugkorrektur
- Gruppe e: Arbeitszyklus
- Gruppe f: Verschiebung
- Gruppe j: Maßangaben
- Gruppe k: Vorschub-Vereinbarung
- Gruppe l: Spindeldrehzahl-Vereinbarung
- Gruppe m: Maßeinheiten

Die Wegbedingungen dieser Gruppe sind in der zweiten Spalte der Tabelle 1 mit den entsprechenden Gruppenbuchstaben gekennzeichnet.

3.2.2 Satzweise wirksame Wegbedingungen

Diese Wegbedingungen sind nur in dem Satz wirksam, in dem sie programmiert sind. Sie sind in der dritten Spalte der Tabelle 1 mit X gekennzeichnet.

3.2.3 Frei verfügbare Wegbedingungen

Diesen Wegbedingungen sind in dieser Norm keine festen Bedeutungen zugeordnet, Sie sind in Tabelle 1 mit * gekennzeichnet. Sie können für Steuerfunktionen, die nicht in der Norm festgelegt sind, verwendet werden. In diesem Falle ist die getroffene Festlegung und die dem Abschnitt 3.2.1 oder Abschnitt 3.2.2 entsprechende Zuordnung nach DIN 66 025 Teil 1 anzugeben.

Bei diesen Wegbedingungen wird unterschieden zwischen solchen, für die noch zukünftige Norm-Festlegungen möglich sind (bezeichnet mit „vorläufig frei verfügbar“) und solchen, die von der Norm auch in Zukunft nicht belegt werden (bezeichnet mit „ständig frei verfügbar“).

3.3 Aufbau des Wortes

Das Wort für die Wegbedingung enthält eine zweistellige Schlüsselzahl nach Tabelle 1. Vor der Schlüsselzahl steht der Adressbuchstabe G.

Bei den Wegbedingungen G 00 bis G 09 ist die Unterdrückung der führenden Null nach DIN 66 025 Teil 1/01.83, Abschnitt 5.1.3, erlaubt.

3.4 Verschlüsselung

Tabelle 1. Wegbedingungen

Wegbedingung	gespeichert wirksam, siehe Abschnitt 3.2.1	satzweise wirksam siehe Abschnitt 3.2.2	Bedeutung
G00	a		Punktsteuerungsverhalten
G01	a		Geraden-Interpolation
G02	a		Kreis-Interpolation im Uhrzeigersinn
G03	a		Kreis-Interpolation im Gegenuhrzeigersinn
G04		×	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt
G05	*	*	vorläufig frei verfügbar
G06	a		Parabel-Interpolation
G07	*	*	vorläufig frei verfügbar
G08		×	Geschwindigkeitszunahme 1)
G09		×	Geschwindigkeitsabnahme 1)
G10 bis G16	}	*	vorläufig frei verfügbar
G17	c		Ebenenauswahl XY
G18	c		Ebenenauswahl ZX
G19	c		Ebenenauswahl YZ
G20 bis G24	}	*	vorläufig frei verfügbar
G25 bis G29	}	*	ständig frei verfügbar
G30 bis G32	}	*	vorläufig frei verfügbar
G33	a		Gewindeschneiden, gleichbleibende Steigung
G34	a		Gewindeschneiden, konstant zunehmende Steigung
G35	a		Gewindeschneiden, konstant abnehmende Steigung
G36 bis G39	}	*	ständig frei verfügbar
G40	d		Aufheben der Werkzeugkorrektur
G41	d		Werkzeugbahnkorrektur, links
G42	d		Werkzeugbahnkorrektur, rechts
G43	d		Werkzeugkorrektur, positiv 1)
G44	d		Werkzeugkorrektur, negativ 1)
G45 bis G52	}	*	vorläufig frei verfügbar
G53	f		Aufheben der Verschiebung 1)

1) Sind diese Funktionen nicht in der Steuerung vorhanden, so sind sie vorläufig frei verfügbar und können für andere Steuerungsfunktionen verwendet werden, siehe Abschnitt 3.2.3.
2) Diesen Funktionen waren früher Verschiebungen in bestimmten Achsrichtungen zugeordnet.

Tabelle 1. (Fortsetzung)

Wegbe- dingung	gespeichert wirksam, siehe Abschnitt 3.2.1	satzweise wirksam, siehe Abschnitt 3.2.2	Bedeutung
G54	f		Verschiebung 1 ¹⁾ 2)
G55	f		Verschiebung 2 ¹⁾ 2)
G56	f		Verschiebung 3 ¹⁾ 2)
G57	f		Verschiebung 4 ¹⁾ 2)
G58	f		Verschiebung 5 ¹⁾ 2)
G59	f		Verschiebung 6 ¹⁾ 2)
G60 bis G62	}	*	vorläufig frei verfügbar
G63		×	Gewindebohren ¹⁾
G64 bis G69	}	*	vorläufig frei verfügbar
G70	m		Maßangaben in inch ¹⁾
G71	m		Maßangaben in Millimeter ¹⁾
G72 und G73	}	*	vorläufig frei verfügbar
G74		×	Anfahren Referenzpunkt ¹⁾
G75 bis G79	}	*	vorläufig frei verfügbar
G80	e		Aufheben Arbeitszyklus
G81	e		Arbeitszyklus 1
G82	e		Arbeitszyklus 2
G83	e		Arbeitszyklus 3
G84	e		Arbeitszyklus 4
G85	e		Arbeitszyklus 5
G86	e		Arbeitszyklus 6
G87	e		Arbeitszyklus 7
G88	e		Arbeitszyklus 8
G89	e		Arbeitszyklus 9
G90	j		absolute Maßangaben
G91	j		inkrementale Maßangaben
G92		×	Speicher setzen
G93	k		Zeitreziproke Vorschub-Verschlüsselung
G94	k		Angabe der Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (in/min)
G95	k		Angabe des Vorschubes in Millimeter je Um- drehung (inch je Umdrehung)
G96	l		Konstante Schnittgeschwindigkeit
G97	l		Angabe der Spindeldrehzahl in 1/min
G98 und G99	}	*	vorläufig frei verfügbar

1) und 2) siehe Seite 3

3.5 Erklärungen zur Tabelle 1

Nachstehend werden die Bedeutungen der in der Tabelle 1 festgelegten Wegbedingungen, sofern sie nicht selbsterklärend sind, erläutert.

G00	Punktsteuerungsverhalten	Anfahren des programmierten Punktes mit der größtmöglichen Geschwindigkeit (z. B. Eilgang). Eine vorher programmierte Vorschubgeschwindigkeit wird ignoriert, aber nicht gelöscht. Die Bewegungen in den Achsrichtungen können dabei ohne funktionalen Zusammenhang erfolgen.
G02 und G03	Kreis-Interpolation im Uhrzeigersinn/ Gegenuhrzeigersinn	Die Angabe „Uhrzeigersinn“ oder „Gegenuhrzeigersinn“ gilt für die Relativbewegung des Werkzeuges gegenüber dem Werkstück bei Blick auf die Bahnebene in negativer Richtung der auf dieser Ebene senkrecht stehenden Koordinatenachse (rechtsdrehendes Koordinatensystem).
G04	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt	Zeitlich vorbestimmte Programmunterbrechungen mit programmierter oder in der Steuerung festgelegter Dauer und automatischer Programmfortsetzung.
G08	Geschwindigkeitszunahme	Gesteuerte Zunahme der Geschwindigkeit auf den programmierten Wert bei Beginn der Bewegung.
G09	Geschwindigkeitsabnahme	Gesteuerte Abnahme der Geschwindigkeit vom programmierten Wert bei Annäherung an den programmierten Punkt, z. B. bei Bahnpunkten, an denen sich die Tangentenrichtung unstetig ändert (Ecken).
G17 bis G19	Ebenenauswahl	Auswahl einer Ebene (Hauptebene oder dazu parallele Ebene), in der Funktionen wie Kreisinterpolation, Werkzeugradiuskorrektur oder ähnliche Funktionen wirksam werden sollen.
G40	Aufheben der Werkzeugkorrektur	Unwirksammachen aller Werkzeugkorrekturen (G41 bis G44).
G41 und G42	Werkzeugbahnkorrektur links/rechts	Bei Bearbeitung in einer Hauptebene oder dazu parallelen Ebene befindet sich das Werkzeug auf der linken/rechten Seite der Werkstückoberfläche, in Richtung der Werkzeug-Relativbewegung gesehen. Dabei wird die Bahnebene (Hauptebene oder dazu parallele Ebene) in negativer Richtung der auf dieser Ebene senkrecht stehenden Koordinatenachse betrachtet (rechtsdrehendes Koordinatensystem).
G43 und G44	Werkzeugkorrektur positiv/negativ	Der in die Steuerung eingegebene Wert der Werkzeugkorrektur (Werkzeuglänge, Werkzeugradius oder Werkzeuglage) wird zu/von dem Wert des programmierten Wortes für die Koordinate addiert/subtrahiert. Die Wegbedingungen G43 und G44 können entfallen, wenn die in die Steuerung eingegebenen Korrekturwerte (z. B. durch Dekadenschalter) den Werkzeuglängen (z. B. bei Bohrmaschinen) bzw. Werkzeuglagen (z. B. bei Drehmaschinen) fest zugeordnet sind.
G54 bis G59	Verschiebung 1 bis 6	Anwahl einer Bezugspunktverschiebung, deren Werte vorgegeben werden (z. B. durch Dekadenschalter). Anwendungen sind z. B.: – Verschiebung des Arbeitsbereiches bei Pendelbearbeitung – Berücksichtigung von Spindelversatz – Verschiebung von Bohrbildern Einzelheiten über die Verschiebung sind nach DIN 66 025 Teil 1 anzugeben.
G63	Gewindebohren	Positionieren mit Stillsetzen der Arbeitsspindel nach Erreichen der Position (nicht zu verwechseln mit dem Arbeitszyklus G84 „Gewindebohren“).
G74	Anfahren Referenzpunkt	Es werden die Referenzpunkte in den Koordinaten angefahren, deren Adreßbuchstaben im betreffenden Satz programmiert sind.
G81 bis G89	Arbeitszyklus 1 bis 9 (siehe Tabelle 2)	Unter einem Arbeitszyklus wird hier ein in der Steuerung festgelegter Ablauf von Einzelschritten, z. B. aus Maschinenbewegungen in einer Achse und Drehung der Arbeitsspindel zum Ausbohren, Bohren, Gewindebohren verstanden. Ein mit einer Wegbedingung einmal programmierter Abruf eines Arbeitszyklus wird unter bestimmten Bedingungen so lange wiederholt, bis er gelöscht oder geändert wird. Einzelheiten sind nach DIN 66 025 Teil 1 anzugeben.
G92	Speicher setzen	Setzen oder ändern von Speicherinhalten. Bei der Verarbeitung dieses Satzes findet keine Bewegung in den Achsen statt.

G93	Zeitzeiproke Vorschubverschlüsselung	Siehe DIN 66 025 Teil 1
G94	Direkte Angabe der Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (in/min)	Siehe DIN 66 025 Teil 1
G95	Direkte Angabe des Vorschubes in Millimeter je Umdrehung (inch je Umdrehung)	Siehe DIN 66 025 Teil 1
G96	Konstante Schnittgeschwindigkeit	Im Wort für die Spindeldrehzahl wird die Schnittgeschwindigkeit in Meter je Minute (feet je Minute) programmiert. Die Drehzahl der Spindel wird auf den programmierten Wert geregelt.
G97	Aufheben G96	Angabe der Spindeldrehzahl in Umdrehung je Minute (Schlüsselzahl oder direkte Angabe). Aufheben von G96.

Tabelle 2. Beispiele für Arbeitszyklen

Arbeitszyklus		Einwärtsbewegung ab Vorschub-Startpunkt	Auf Tiefe		Auswärtsbewegung bis Vorschub-Startpunkt	Anwendungsbeispiel
Nr	Weg- bedingung		verweilen	Spindel		
1	G81	mit Arbeitsvorschub	—	—	mit Eilgang	Bohren, Zentrieren
2	G82	mit Arbeitsvorschub	ja	—	mit Eilgang	Bohren, Plansenken
3	G83	mit unterbrochenem Arbeitsvorschub	—	—	mit Eilgang	Tiefloch, Späne brechen
4	G84	Vorwärtsdrehung mit Arbeitsvorschub	—	umkehren	mit Arbeitsvorschub	Gewindebohren
5	G85	mit Arbeitsvorschub	—	—	mit Arbeitsvorschub	Ausbohren 1
6	G86	Spindel ein, mit Arbeitsvorschub	—	Halt	mit Eilgang	Ausbohren 2
7	G87	Spindel ein, mit Arbeitsvorschub	—	Halt	mit Handbedienung	Ausbohren 3
8	G88	Spindel ein, mit Arbeitsvorschub	ja	Halt	mit Handbedienung	Ausbohren 4
9	G89	mit Arbeitsvorschub	ja	—	mit Arbeitsvorschub	Ausbohren 5

4 Allgemeines zu den Zusatzfunktionen

4.1 Bedeutung

Die Zusatzfunktionen enthalten vorwiegend technologische Angaben, soweit diese nicht in den dafür vorgesehenen Wörtern, z.B. mit den Adreßbuchstaben F, S, T, programmiert werden.

4.2 Gliederung

Bei den Zusatzfunktionen ist zwischen dem Zeitpunkt und der Dauer der Auswirkung zu unterscheiden. Die jeweils entsprechende Zuordnung ist in den Tabellen der Abschnitte 5 und 6 mit X gekennzeichnet.

Die Zusatzfunktionen werden nach Abschnitt 4.2.1 bis Abschnitt 4.2.3 unterteilt:

4.2.1 Zeitpunkt der Auswirkung

- Die Zusatzfunktion wird zusammen mit den übrigen Angaben des Satzes wirksam.
- Die Zusatzfunktion wird nach Ausführung der übrigen Angaben des Satzes wirksam.

4.2.2 Dauer der Auswirkung

- Zusatzfunktionen, die gespeichert werden und so lange wirksam bleiben, bis sie durch eine artgleiche Zusatzfunktion überschrieben werden.
- Zusatzfunktionen, die nur in dem Satz wirksam sind, in dem sie programmiert sind.

4.2.3 Zusatzfunktionen, die in dieser Norm nicht belegt sind

Werden in einem Anwendungsfall Zusatzfunktionen, die in dieser Norm nicht belegt sind, verwendet, so ist ihre Bedeutung, ihre Schlüsselzahl und die nach Abschnitt 4.2.1 oder Abschnitt 4.2.2 getroffene Zuordnung nach DIN 66 025 Teil 1 zu verwenden.

4.3 Klassifizierung der Zusatzfunktionen

Um den unterschiedlichen Anwendungen von numerisch gesteuerten Arbeitsmaschinen Rechnung zu tragen, werden unter Beachtung der heute bekannten Maschinengattungen bzw. Bearbeitungsverfahren und Koordinierungsaufgaben (Klassen 5 und 6) die Zusatzfunktionen in 10 Klassen eingeteilt. Bei Bedarf ist eine weitere Unterteilung einer Klasse in mehrere Unterklassen möglich, siehe hierzu Anhang B.

Die Gliederung in die 10 Klassen ist nachstehend angegeben:

- Klasse 0: Universelle Zusatzfunktionen
- Klasse 1: Fräsmaschinen, Bohrmaschinen, Lehrenbohrwerke, Bearbeitungszentren
- Klasse 2: Spitzen-/Futter-Drehmaschinen, Senkrecht-Drehmaschinen, Dreh-Bearbeitungszentren
- Klasse 3: Schleifmaschinen, Meßmaschinen
- Klasse 4: Maschinen zum Brenn-, Plasma-, Laser-, Wasserstrahl-Schneiden, Drahterodiermaschinen
- Klasse 5: Optimierung, Adaptive Steuerung (AC)
- Klasse 6: Maschinen mit Mehrfach-Schlitten, mehreren Spindeln und zugeordneter Handhabungs-Ausrüstung
- Klasse 7: Stanz- und Nibbelmaschinen
- Klasse 8: Ständig frei verfügbar; kann für individuelle Anwendungen verwendet werden
- Klasse 9: Für Erweiterungen vorbehalten oder für Anwendungen, die nicht den Klassen 1 bis 7 zugeordnet werden können.

In jedem Anwendungsfall werden einige oder alle Zusatzfunktionen der Klasse 0 zusammen mit den Zusatzfunktionen derjenigen Klasse, welche der betreffenden Zuordnung zugeordnet ist, verwendet.

4.4 Grundlagen für die Schlüsselzahlen und Zusatzfunktionen

4.4.1 Aufbau des Wortes

Das Wort für die Zusatzfunktion enthält eine zweistellige Schlüsselzahl (Zehner-, Einerstelle), bei Bedarf eine dreistellige Schlüsselzahl (Hunderter-, Zehner-, Einerstelle). Vor der Schlüsselzahl steht der Adreßbuchstabe M.

Die Unterdrückung führender Nullen ist nach DIN 66 025 Teil 1/01.83, Abschnitt 5.1.3 erlaubt.

4.4.2 Zweistellige Schlüsselzahlen.

Sind für eine Steuerung weniger als 100 Zusatzfunktionen festgelegt, so können zweistellige Schlüsselzahlen verwendet werden.

Nach Möglichkeit soll die Verwendung der zweistelligen Schlüsselzahlen angestrebt werden.

4.4.3 Definition der universellen Zusatzfunktionen

Die in Tabelle 4 zusammengestellten universellen Zusatzfunktionen haben in allen Klassen die gleiche Bedeutung. Die universellen Zusatzfunktionen, deren Schlüsselzahlen in dieser Norm festgelegt sind, haben die gleichen Zehner- und Einerstellen und die gleiche Bedeutung wie in den früheren Ausgaben von DIN 66 025 Teil 2.

4.4.4 Klassenzuordnung

In dieser Norm werden die Zusatzfunktionen unter Beachtung ihrer Bedeutung einer bestimmten Klasse zugeordnet.

Im Falle einer dreistelligen Schlüsselzahl ist die Klassennummer mit der Hunderterstelle der Zusatzfunktion identisch. Ausnahmen hiervon siehe Abschnitt 6.1.

Aus Tabelle 3 sind die bisher für die einzelnen Klassen festgelegten Zusatzfunktionen zu ersehen. Die dabei verwendeten Abkürzungen bedeuten:

- C Die Zusatzfunktion mit dieser Bedeutung ist bisher nur für eine Klasse definiert. Sie kann mit gleicher oder anderer Bedeutung auch in anderen Klassen verwendet werden, siehe S und P (C = Class)
- I Die Zusatzfunktion hat in allen Klassen identische Bedeutung (universelle Zusatzfunktion; I = Identical)
- S Die Zusatzfunktion ist gleichzeitig für verschiedene Klassen mit der gleichen Bedeutung festgelegt (S = Same)
- P Die Zusatzfunktion ist gleichzeitig für verschiedene Klassen festgelegt und hat in jeder dieser Klassen eine andere Bedeutung (P = Proper)

Tabelle 3

Allgemeine Klassifizierung der Zusatzfunktionen, Klasseneinteilung											
Schlüssel- zahl	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkung
00											
01											
02											
03		S	S		C						
04		S	S		C						
05		S	S								
06											
07		S	S					C			
08		S	S					C			
09		S	S					C			
10											
11											
12							C				
13											
14					C						
15					C						
16					C						
17					C						
18					C						
19		S	S		C						
20					C						
21					C						
22					C						
23					C						
24					C						
25					C						
26					C						
27					C						
28					C						
29					C						
30											
31											
32					C						
33					C						
34		S	S					C			
35		S	S								
36											
37											
38											
39											
40		S	S								
41		S	S								
42		S	S								
43		S	S								
44		S	S								
45		S	S								
46											
47											
48											
49											

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Allgemeine Klassifizierung der Zusatzfunktionen, Klasseneinteilung											
Schlüssel- zahl	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkung
50		S	S								
51		S	S								
52											
53											
54			C								
55			C								
56			C								
57			C								
58			C								
59			C								
60	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
61											
62											
63					C						
64					C						
65											
66											
67											
68											
69											
70							P	P			
71		P					P	P			
72		P					P	P			
73		P					P	P			
74		P					P	P			
75		P					P	P			
76		P					P	P	P		
77		P					P	P	P		
78		P					P	P	P		
79							C				
80			P		P						
81			P		P						
82			P		P						
83			P		P						
84			C								
85			C								
86											
87							C				
88							C				
89							C				
90					P		P				
91					P		P				
92					P		P				
93					P		P				
94					P		P				
95					P		P				
96							C				
97							C				
98							C				
99							C				

4.4.5 Regeln für die Festlegung der Zehner- und Einerstelle der Schlüsselzahlen

Es ist zu vermeiden, daß die Schlüsselzahlen für unterschiedliche Funktionen der Klassen 1 (Fräsen, Bohren,) und 2 (Drehen) in Zehner- und Einerstelle miteinander übereinstimmen.

Grund: z.B. sind Bearbeitungsverfahren nach Klasse 1 und 2 auf einer numerisch gesteuerten Arbeitsmaschine möglich.

Es ist aber z.B. möglich, Schlüsselzahlen mit übereinstimmenden Zehner- und Einerstellen für unterschiedliche Funktionen in den Klassen 2 (Drehen) und 4 (Brennschneiden,) zu verwenden.

Generell gilt: bei der zukünftigen Festlegung von Zusatzfunktionen soll die Schlüsselzahl mit dem größeren Wert in Zehner-/Einerstelle die Ausführung der betreffenden Funktion bewirken, diejenige mit dem kleineren Wert ihre Aufhebung.

5 Universelle Zusatzfunktionen

5.1 Bedeutung und Verschlüsselung der universellen Zusatzfunktionen

In Tabelle 4 sind die universellen Zusatzfunktionen (Klasse 0) zusammengestellt.

Tabelle 4: Zusatzfunktionen der Klasse 0

Zusatzfunktion	wirksam		wirksam		Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1. a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b	gespeichert siehe Abschnitt 4.2.2.a	satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b	
M00		x		x	Programmierter Halt
M01		x		x	Wahlweiser Halt
M02		x		x	Programmende
M06	*	*		x	Werkzeugwechsel
M10	*	*	x		Klemmen
M11	*	*	x		Lösen
M30		x		x	Programmende mit Rücksetzen
M48		x	x		Überlagerungen wirksam
M49	x		x		Überlagerungen unwirksam
M60		x		x	Werkstückwechsel

Das Zeichen * in den Spalten 2 und 3 bedeutet, daß die für einen Anwendungsfall getroffene Festlegung und die dem Abschnitt 4.2.1.a oder Abschnitt 4.2.1.b entsprechende Zuordnung nach DIN 66025 Teil 1 anzugeben ist.

5.2 Erklärungen zur Tabelle 4

Nachstehend werden die Bedeutungen der in Tabelle 4 festgelegten universellen Zusatzfunktionen erläutert.

M00	Programmierter Halt	Stillsetzen der Maschine nach Abarbeiten des Satzes einschließlich Aufheben bestimmter Funktionen; z.B. bei Klasse 1 und 2: Aufheben der Funktionen für Spindeldrehung, Kühl(schmier)mittelzufuhr oder anderer.— Programmfortsetzung nach Start. ³⁾
M01	Wahlweiser Halt	Gleiche Auswirkung wie M00, wenn zugehöriger Wahlschalter auf „EIN“
M02	Programmende	Stillsetzen der Maschine nach Abarbeiten des letzten Satzes im Steuerprogramm einschließlich Aufheben bestimmter Funktionen; z.B. bei Klasse 1 und 2: Aufheben der Funktionen für Spindeldrehung, Kühl(schmier)mittelzufuhr oder anderer.— Rücksetzen der Steuerung und/oder der Arbeitsmaschine in Ausgangsstellung. ³⁾
M06	Werkzeugwechsel	Auslösung des Werkzeugwechsels ohne Werkzeugauswahl. ³⁾
M10	Klemmen	Kann sich beziehen auf Maschinenschlitten, Werkstück, Vorrichtung, Spindel, usw. ³⁾
M11	Lösen	

³⁾ Einzelheiten hierzu sind nach DIN 66 025 Teil 1 anzugeben

M30	Programmende mit Rücksetzen	Stillsetzen der Maschine nach Abarbeiten des letzten Satzes des Steuerprogramms einschließlich Aufheben bestimmter Funktionen; z.B. bei Klasse 1 und 2: Aufheben der Funktionen für Spindeldrehung, Kühl(schmier)mittelzuführung oder anderer. Rücksetzen der Steuerung und/oder der Arbeitsmaschine in Ausgangsstellung. Rücksetzen des Steuerprogramms zum Zeichen „Programm-anfang“. ³⁾
M48	Überlagerungen wirksam	Die programmierten Werte für Vorschub und/oder Spindeldrehzahl können durch manuellen Eingriff des Maschinenbedieners verringert oder erhöht werden. Diese Möglichkeit wird mit M49 aufgehoben. ³⁾
M49	Überlagerungen unwirksam	Die programmierten Werte für Vorschub und/oder Spindeldrehzahl können nicht durch manuellen Eingriff verändert werden. ³⁾
M60	Werkstückwechsel	Auslösung des Werkstückwechsels bzw. des Werkstückumspanns nach Abarbeiten des Satzes einschließlich Aufheben bestimmter Funktionen; z. B. bei Klasse 1 und 2: Aufheben der Funktionen für Spindeldrehung, Kühl(schmier)mittelzufuhr oder anderer. ³⁾

6 Zusatzfunktionen der Klassen 1 bis 9

6.1 Allgemeines

Die Zuordnung der Zusatzfunktionen der Klassen 1 bis 9 zu den Schlüsselzahlen erfolgt nach den in Abschnitt 4 festgelegten Grundlagen.

Erfordert ein Anwendungsfall mehr Zusatzfunktionen als das mit der zweistelligen Verschlüsselung machbar ist, so kann die dreistellige Verschlüsselung nach Abschnitt 4.4.1 angewandt werden. Die Hunderterstelle der dreistelligen Verschlüsselung entspricht der dem dominierenden Bearbeitungsverfahren zugeordneten Klassennummer.

Reichen in einem Anwendungsfall 100 Zusatzfunktionen nicht aus, so kann für weitere Funktionen die Klasse 9 (Funktionen mit der Hunderterstelle „9“) herangezogen werden.

Reichen auch 200 Zusatzfunktionen nicht aus, so kann eine weitere (möglichst artfremde) Klasse für Erweiterungen verwendet werden.

Bei Verwendung der dreistelligen Verschlüsselung werden alle Zusatzfunktionen mit drei Stellen verschlüsselt. In diesem Fall erhalten die universellen Zusatzfunktionen (Klasse 0) in der Hunderterstelle die dem dominierenden Bearbeitungsverfahren entsprechende Klassennummer.

In Ausnahmefällen ist es zulässig, die Zusatzfunktionen der Klasse 0 mit der Hunderterstelle „0“ zu verwenden.

6.2 Bedeutung der Zusatzfunktionen in den Klassen 1 bis 9

Die bisher festgelegten Zusatzfunktionen der Klassen 1 bis 9 sind in den Tabellen der Abschnitte 6.2.1 bis 6.2.9 zusammengestellt. Diese Tabellen enthalten in

Spalte 1 die festgelegten Zusatzfunktionen mit Zehner- und Einerstelle; bei Bedarf ist die Hunderterstelle nach Abschnitt 6.1 zu ergänzen,

den Spalten 2 bis 5 Aussagen über Zeitpunkt und Auswirkung der Zusatzfunktionen nach Abschnitt 4.2.1 und Abschnitt 4.2.2,

Spalte 6 einen Hinweis, ob die betreffende Zusatzfunktion auch in einer anderen Klasse belegt ist,

Spalte 7 die Bedeutung der Zusatzfunktionen.

³⁾ Siehe Seite 10

6.2.1 Klasse 1: Fräs- und Bohrmaschinen, Lehrenbohrwerke, Bearbeitungszentren

6.2.1.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 1						
Zusatzfunktion	wirksam		wirksam		in mehreren Klassen vorhanden siehe Abschnitt 4.4.4	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b	gespeichert siehe Abschnitt 4.2.2.a	satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b		
M03	X		X		X	Spindel im Uhrzeigersinn
M04	X		X		X	Spindel im Gegenuhrzeigersinn
M05		X	X		X	Spindel Halt
M07	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 2 Ein
M08	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 1 Ein
M09		X	X		X	Kühl(schmier)mittel Aus
M19		X	X		X	Spindelhalt mit definierter Endstellung
M34	X		X		X	Spanndruck normal
M35	X		X		X	Spanndruck reduziert
M40	X		X		X	Automatische Getriebebeschaltung
M41	X		X		X	Getriebestufe 1
M42	X		X		X	Getriebestufe 2
M43	X		X		X	Getriebestufe 3
M44	X		X		X	Getriebestufe 4
M45	X		X		X	Getriebestufe 5
M50	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 3 Ein
M51	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 4 Ein
M71						
bis M78	X		X		X	Indexpositionen des Drehtisches

6.2.1.2 Erklärungen zu den Zusatzfunktionen der Klasse 1

M03	Spindel im Uhrzeigersinn	Einschalten der Spindeldrehung; bei Drehung im Uhrzeigersinn bewegt sich eine rechtsgängige Schraube in das Werkstück hinein.
M04	Spindel im Gegenuhrzeigersinn	Einschalten der Spindeldrehung; bei Drehung im Gegenuhrzeigersinn bewegt sich eine rechtsgängige Schraube aus dem Werkstück heraus.
M05	Spindel Halt	Schnellstmögliches Stillsetzen der Spindel.
M07	Kühl(schmier)mittel Nr 2 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 2
M08	Kühl(schmier)mittel Nr 1 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 1
M09	Kühl(schmier)mittel Aus	Ausschalten Kühl(schmier)mittel Nr 1 oder Nr 2 oder Nr 3 oder Nr 4
M19	Spindelhalt mit definierter Endstellung	Die Spindel wird so stillgesetzt, daß sie bei einer vorbestimmten oder programmierbaren Winkelstellung stehenbleibt.
M34	Spanndruck normal	Spannung des Werkstücks mit normalem Druck.
M35	Spanndruck reduziert	Spannung des Werkstücks mit reduziertem Druck.
M40	Automatische Getriebebeschaltung	Unter Beachtung des programmierten S-Wortes wird automatisch die entsprechende Getriebestufe ausgewählt, oder zusätzliche Möglichkeit für Anwahl einer Getriebestufe

M41	Getriebestufe 1	
M42	Getriebestufe 2	
M43	Getriebestufe 3	Anwahl einer vorgegebenen Getriebestufe
M44	Getriebestufe 4	
M45	Getriebestufe 5	
M50	Kühl(schmier)mittel Nr 3 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 3
M51	Kühl(schmier)mittel Nr 4 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 4
M71 bis M78	Indexpositionen des Drehtisches	Positionen 1 bis 8 des Drehtisches

6.2.2 Klasse 2: Spitzen-, Futter-Drehmaschinen, Senkrecht Drehmaschinen, Dreh-Bearbeitungszentren

6.2.2.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 2						
Zusatz- funktion	wirksam		wirksam		In mehreren Klassen vorhanden siehe Abschnitt 4.4.4	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b	gespeichert siehe Abschnitt 4.2.2.a	satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b		
M03	X		X		X	Spindel im Uhrzeigersinn
M04	X		X		X	Spindel im Gegenuhrzeigersinn
M05		X	X		X	Spindel Halt
M07	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 2 Ein
M08	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 1 Ein
M09		X	X		X	Kühl(schmier)mittel Aus
M19		X	X		X	Spindel Halt mit definierter Endstellung
M34	X		X		X	Spanndruck normal
M35	X		X		X	Spanndruck reduziert
M40	X		X		X	Automatische Getriebeschaltung
M41	X		X		X	Getriebestufe 1
M42	X		X		X	Getriebestufe 2
M43	X		X		X	Getriebestufe 3
M44	X		X		X	Getriebestufe 4
M45	X		X		X	Getriebestufe 5
M50	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 3 Ein
M51	X		X		X	Kühl(schmier)mittel Nr 4 Ein
M54	X		X			Reitstock-Pinole zurück
M55	X		X			Reitstock-Pinole vor
M56	X		X			Reitstock Mitschleppen Aus
M57	X		X			Reitstock Mitschleppen Ein
M58	X		X			Konstante Spindeldrehzahl Aus
M59	X		X			Konstante Spindeldrehzahl Ein
M80	X		X		X	Lünette 1 öffnen
M81	X		X		X	Lünette 1 schließen
M82	X		X		X	Lünette 2 öffnen
M83	X		X		X	Lünette 2 schließen
M84	X		X			Lünette Mitschleppen Aus
M85	X		X			Lünette Mitschleppen Ein

6.2.2.2 Erklärungen zu den Zusatzfunktionen der Klasse 2

M03	Spindel im Uhrzeigersinn	Einschalten der Spindeldrehung; bei Drehung im Uhrzeigersinn bewegt sich eine rechtsgängige Schraube in das Werkstück hinein.
M04	Spindel im Gegenuhrzeigersinn	Einschalten der Spindeldrehung; bei Drehung im Gegenuhrzeigersinn bewegt sich eine rechtsgängige Schraube aus dem Werkstück heraus.
M05	Spindel Halt	Schnellstmögliches Stillsetzen der Spindel. Abschalten der Kühl(schmier)mittelzufuhr.
M07	Kühl(schmier)mittel Nr 2 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 2
M08	Kühl(schmier)mittel Nr 1 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 1
M09	Kühl(schmier)mittel Aus	Ausschalten Kühl(schmier)mittel Nr 1 oder Nr 2 oder Nr 3 oder Nr 4
M19	Spindel Halt mit definierter Endstellung	Die Spindel wird so stillgesetzt, daß sie bei einer vorbestimmten oder programmierbaren Winkelstellung stehenbleibt.
M34	Spanndruck normal	Spannung des Werkstücks mit normalem Druck
M35	Spanndruck reduziert	Spannung des Werkstücks mit reduziertem Druck.
M40	Automatische Getriebeschaltung	Unter Beachtung des programmierten S-Wortes wird automatisch die entsprechende Getriebestufe gewählt, oder zusätzliche Möglichkeit für Anwahl einer Getriebestufe
M41	Getriebestufe 1	
M42	Getriebestufe 2	
M43	Getriebestufe 3	Anwahl einer vorgegebenen Getriebestufe
M44	Getriebestufe 4	
M45	Getriebestufe 5	
M50	Kühl(schmier)mittel Nr 3 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 3
M51	Kühl(schmier)mittel Nr 4 Ein	Einschalten Kühl(schmier)mittel Nr 4

Reitstock

Der Reitstock wird an Drehmaschinen zur Abstützung des Werkstückes in axialer Richtung benutzt. Ein Reitstock besteht normalerweise aus einem Grundkörper und einer beweglichen Pinole, die vor- und zurückgefahren werden kann.

M54	Reitstock-Pinole zurück	Mit dieser Funktion wird die Pinole in die Grundstellung zurückgefahren.
M55	Reitstock-Pinole vor	Mit dieser Funktion wird die Pinole vorgefahren, bis sie sich am Werkstück befindet.
M56	Reitstock Mitschleppen Aus	Mit dieser Funktion wird der Reitstock-Grundkörper vom Maschinenschlitten entkoppelt.
M57	Reitstock Mitschleppen Ein	Mit dieser Funktion wird der Reitstock-Grundkörper mit dem Maschinenschlitten gekoppelt, um ihn zu einer anderen Position zu schleppen.
M58	Konstante Spindeldrehzahl Aus	Aufheben von M59, Freigabe von G96.
M59	Konstante Spindeldrehzahl Ein	Bewirkt beim Arbeiten mit konstanter Schnittgeschwindigkeit (G96), daß die Bearbeitung mit der gerade erreichten und von jetzt an konstant gehaltenen Spindeldrehzahl fortgesetzt wird.

Lünette

Lünetten werden bei Drehmaschinen zur Abstützung von Wellenteilen benutzt. Üblicherweise besteht die Lünette aus einem Grundkörper und einer bzw. zwei selbstzentrierenden Lünetten.

M80	Lünette 1 öffnen	Mit dieser Funktion wird die Lünette 1 geöffnet.
M81	Lünette 1 schließen	Mit dieser Funktion wird die Zentrier- und Stützwirkung der Lünette 1 auf das Werkstück eingeleitet. Die Rollenhebel der selbstzentrierenden Lünette werden mit dem eingestellten Hydraulikdruck gegen das Werkstück gehalten.
M82	Lünette 2 öffnen	wie M80 für Lünette 2
M83	Lünette 2 schließen	wie M81 für Lünette 2
M84	Lünette Mitschleppen Aus	Mit dieser Funktion wird der Lünetten-Grundkörper vom Maschinenschlitten entkoppelt.
M85	Lünette Mitschleppen Ein	Mit dieser Funktion wird der Lünetten-Grundkörper mit dem Maschinenschlitten gekoppelt um ihn zu einer anderen Position zu schleppen.

6.2.3 Klasse 3: Schleifmaschinen, Meßmaschinen

6.2.3.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 3							
Zusatzfunktion	wirksam		gespeichert	wirksam		in mehreren Klassen vorhanden siehe Abschnitt 4.4.4	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b		satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b			
Eine Festlegung der Zusatzfunktionen in dieser Klasse wurde als derzeit nicht sinnvoll angesehen, kann jedoch nach Abschnitt 1 jederzeit erfolgen.							

6.2.4 Klasse 4: Maschinen zum Brenn-, Plasma-, Laser-, Wasserstrahl-Schneiden, Drahterodiermaschinen

6.2.4.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 4						
Zusatzfunktion	wirksam		gespeichert siehe Abschnitt 4.2.2.a	wirksam satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b	in mehreren Klassen vorhanden siehe Abschnitt 4.4.4	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b				
M03		X	X		X	Schneiden Aus
M04	X		X		X	Schneiden Ein
M14		X	X			Höhenregelung Aus
M15	X		X			Höhenregelung Ein
M16		X	X			Schneidkopf zurück
M17		X	X			Powder Marker Swirl Off
M18		X	X			Signiereinrichtung Aus
M19	X		X		X	Signiereinrichtung Ein
M20		X	X			Plasmabrenner Aus
M21	X		X			Plasmabrenner Ein
M22		X	X			Linker Schrägbrenner Aus
M23	X		X			Linker Schrägbrenner Ein
M24		X	X			Rechter Schrägbrenner Aus
M25	X		X			Rechter Schrägbrenner Ein
M26		X	X			Mittelbrenner Aus
M27	X		X			Mittelbrenner Ein
M28	X		X			Automat. Tangentialsteuerung für Schrägbrenner
M29	X		X			Programmierbare Winkelstellung für Schrägbrenner
M33		X		X		Zeitglied Eckenverzögerung
M63	X		X		X	Hilfsgas Luft
M64	X		X			Hilfsgas Sauerstoff
M80	X				X	Aufheben M81, M82, M83
M90		X	X		X	Vorheizen links Aus
M91	X		X		X	Vorheizen links Ein
M92		X	X		X	Vorheizen Mitte Aus
M93	X		X		X	Vorheizen Mitte Ein
M94		X	X		X	Vorheizen Rechts Aus
M95	X	X	X		X	Vorheizen Rechts Ein

6.2.4.2 Erklärungen zu den Zusatzfunktionen der Klasse 4

M14	Höhenregelung Aus	Ausschalten der Höhenregelung und Verharren des Brenners (Schneidkopfes) in der zuletzt erreichten Position.
M15	Höhenregelung Ein	Einschalten der Höhenregelung, Schneidkopf fährt auf vorgegebenen Abstand.
M16	Schneidkopf zurück	Zurückfahren des Schneidkopfes und Ausschalten der Höhenregelung.

6.2.5 Klasse 5: Optimierung, Adaptive Steuerung (AC)

6.2.5.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 5							
Zusatz- funktion	wirksam		gespeichert siehe Abschnitt 4.2.2.a	wirksam		in mehreren Klassen vorhanden siehe Abschnitt 4.4.4	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b		satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b			
<p>Eine Festlegung der Zusatzfunktionen in dieser Klasse wurde als derzeit nicht sinnvoll angesehen, kann jedoch nach Abschnitt 1 jederzeit erfolgen.</p>							

6.2.6 Klasse 6: Maschinen mit Mehrfach-Schlitten, mehreren Spindeln und zugeordneter Handhabungsausrüstung

6.2.6.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 6						
Zusatzfunktion	wirksam		gespeichert siehe Abschnitt 4.2.2.a	wirksam satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b	in mehreren Klassen vorhanden siehe Abschnitt 4.4.4	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b				
M12		X		4)		Synchronisation 5)
M70	X			X	X	Unbedingter Start aller Systeme
M71	X			X	X	Unbedingter Start von System 1
M72	X			X	X	Unbedingter Start von System 2
M73	X			X	X	Unbedingter Start von System 3
M74	X			X	X	Unbedingter Start von System 4
M75	X			X	X	Unbedingter Start von System 5
M76	X			X	X	Unbedingter Start von System 6
M77	X			X	X	Unbedingter Start von System 7
M78	X			X	X	Unbedingter Start von System 8
M79	X			X	X	Unbedingter Start von System 9
M87	X			X		Status-Anzeige „Bearbeitung“
M88		X		X		Status-Anzeige „Ruhestellung“
M89		X		X		Status-Anzeige „Ruhestellung“ für alle Systeme
M90		X		X	X	Bed.Start,Abfrage aller Systeme
M91		X		X	X	Bed. Start, Abfrage v. System 1
M92		X		X	X	Bed. Start, Abfrage v. System 2
M93		X		X	X	Bed. Start, Abfrage v. System 3
M94		X		X	X	Bed. Start, Abfrage v. System 4
M95		X		X	X	Bed. Start, Abfrage v. System 5
M96		X		X		Bed. Start, Abfrage v. System 6
M97		X		X		Bed. Start, Abfrage v. System 7
M98		X		X		Bed. Start, Abfrage v. System 8
M99		X		X		Bed. Start, Abfrage v. System 9

4) Siehe die Erläuterungen der Klasse 6

5) Die Funktion M12 ist eine Alternative zur Anwendung anderer Zusatzfunktionen der Klasse 6, und zwar für Arbeitsmaschinen mit nicht mehr als zwei Schlitten oder Spindeln.

6.2.6.2 Allgemeines zu den Zusatzfunktionen der Klasse 6

a) Programmierung von numerisch gesteuerten Arbeitsmaschinen mit mehreren Achssystemen

Für numerisch gesteuerte Arbeitsmaschinen mit 2 oder mehr von einander unabhängigen Achssystemen (im folgenden werden diese abkürzend als Systeme i, j, k, n, ... bezeichnet), bei welchen zur Ausführung bestimmter Bearbeitungsvorgänge gleichzeitig (simultan) Steuerinformationen für mindestens zwei der Systeme benötigt werden, sind geeignete Maßnahmen zur Synchronisation der jeweils beteiligten Systeme erforderlich.

Diese Maßnahmen sind besonders dann notwendig, wenn die Ausführungsdauer der Bearbeitungsvorgänge der einzelnen Systeme im voraus nicht bekannt ist.

Das gesamte Steuerprogramm, das alle zur Bearbeitung eines Werkstückes benötigten Sätze umfaßt, ist aus mehreren Steuerprogrammen zusammengesetzt: dem System n ist das Steuerprogramm n zugeordnet. Die verwendeten Signale zur Synchronisation beziehen sich auf bestimmte Punkte (Anfang und Ende von Satzfolgen) in den einzelnen Steuerprogrammen und damit auf bestimmte Stellenungen der den einzelnen Systemen zugeordneten Komponenten der Arbeitsmaschine, z.B. der Schlitten. Dies ist notwendig sowohl aus Sicherheitsgründen (z.B. zur Vermeidung von Kollisionen) als auch aus technologischen Gründen, um den gewünschten Bearbeitungsablauf sicherzustellen (z.B. simultaner Einsatz zweier Werkzeuge).

Zur Erleichterung der Erstellung des gesamten Steuerprogramms und um auch zusätzlich die Möglichkeit zu haben, jedes Steuerprogramm für sich allein auf einer Arbeitsmaschine mit einem Achssystem verarbeiten zu lassen, wird die Programmierung jedes Steuerprogramms nach den in DIN 66 025 festgelegten Regeln für sich getrennt durchgeführt. Nach Vorliegen der für jedes System aufgestellten Steuerprogramme erfolgt die Ergänzung zur Synchronisation der Systeme untereinander in der nachstehend beschriebenen Form.

b) Definition der Funktionen

Zur Synchronisation der Bearbeitungsabläufe in den einzelnen Systemen werden drei Funktions-(Signal-)Typen verwendet.

b.1) Typ 1: Unbedingter Start (Unmittelbarer Start)

Diese Funktion (M7x), eingefügt in das Steuerprogramm eines Systems, veranlaßt den unbedingten (unmittelbaren) Start des Programmteils eines anderen Systems bzw. der Programmteile aller vorhandenen Systeme. Nach Ausführung dieser Funktion erfolgt also eine Simultanbearbeitung in zwei oder mehr Systemen.

Im Gegensatz zu den Funktionen vom Typ 2 (siehe Abschnitt b.2) enthält eine Funktion vom Typ 1 einen unbedingten (unmittelbaren) Startbefehl, dessen Stellung im betreffenden Steuerprogramm vom Programmierer festzulegen ist.

b.2) Typ 2: Bedingter Start (logisch: wenn....., dann.....)

Eine im Steuerprogramm eines Systems verwendete Funktion vom Typ 2 (M9x) ermöglicht die Abfrage des „Status“ eines anderen Systems oder aller anderen Systeme. Ein System kann sich im Status „Ruhestellung“ oder im Status „Bearbeitung“ befinden. Wenn der Status des abgefragten Systems oder aller anderen Systeme „Ruhestellung“ anzeigt, gelangt die nächste Satzfolge des abfragenden Systems zur Ausführung.

Mit anderen Worten: Im gegebenen System n wird von einem bestimmten Zeitpunkt an (Ausführung (M9x) der „Status“ eines anderen Systems i oder aller anderen Systeme abgefragt. Wenn das System i oder alle anderen Systeme in „Ruhestellung“ ist bzw. sind, dann kann im System n die Bearbeitung fortgesetzt werden.

Funktionen vom Typ 2 erlauben die Überwachung und Verkettung von Bearbeitungsvorgängen unbestimmter Dauer.

b.3) Typ 3: Status-Anzeige

Funktionen vom Typ 2 setzen voraus, daß der „Status“ von jedem System bekannt ist:

- Status „Bearbeitung“ (Status 1)
- Status „Ruhestellung“ (Status 0)

Jedes System verfügt daher über eine Status-Anzeige, die mit einer Funktion vom Typ 2 abgefragt werden kann.

Die Status-Anzeige „Bearbeitung“ wird für die zu überwachende Satzfolge des Steuerprogramms in System n durch die Status-Funktion M87 am Anfang dieser Satzfolge gesetzt. Das Aufheben von M87 (= Status „Ruhestellung“) erfolgt mit der Funktion M88 am Ende dieser Satzfolge.

6.2.6.3 Erklärungen zu den Funktionen der Klasse 6

M7x	Unbedingter Start von System x ($1 \leq x \leq 9$)	Wird in Steuerprogramm n programmiert und veranlaßt den unbedingten (unmittelbaren) Start des Steuerprogramms x oder eines Programmteils desselben, $x \neq n$, kann auch zum Start eines Steuerprogramms über ein externes Startsignal verwendet werden.
M70	Unbedingter Start aller Systeme	Am Anfang eines Steuerprogramms: Gleichzeitiger Start aller anderen Steuerprogramme. Innerhalb eines Steuerprogramms: Unbedingter gleichzeitiger Start aller anderen Steuerprogramme oder von Programmteilen derselben.
M87	Status-Anzeige „Bearbeitung“ eines Systems	Wird im letzten Satz einer zu überwachenden Satzfolge eines Steuerprogramms programmiert. Die Status-Anzeige dieses Systems ist damit auf „Bearbeitung“ gesetzt.
M88	Status-Anzeige „Ruhestellung“ eines Systems	Wird im letzten Satz einer zu überwachenden Satzfolge eines Steuerprogramms programmiert. Die Status-Anzeige dieses Systems ist damit auf „Ruhestellung“ gesetzt. Aufhebung von M87 im betreffenden System. Das System wartet auf Start.
M89	Status-Anzeige „Ruhestellung“ aller Systeme	Wird im letzten Satz des zuletzt an der Bearbeitung beteiligten Systems oder in den letzten Sätzen aller Systeme programmiert. Aufhebung von M87 im betreffenden System. Wird benutzt zur Signalisierung der Beendigung des gesamten Steuerprogramms.
M9x	Bedingter Start, Abfrage von System x ($1 \leq x \leq 9$)	Wird im Steuerprogramm n programmiert. Prüft den Status des Systems $x \neq n$. Wenn System x in „Ruhestellung“ dann wird der Start zur nächsten Satzfolge im Steuerprogramm n freigegeben. Solange System x im Status „Bearbeitung“, wird der Start der nächsten Satzfolge im Steuerprogramm n verhindert.

M90 Bedingter Start,
Abfrage aller anderen Systeme

Wird im Steuerprogramm n programmiert. Prüft den Status aller anderen Systeme. Wenn diese alle in „Ruhestellung“, dann erfolgt der Start der nächsten Satzfolge im Steuerprogramm n.

M12 Synchronisation

Funktion zur Synchronisation zweier Schlitten, die zeitweise simultan arbeiten können und deren Steuerinformationen im gleichen Programm oder in zwei verschiedenen Programmen enthalten sind. Beispiel: Die zuerst in einem dem Schlitten 1 zugeordneten Satz enthaltene Funktion M12 bewirkt den Stop von Schlitten 1, und zwar so lange, bis in einem dem Schlitten 2 zugeordneten Satz M12 programmiert und verarbeitet wurde.

Danach können beide Schlitten simultan arbeiten, und zwar so lange, bis die Funktion M12 wieder in einem dem Schlitten 1 oder Schlitten 2 zugeordneten Satz gelesen und verarbeitet wurde.

Dieser Vorgang wiederholt sich und stellt die Synchronisation der beiden Schlitten sicher.

6.2.7 Klasse 7: Stanz- und Nibbelmaschinen

6.2.7.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 7							
Zusatzfunktion	wirksam		gespeichert siehe Abschnitt 4.2.2.a	wirksam		in mehreren Klassen vorhanden siehe Abschnitt 4.4.4	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b		satzweise siehe Abschnitt 4.2.2.b			
M07		X	X			X	Körner Aus
M08	X		X			X	Körner Ein Dauerlauf
M09	X		X			X	Körner Ein Einzelhub
M34	*	*	*	*		X	Bohrzyklus
M70	*	*	*	*		X	Stanzen Aus
M71	*	*	*	*		X	Stanzen Ein
M72	*	*	*	*		X	Niedrige Hubzahl
M73	*	*	*	*		X	Hohe Hubzahl
M74	X			X		X	Pratzen nachsetzen
M76	*	*	*	*		X	Verzögerte Stanzauslösung Aus
M77	*	*	*	*		X	Verzögerte Stanzauslösung Ein

Das Zeichen * in den Spalten 2 und 3 bzw. 4 und 5 bedeutet, daß die für einen Anwendungsfall getroffene Festlegung und die dem Abschnitt 4.2.1.a oder dem Abschnitt 4.2.1.b bzw. die dem Abschnitt 4.2.2.a oder dem Abschnitt 4.2.2.b entsprechende Zuordnung nach DIN 66 025 Teil 1 anzugeben ist.

6.2.8. Klasse 8: Ständig frei verfügbar – kann für spezielle Kundenanwendungen benutzt werden

6.2.8.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 8						
Zusatzfunktion	wirksam		gespeichert	wirksam satzweise	in mehreren Klassen vorhanden	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b				
Eine Festlegung der Zusatzfunktionen in dieser Klasse wurde als derzeit nicht sinnvoll angesehen, kann jedoch nach Abschnitt 1 jederzeit erfolgen.						

6.2.9 Klasse 9: Vorgesehen für Erweiterungen oder für Anwendungen, die nicht in den Klassen 1 bis 7 enthalten sind

6.2.9.1 Tabelle

Verschlüsselung und Bedeutung der Zusatzfunktionen Klasse 9						
Zusatzfunktion	wirksam		gespeichert	wirksam satzweise	in mehreren Klassen vorhanden	Bedeutung
	sofort siehe Abschnitt 4.2.1.a	später siehe Abschnitt 4.2.1.b				
Eine Festlegung der Zusatzfunktionen in dieser Klasse wurde als derzeit nicht sinnvoll angesehen, kann jedoch nach Abschnitt 1 jederzeit erfolgen.						

Anhang A

Erweiterung und Änderung der festgelegten Wegbedingungen und Zusatzfunktionen

Nach Abschnitt 1 dieser Norm besteht die Möglichkeit, Vorschläge für die Aufnahme neuer bzw. die Änderung oder Löschung bisher festgelegter Wegbedingungen und Zusatzfunktionen zu machen. Ein solcher Vorschlag hat folgende Angaben zu enthalten:

Nachweis der Unterstützung des Antrags durch andere Interessenten, Datum der vorgesehenen Verwirklichung, Namen und Anschrift der vorgeschlagenen Firma, Datum des Vorschlags.

Für Neuaufnahmen

- Definition der für die Neuaufnahme vorgeschlagenen Wegbedingung/Zusatzfunktion mit Begründung und Erläuterung ihrer Wirkungsweise
- Beschreibung der Arbeitsmaschine bzw. Arbeitsmaschinengattung, für welche die neu aufzunehmende G-/M-Funktion Verwendung finden soll, unter Beachtung von DIN 66 025 Teil 1 und DIN 66 217

Für Änderungen und Löschungen

- Angabe des jetzigen Standes und Vorschlag mit Begründung für die Änderung bzw. Löschung

Anträge sind einzureichen beim:

Normenausschuß Maschinenbau
Fachbereich Industrielle Automation
Postfach 71 08 64
6000 Frankfurt am Main 71

Anhang B

Klassenzuordnung der Zusatzfunktionen

Die in dieser Norm festgelegten Zusatzfunktionen sind den 5 Klassen 1, 2, 3, 4, 6 und 7 zugeordnet, wenn man von den für alle Anwendungsfälle vorgesehenen universellen Funktionen der Klasse 0 absieht. Diese 5 Klassen entsprechen den z.Z. am häufigsten vorkommenden Maschinengattungen bzw. Bearbeitungsverfahren und Koordinierungsaufgaben, wobei die Klassen 1 und 2 z.Z. die meisten numerisch gesteuerten Arbeitsmaschinen enthalten.

Für Zusatzfunktionen aus den Anwendungsbereichen Messen und Adaptive Steuerung, möglicherweise auch für Simultanarbeit mehrerer Schlitten/Spindeln, müssen, obwohl man hier den M-Funktionen der entsprechenden eigenen Klasse (3,5,6) den Vorzug gibt, individuell auch die M-Funktionen der Klassen 1 und 2 betrachtet werden. Dabei soll die 2-stellige Verschlüsselung zwar angestrebt, aber jede Zweideutigkeit mit den Funktionen der Klassen 1 und 2 vermieden werden.

Für Arbeitsmaschinen einer Klasse, die für unterschiedliche neue Technologien ausgelegt sind, kann die Klasse und ebenso die entsprechende Tabelle der Zusatzfunktionen unterteilt werden. Voraussetzung ist allerdings, daß keine der in Frage kommenden Arbeitsmaschinen gleichzeitig für mehrere dieser Technologien ausgelegt ist.

Beispiel: Falls notwendig kann die Klasse 4 in die Unterklassen

- 4A für Brennschneiden
- 4B für Laserschneiden
- 4C für Wasserstrahlschneiden

aufgeteilt werden.

Zitierte Normen

DIN 44 300 Teil 1	Informationsverarbeitung; Begriffe, Allgemeine Begriffe
DIN 44 300 Teil 2	Informationsverarbeitung; Begriffe, Informationsdarstellung
DIN 66 025 Teil 1	Programmaufbau für numerisch gesteuerte Arbeitsmaschinen; Allgemeines
DIN 66 217	Koordinatenachsen und Bewegungsrichtungen für numerisch gesteuerte Arbeitsmaschinen
DIN 66 257	Numerisch gesteuerte Arbeitsmaschinen; Begriffe

Frühere Ausgaben

DIN 66 025 Teil 2: 10.73, 01.83

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Januar 1983 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die technische Weiterentwicklung auf dem Gebiet der numerisch gesteuerten Arbeitsmaschinen hat unter anderem zur Folge, daß neue Wegbedingungen/Zusatzfunktionen erforderlich werden bzw. geänderte Bedeutung erhalten oder ganz entfallen. Es wurde daher in dieser Norm für die Hersteller und Anwender numerisch

- gesteuerter Arbeitsmaschinen die Möglichkeit geschaffen, die Neuaufnahme von Wegbedingungen/Zusatzfunktionen sowie Änderungen oder Löschungen bereits festgelegter Wegbedingungen/Zusatzfunktionen vorzuschlagen.
- b) Die bisher 2-stelligen Schlüsselzahlen der Zusatzfunktionen können bei Bedarf auf 3 Stellen erweitert werden. Unter Beachtung der heute bekannten Maschinengattungen bzw. Bearbeitungsverfahren und Koordinierungsaufgaben werden die Zusatzfunktionen in 10 Klassen mit den Nummern 0 bis 9 eingeteilt.
 - c) Die Klasse 0 wird von den universellen Zusatzfunktionen gebildet, die in allen Klassen die gleiche Bedeutung haben und daher für alle Anwendungsfälle vorgesehen sind. Es sind dies:
M00, 01, 02, 06, 10, 11, 30, 48, 49, 60
 - d) Die Zusatzfunktion M31 Aufhebung einer Verriegelung wurde gelöscht.
 - e) Folgende Zusatzfunktionen wurden mit ihren bisherigen Bedeutungen für bestimmte Klassen festgelegt:
M03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 19 für Klasse 1 und Klasse 2
M58, 59 für Klasse 2
 - f) Folgende Zusatzfunktionen wurden neu festgelegt:
 - M34, 35, 50, 51 für Klasse 1 und Klasse 2
 - M71 bis M78 für Klasse 1
 - M54 bis M57, M80 bis M85 für Klasse 2
 - M03, 04, 14 bis 29, 32, 33, 63, 64, 80 bis 83, 90 bis 95 für Klasse 4
 - M12, 70 bis 79, 87 bis 99 für Klasse 6
 - M07, 08, 09, 34, 70 bis 74, 76, 77, für Klasse 7
 - g) Die Bedeutung folgender Zusatzfunktionen wurde präzisiert:
 - M 40 bis M 45 für Klasse 1 und Klasse 2
 - h) Gruppentitel „Industrielle Automation“ wurde aufgenommen, die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Erläuterungen

In dieser Norm werden zur Ergänzung von DIN 66 025 Teil 1 – siehe auch dort die Erläuterungen – die Schlüsselzahlen mit ihren Bedeutungen für die Wegbedingungen (Adreßbuchstaben G) und für die Zusatzfunktionen (Adreßbuchstaben M) angegeben. Die Angaben berücksichtigen den derzeitigen Stand der Technik. Sie stimmen bis auf die nachstehend genannten Abweichungen überein mit dem zur Veröffentlichung verabschiedeten ISO 6983/2 „Numerical control of machines – program format and definition of adress words – Part 2: Coding and maintenance of preparatory functions G and universal miscellaneous functions M (Numerische Steuerung von Arbeitsmaschinen, Programmaufbau in Adreßschreibweise, Verschlüsselung und Wartung der Wegbedingungen G und der universellen Zusatzfunktionen M) und einem noch nicht veröffentlichten Entwurf ISO/DIS 6983/3 „Numerical control of machines – program format and definitions of adress words – Part 3: Coding of miscellaneous functions M (Class 1 to 9) (Numerische Steuerung von Arbeitsmaschinen, Programmaufbau in Adreßschreibweise, Verschlüsselung der Zusatzfunktionen M der Klassen 1 bis 9).

Abweichungen gegenüber ISO 6983/2 und ISO/DIS 6983/3:

- Die Zusatzfunktionen der Klassen 1 und 2
M62 Workpiece shift No. 1
M63 Workpiece shift No. 2
M61 Cancel M62 or M63
wurden nicht übernommen.
- In Ausnahmefällen lassen diese ISO-Nomen bei Anwendung der dreistelligen Schlüsselzahlen in den Zusatzfunktionen der Klasse 0 die Verwendung der „0“ in der Hunderterstelle an Stelle der dem dominierenden Bearbeitungsverfahren entsprechenden Klassennummer zu.

Der genannte ISO-Standard ISO 6983/2 sowie der Entwurf ISO/DIS 6983/3 sieht gegenüber der bestehenden ISO 1056 – 1975 folgende Abweichungen vor:

a) Wegbedingungen

Wegbedingung	Bedeutung nach ISO 1056 – 1975	künftig vorgesehene Bedeutung nach ISO 6983/2
G00	Point-to-Point, Positioning	Rapid Positioning
G45	Tool Offset +/+	unassigned
G46	Tool Offset +/-	
G47	Tool Offset -/-	
G48	Tool Offset -/+	
G49	Tool Offset 0/+	
G50	Tool Offset 0/-	
G51	Tool Offset +/0	
G52	Tool Offset -/0	
G53	Linear Shift Cancel	Datum Shift Cancel
G54	Linear Shift X	Datum Shift 1
G55	Linear Shift Y	Datum Shift 2
G56	Linear Shift Z	Datum Shift 3
G57	Linear Shift XY	Datum Shift 4
G58	Linear Shift XZ	Datum Shift 5
G59	Linear Shift YZ	Datum Shift 6
G60	Positioning Exact 1 (Fine)	unassigned
G61	Positioning Exact 2 (Medium)	
G62	Positioning Fast (Coarse)	
G68	Tool Offset Inside Corner	unassigned
G69	Tool Offset Outside Corner	
G70	} unassigned	inch Data
G71		metric Data
G74	unassigned	move to home position

b) Zusatzfunktionen

Die für Zusatzfunktionen eingetretenen Abweichungen

- dreistellige Schlüsselzahl bei Bedarf
- Klasseneinteilung
- Neubelegungen, Änderungen, Löschungen einschließlich Zuordnung zu den Klassen
- Erweiterungen auf Antrag (auch für Wegbedingungen) bei den entsprechenden nationalen Normungsgremien sind aus dem vorhergehenden Abschnitt „Änderungen“ zu ersehen.

Internationale Patentklassifikation

G 05 B 19/18

G 06 F 15/46