

Beschreibung der DNC-Schnittstelle (Binär-Format)

1. Funktionalität

Die DNC-Schnittstelle schafft eine Verbindung zwischen einem übergeordneten Rechner (Fertigungsleitrechner, FMS-Rechner, DNC-Hostrechner etc.) und dem Steuerrechner einer NC-Maschine. Nach Aktivierung des DNC-Betriebes, übernimmt der DNC-Rechner (Master) die Steuerung der NC-Maschine (Client). Sämtliche Daten wie z.B. NC-Programme, Werkzeugdaten, Nullpunktverschiebungen können zwischen DNC-Rechner und NC-Maschine übertragen werden. Die gesamte Fertigungssteuerung wird komplett vom DNC-Rechner übernommen. Die Automatisierungseinrichtungen wie Türe, Spannfutter (-zange), Pinole, Kühlmittel etc. können vom DNC-Rechner aus angesteuert werden. Der aktuelle Zustand der NC-Maschine ist am DNC-Rechner ersichtlich.

Um den Funktionsmöglichkeiten der Sinumerik 840d gerecht zu werden, wurde das Protokoll mit einigen Erweiterungen versehen. Die Sinumerik 840d kann jedoch weiterhin, wenn auch nur mit Einschränkungen, mit dem ursprünglichen Protokoll (in Zukunft kompatibles Protokoll genannt) betrieben werden. Beim Start des DNC-Betriebes wird der Steuerung mitgeteilt, ob die Erweiterungen verwendet werden sollen. Im Dokument ist jeweils eigens auf die Erweiterungen hingewiesen.

2. Kommunikation

Das Protokoll für die Kommunikation zwischen NC-Maschine (DNC-Interface) und dem DNC-Rechner ist so ausgelegt, dass eine Anbindung sowohl über zeichenorientierte (z.B. RS-232) als auch über blockorientierte Kommunikationsschichten (z.B. Ethernet / TCP/IP oder USB) erfolgen kann. Die Kommunikation wird paketweise im Quittungsverkehr abgewickelt.

Derzeit kann die Verbindung zum DNC-Rechner nur über die RS-232-Schnittstelle und TCP/IP aufgebaut werden.

Werden die Daten über die serielle Schnittstelle übertragen, so müssen im Binär-Modus acht Datenbits verwendet werden, sonst werden die übertragenen Daten unbrauchbar und es wird für jedes Paket eine falsche Checksumme gemeldet.

Wird TCP/IP verwendet, so wird auf eingehende Verbindungen am Port 5557 gehorcht. Sollte die TCP/IP-Verbindung im Betrieb einmal unterbrochen werden, so bleibt die Steuerung im DNC-Betrieb und kann nach einem erneuten Verbindungsaufbau weiterhin mit Befehlen gesteuert werden.

2.1. Paketaufbau

Die übertragenen Pakete bestehen aus einem Paketheader und den Paketdaten, die eine maximale Länge von 256 Byte im kompatiblen Modus und eine maximale Länge von 65535 Byte mit aktivierten Erweiterungen der Sinumerik 840d haben können. Die Vergrößerung der Paketgröße war notwendig um auch längere Programmdateien zu übertragen.

Paketheader:

Feldinhalt	Bytes	Bemerkung
Checksumme	1, Binär	Die Checksumme wird durch Aufaddieren des gesamten Paketes inkl. den Daten, ohne die Checksumme selbst gebildet.
Kommandogruppe	1, ASCII	Kommando-Gruppe (siehe 3. Kommandobeschreibung)
Kommandokennung	1, ASCII	Kommando-Kennung (siehe 3. Kommandobeschreibung)
Paketnummer	1, Binär	Die Paketnummer dient zur Identifizierung der Reihenfolge bei Kommandos, die aus mehreren Paketen (z.B. Programmübertragung) bestehen. Das erste Paket im Kommando trägt die Nummer eins. Das letzte immer die Nummer 69 (ASCII 'E'), wodurch ein Kommando aus max.69 Paketen bestehen kann.
Nachrichtenummer	2, Binär	Die Pakete werden mit einer fortlaufenden Nummer gekennzeichnet, um im Fehlerfall eine Identifizierung der Datenpakete zu ermöglichen.
Kommandolänge	2, Binär	Gibt die Byteanzahl der Nutzdaten ohne den Paketheader an.

DNC-Interface (Binär-Format)

Paketdaten:

Die Paketdaten enthalten die Nutzinformation, die für jedes der Kommandos unterschiedlich ist (siehe 3. Kommandobeschreibung).

2.2. Kommandoverkehr

Die Kommunikation zwischen den Rechnern wird im Quittungsverkehr abgewickelt. Vor dem Start eines neuen Kommandos muss die Quittung des letzten Kommandos abgewartet werden.

3. Kommandobeschreibung

3.1. Allgemeines

Nachfolgend werden die DNC-Kommandos beschrieben. Die Einteilung in bestimmte Kommandogruppen ist rein willkürlich erfolgt.

Erklärung der Kommandosyntax:

Die Pfeile geben die Richtung des Datenflusses an:

- ▶ vom DNC-Rechner zur NC-Steuerung
- ◀ von NC-Steuerung zum DNC-Rechner

Die beiden Buchstaben geben die jeweilige Kommandogruppe und -kennung an (ASCII-Zeichen!).

Weitere Angaben beziehen sich auf den Bereich der Kommando-Nutzdaten. Sind keine Nutzdaten beschrieben und es werden trotzdem welche mitübertragen, so werden diese ignoriert und das Kommando normal ausgeführt.

3.2. Kommunikationsfehler

Folgende Nachrichten können bei Fehlern in der Übertragung oder bei unzulässigen Kommandos an den DNC-Rechner gesendet werden.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Allgemeiner Kommunikationsfehler	N V	1
▶	Unbekanntes Kommando	N V	2
▶	Fehler in der Checksumme	N V	3
▶	Unzulässiges Kommando	N V	4
▶	Unvollständiges Paket	N V	5

Bei einem allgemeinen Kommunikationsfehler meldete der Treiber der Schnittstelle einen Fehler beim Empfang. Das Packet wurde daher verworfen.

Ein unzulässiges Kommando liegt dann vor, wenn beim aktuellen Zustand der Steuerung, dieses Kommando nicht erlaubt ist. Dies ist der Fall, wenn ein neues Kommando abgesendet wird, bevor das letzte von der Steuerung quittiert wurde. Eine andere Möglichkeit wäre der Empfang von Kommandos, ohne das der DNC-Betrieb zuvor aktiviert wurde bzw. nachdem der DNC-Betrieb bereits wieder abgeschaltet wurde. Ebenso wird ein unzulässiges Kommando gemeldet, wenn die Paketlänge 256 Byte überschreitet, die Erweiterungen für die Sinumerik 840d jedoch nicht aktiviert sind.

Ein Paket wird als unvollständig erkannt, wenn ein Paket noch nicht vollständig empfangen wurde und innerhalb eines definierten Timeouts keine weiteren Daten mehr bei der Steuerung eintreffen. Die bisher empfangenen Paketdaten werden verworfen.

3.3. DNC-Betrieb starten

Der DNC-Rechner meldet sich bei der NC-Maschine und fordert einen Übergang in den DNC-Betrieb an (1.Kommando!). Damit wird die NC-Maschine in die Betriebsart Automatik geschaltet (Anzeige DNC am Bildschirm). Um die Erweiterungen der Sinumerik 840d zu verwenden, muss das 5. Byte der Daten eine 1 enthalten. Der DNC-Betrieb kann zu jedem Zeitpunkt (unabhängig vom Zustand der Steuerung) aktiviert werden.

DNC-Interface (Binär-Format)

<i>Richtung</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>Komm.</i>	<i>Daten</i>
▶	Übergang in den DNC-Betrieb	B S	Konfigurationsbitfeld (4 Byte) Aktivierung Protokollerweiterungen (1 Byte)
◀	DNC-Betrieb aktiviert (pos. Quittung)	C Z	Systemzustand entspr. Konfigurationsbitfeld
◀	Software-Versionsnummer	C V	SW-Versionen
◀	Aktivierung nicht möglich (neg. Quittung)	N B	

Das Konfigurationsbitfeld definiert welche Änderungen im Systemzustand der Steuerung und der Maschine automatisch an den DNC-Rechner übertragen werden sollen (siehe 3.5. Konfiguration Systemzustandsmeldung). Wurde DNC-Betrieb aktiviert und das Konfigurationsbitfeld war gültig (4 Byte müssen übertragen worden sein), so wird zuerst der aktuelle Systemzustand übertragen. War das Konfigurationsbitfeld nicht gültig oder alle Bytes auf null, so unterbleibt diese Nachricht.

Das Byte 5 der Daten gibt an, welche Version des DNC-Protokolls verwendet werden soll. Wird es auf eins gesetzt, so werden die Protokollerweiterung für die Sinumerik 840d aktiviert. Fehlt das Byte oder enthält es einen anderen Wert, so wird jenes DNC-Protokoll, welches kompatibel zur ursprünglichen Version der WinNC32 ist, aktiviert.

Die Meldung der Software-Versionen wird bei erfolgreicher Aktivierung des DNC-Betriebes auf jeden Fall übermittelt und enthält folgende Informationen in den Nutzdaten:

<i>Bezeichnung</i>	<i>Speichertyp</i>	<i>Bemerkung</i>
Gerätetyp	byte	1 .. Steuerung 2 .. PCCOM-Karte (AC95), RS485-Einschubkarte (AC88) 3 .. ACIF (AC95 und AC88) 4 .. Achskontroller 6 .. PLC 7 .. Maschinentastatur
SW-Version low byte	byte	Unterversionsnummer
SW-Version high byte	byte	Hauptversionsnummer

Wird versucht das Kommando bei bereits aktiviertem DNC-Betrieb zu senden, so erhält man eine negative Quittung, der DNC-Betrieb bleibt aber weiterhin aktiv.

3.4. DNC-Betrieb beenden

Das Beenden des DNC-Betriebes wird vom DNC-Rechner aus angestoßen.

<i>Richtung</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>Komm.</i>	<i>Daten</i>
▶	Beenden des DNC-Betriebes	B E	
◀	DNC-Betrieb beendet (pos. Quittung)	Q B	

Falls die Steuerung bei aktivem DNC-Betrieb beendet wird, erfolgt eine Meldung an den DNC-Rechner.

◀	Software der Maschine beendet	C B	
---	-------------------------------	-----	--

3.5. Konfiguration Systemzustandsmeldung

Über die Konfigurationsbits wird der Steuerung mitgeteilt, welche Änderungen des Systemzustandes der Maschine und der Steuerung automatisch an den DNC-Rechner gesendet werden. Die Konfiguration wird beim Starten des DNC-Betriebes festgelegt (siehe 3.3.DNC-Betrieb starten), kann aber jederzeit durch diesen Befehl verändert werden. Die Bedeutung des Konfigurationsfeldes wird in Kapitel 3.6. Systemzustand beschrieben.

Werden weniger als 4 Byte für das Konfigurationsbitfeld übertragen, so werden die automatischen Änderungsnachrichten abgeschaltet, können aber durch eine neuerliches Konfigurationskommando jederzeit wieder aktiviert werden.

<i>Richtung</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>Komm.</i>	<i>Daten</i>
▶	Neues Konfigurationsbitfeld	C K	Konfigurationsbitfeld (4 Byte)
◀	Konfigurationsbitfeld übernommen	Q K	

DNC-Interface (Binär-Format)

3.6. Systemzustand

Der aktuelle Systemzustand wird nach dem Hochstarten, nach einer Zustandsabfrage, sowie bei einer Änderung an den DNC-Rechner übertragen (abhängig von den Konfigurationsdaten).

Der Systemzustand beschreibt die Betriebsart der Maschine (Automatik, Manual, Referenzpunkt-Status), den Programmstatus (NC-Programmnummer bzw. NC-Programmname, Bearbeitungsstatus, SKIP), den Status der Automatisierungseinrichtungen (Türe, Spannmittel, Pinole, Kühlmittel, Hilfsantriebe,...), aktuelle Overridewerte (Feed, Spindel) sowie den Alarmstatus.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
►	Anforderung des Systemzustandes	C Z	Konfigurationsbitfeld (4 Byte)
◄	Übertragung des Systemzustandes	C Z	Konfigurationsbitfeld (4 Byte) Systemzustand (variable Länge)

Gibt es Änderungen in Systemzustand, für die eine Benachrichtigung angefordert wurde, so wird je Änderung folgendes Paket übertragen:

◄	Veränderter Systemzustand	C Z	Konfigurationsbitfeld (4 Byte) Systemzustand (variable Länge)
---	---------------------------	-----	--

3.6.1. Aufbau Konfigurationsbitfeld

Das Konfigurationsbitfeld ist 4 Byte lang und beschreibt die Daten die bei der Rückmeldung des Systemzustandes enthalten sein sollen (Bit=1->aktiv). Die Bits müssen wie nachfolgend beschrieben im Konfigurationsbitfeld eingetragen sein. Dies entspricht genau der Anordnung der Bits einer 32-Bit Zahl im Little Endian Byte Format.

Byte 0								Byte 1							
7	6	5	4	3	2	1	0	15	14	13	12	11	10	9	8
Byte 2								Byte 3							
23	22	21	20	19	18	17	16	31	30	29	28	27	26	25	24

Bedeutung der einzelnen Bits:

- 0: Betriebsart der Maschine
- 1: NC-Programm-Nummer
- 2: NC-Programm-Status
- 3: SKIP-Status
- 4: Eingeschwenktes Werkzeug
- 5... Türstatus
- 6... Spannmittelzustand
- 7: Pinolenzustand
- 8: Kühlmittelzustand
- 9: NOT-AUS Status
- 10: Hilfsantriebszustand
- 11: Hauptspindel-Drehzahl
- 12: Feedoverride-Wert
- 13: Spindeloverride-Wert
- 14: Alarm/Meldung
- 15: Ausblaszustand
- 16: Teilapparat
- 17: Alarm-/Meldungsinfo
- 18: NC-Programmstack
- 19: aktive NC-Programmzeile

3.6.2. Aufbau Systemzustand

Der Systemzustand informiert den DNC-Rechner über Veränderungen an der Maschine oder wird direkt per Kommando angefordert. Zu Beginn steht das Konfigurationsbitfeld (4 Byte), das angibt, welche Teile des Systemzustandes in diesem Paket übertragen werden. Danach folgen die Daten des Systemzustandes.

DNC-Interface (Binär-Format)

Format der Daten kompatibles Protokoll(in der selben Reihenfolge wie im Konfigurationsbitfeld):

Nr.	Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
0	Betriebsart der Maschine	byte (ASCII) byte (ASCII)	A..Automatik, M..Manual R .. Referenzpunkt gültig, F .. Ref.-Fahrt aktiv, N .. Referenzpunkt nicht gültig
1	NC-Programmnummer	word (2 Byte)	aktuelle Programmnummer 0xFFFF = kein Programm angewählt
2	NC-Programm-Status	byte (ASCII)	L .. aktiv, R .. Reset
3	SKIP-Status	byte	1 .. aktiv, 0 .. inaktiv
4	eingeschwenktes Werkzeug	word (2 Byte)	Werkzeugnummer 0xFFFF = ungültiges Werkzeug
5	Türstatus	byte	0 .. offen, 1 .. zu, 2 .. Zwischenstellung
6	Spannmittel	byte	0 .. entspannt, 1 .. gespannt, 2.. Zwischenstellung
7	Pinole	byte	0 .. hinten, 1 .. vorne, 2 .. Zwischenstellung
8	Kühlmittel	byte	0 .. aus, 1 .. ein
9	NOT-AUS Status	byte	0 .. OK, 1 .. Not-Aus
10	Hilfsantriebe	byte	0 .. aus, 1 .. ein
11	Hauptspindel-Drehzahl	word (2 Byte)	Drehzahl in U/min
12	Feedoverride-Wert	byte	in Prozent
13	Spindeloverride-Wert	byte	in Prozent
14	Alarm/Meldung aktiv	byte	0 ..alles OK, 1 .. Alarm steht an, 2 .. Meldung steht an
15	Ausblaszustand	byte	0 .. aus, 1 .. ein
16	Teilapparat	byte	0 .. fixiert, 1 .. in Bewegung
17	Alarm-/Meldungsinfo	word (2 Byte)	Typ: 1 .. Konverter-Alarm 2 .. PLC-Alarm 3 .. Achskontroller-Alarm 4 .. Oberflächen-Alarm 5 .. Konverter-Meldung 6 .. PLC-Meldung
		word (2 Byte)	Nummer des Alarms bzw. der Meldung
18	NC-Programmstack	word (2 Byte)	Nummer des aktuell bearbeiteten Programms 0xFFFF = kein Programm in Bearbeitung
19	aktive NC-Programmzeile	word (2 Byte) ASCII-String	Länge der Programmzeile (max. 250 Zeichen) aktive Programmzeile

Veränderungen im Format der Daten für die Erweiterungen der Sinumerik 840d:

Nr.	Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
1	NC-Programmname	word (2 Byte) ASCII-String	Länge des Programmtyps + -Name (0, falls kein Programm angewählt ist) Programmtyp + -Name (siehe 4.3. NC-Programmübertragung)
2	NC-Programm-Status	byte (ASCII)	L .. aktiv, R .. Reset, S .. Stop
14	Alarm/Meldung aktiv	byte	0 ..alles OK, 1 .. Alarm steht an, 2 .. Meldung steht an, 3 .. Alarm und Meldung steht an
17	Alarm-/Meldungsinfo	word (2 Byte)	Anzahl der Alarme und Meldungen
		word (2 Byte)	Typ (siehe altes Protokoll)
		word (2 Byte)	Nummer des Alarms bzw. der Meldung
		word (2 Byte)	Länge des Alarm-/Meldungs-Textes
		ASCII-String	Alarm-/Meldungs-Text
18	NC-Programmstack	word (2 Byte) ASCII-String	Länge des Programmtyps + -Name (0, falls kein Programm bearbeitet wird) Programmtyp + -Name des editierten Prog. (siehe 4.3. NC-Programmübertragung)
19	aktive NC-Programmzeile	word (2 Byte) ASCII-String	Länge der Programmzeile (keine Beschränkung) aktive Programmzeile

DNC-Interface (Binär-Format)

3.7. Überwachung

Der DNC-Rechner hat jederzeit (auch bei aktivem Peripheriekommando oder Datentransfer) die Möglichkeit zu überprüfen, ob die Verbindung zur Steuerung noch funktioniert (ALIVE-Meldung).

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Verbindungsüberwachung	C V	
◀	Quittung	Q V	

3.8. Referenzieren

Dieses Kommando startet das Referenzieren der NC-Maschine. Wird das Referenzieren innerhalb des eingestellten Zeitlimits nicht abgeschlossen, so erhält man eine negative Quittung.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Referenzieren der Maschine	A R	
◀	Referenzieren erfolgreich	C Z	Systemzustand Betriebsart der Maschine
◀	Referenzieren nicht erfolgreich	N A	

3.9. Fertigungsdialoge

Diese Kommandos steuern die Fertigung von Werkstücken. Dazu zählen Kommandos zur Programmbeeinflussung wie Programmanwahl, Programmstart, Programmstop, Ausblenden von NC-Sätzen (SKIP), Zurücksetzen der Maschine (RESET), Kommandos zur Ansteuerung der Automatisierungseinrichtungen wie z.B. Ansteuerung der Türe, der Spanneinrichtung, des Kühlmittels, des Werkzeugwenders, etc. sowie Kommandos zur Fertigungsbeeinflussung wie Änderung der Overtidewerte. Werden Peripherieanforderung von der PLC abgelehnt (z.B. Teilapparat nicht vorhanden) oder wird das Zeitlimit überschritten, so erhält man eine negative Quittung und das Kommando wird abgebrochen.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	NC-Programmanwahl	S W	Programmnummer (2 Byte binär)
◀	Quittung	C Z	Systemzustand NC-Programmnummer

▶	NC-Startfreigabe	S S	
◀	pos. Quittung	C Z	Systemzustand NC-Programm-Status
◀	neg. Quittung	N S	

▶	RESET an Maschine	S R	
◀	pos. Quittung	C Z	Systemzustand NC-Programm-Status
◀	neg. Quittung	N S	

▶	NC-STOP an Maschine	S H	
◀	pos. Quittung	C Z	Systemzustand NC-Programm-Status
◀	neg. Quittung	N S	

▶	SKIP aktivieren/deaktivieren	S A	Zustand (1 Byte): 0=aus / 1=ein
◀	Quittung	C Z	Systemzustand SKIP-Status

▶	Feedoverridewert ändern	O F	FOV-Wert in Prozent (1 Byte)
◀	Quittung	C Z	Systemzustand Feedoverride-Wert

▶	Spindeloverridewert ändern	O S	SPOV-Wert in Prozent (1 Byte)
◀	Quittung	C Z	Systemzustand Spindeloverride-Wert

Erweiterungen der Sinumerik 840d:

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	NC-Programmanwahl	S W	Programmtyp + -Name (siehe 4.3. NC-Programmübertragung)
◀	Quittung	C Z	Systemzustand Programmtyp und -Name

DNC-Interface (Binär-Format)

Peripheriebefehle:

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Werkzeugwender schwenken	P T	keine (auf nächste Position schwenken)
▶	Hilfsantriebe	P A	Zustand (1 Byte): 1=ein / 0=aus
▶	automatische Türe	P D	Zustand (1 Byte): 0=auf / 1=zu / 2=stop
▶	Spannmittel	P S	Zustand (1 Byte): 0=entspannen / 1=spannen
▶	Pinole	P P	Zustand (1 Byte): 1=vor / 0=zurück
▶	Kühlmittel	P C	Zustand (1 Byte): 1=ein / 0=aus
▶	Ausblasen	P B	Zustand (1 Byte): 1=ein / 0=aus
▶	Teilapparat	P I	keine (zur nächsten Teilung)
◀	pos. Quittung	C Z	Systemzustand der angeforderten Peripherie
◀	neg. Quittung	N P	

3.10. Kommandoabbruch

Mit dieser Nachricht lässt sich das aktive Kommando abbrechen. Alle Aktionen für das aktive Kommando werden unterbrochen. Falls ein Datentransfer zwischen DNC-Rechner und Steuerung aktiv ist, wird dieser ebenso abgebrochen.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Kommando abbrechen	C A	
◀	Quittung	Q A	

3.11. Positionierung der Achsen

Mit diesem Kommando können die Achsen der NC-Maschine positioniert werden. Die Daten beinhalten den Achsnamen und den inkrementellen Verfahrensweg. Wird die Verfahrensbewegung nicht innerhalb des Zeitlimits abgeschlossen, wurde eine ungültige Achse oder ein ungültiger Verfahrensweg angegeben, so erhält man eine negative Quittung. Dies kann ebenso auftreten, wenn der Vorschub so klein gewählt ist, dass die Bewegung nicht innerhalb des Zeitlimits abgeschlossen werden kann.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Positionierkommando	A M	Daten für die Positionierung der Achsen
◀	pos. Quittung	Q M	
◀	neg. Quittung	N M	

Daten für die Achspositionierung:

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Achsbezeichnung	byte (ASCII)	Achsbuchstabe ('X','Y','Z')
Achsverfahrensweg	float (4 Byte)	Verfahrensweg für die Achse in [mm] oder [Inch]

3.12. Ermitteln der aktuellen Achsposition

Die aktuellen Achspositionen für die angeforderten Achsen der NC-Maschine werden mit diesem Kommando an den DNC-Rechner übertragen. Die Konfigurationsdaten spezifizieren die in der Antwort enthaltenen Positionsdaten. Existiert die übergebene Achse nicht oder handelt es sich um keine Linearachse, so wird eine neg. Quittung an den DNC-Rechner gesandt.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Achspositionen ermitteln	C P	Konfigurationsdaten für die Achspositionen
◀	pos. Quittung	C P	Achspositionen
◀	neg. Quittung	N P	

DNC-Interface (Binär-Format)

Konfigurationsdaten für die Achspositionen:

Diese bestimmen die Achsen und die Art der Positionsdaten (z.B. aktuelle Position, Zielposition, usw.), die übermittelt werden sollen.

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Achsbezeichnung	byte (ASCII)	Achsbuchstabe ('X','Y','Z') oder 255 für alle Achsen
Anforderungsdaten	byte	Bits, die die Art der Positionsdaten bestimmen: <ul style="list-style-type: none"> • 0: aktuelle Position (relativ zum Werkstücknullpunkt) • 1: Zielposition • 2: Restweg • 3: absolute aktuelle Position

Zurückgelieferte Positionsdaten:

Die Achspositionsdaten werden als Antwort auf das Kommando 'Aktuelle Achspositionen' immer im Werkstückkoordinatensystem übertragen. Am Anfang der Daten stehen die 'Konfigurationsdaten für die Achspositionen' gefolgt von einem Eintrag für jede angeforderte Achse mit den entsprechenden Positionsdaten wie nachfolgend beschrieben.

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Achsbezeichnung	byte (ASCII)	Achsbuchstabe ('X','Y','Z')
Wert für die aktuelle Position	float	nur wenn Bit 0 der 'Anforderungsdaten' gesetzt ist
Wert für die Zielposition	float	nur wenn Bit 1 der 'Anforderungsdaten' gesetzt ist
Wert für den Restweg	float	nur wenn Bit 2 der 'Anforderungsdaten' gesetzt ist
Wert für die absolute Position	float	nur wenn Bit 3 der 'Anforderungsdaten' gesetzt ist

3.13. Ermitteln des Steuerungstyps

Diese Kommando kann dazu verwendet werden, um zu überprüfen, ob es sich bei der Steuerung um eine Sinumerik 840d (Paket wird normal beantwortet) oder eine andere Steuerung (Paket wird als unbekanntes Kommando beantwortet) handelt.

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Steuerungstyp ermitteln	C T	
◀	pos. Quittung	Q T	Steuerungstyp: 0 .. Sinumerik 840d (Erweiterungen deaktiviert) 1 .. Sinumerik 840d (Erweiterungen aktiv)

4. Übertragen von Daten

4.1. Allgemeines

Alle Daten die zum Fertigen eines Werkstückes benötigt werden wie NC-Programmdateien, Werkzeugdaten und Nullpunktverschiebungen können zwischen der NC-Maschine und dem DNC-Rechner in beiden Richtungen übertragen werden. Wird das kompatible Protokoll zur WinNC32 verwendet können die Daten eine maximale Größe von 17664 Bytes betragen (= 69 Pakete mit je 256 Byte). Werden jedoch die Erweiterungen des Protokolls für die Sinumerik 840d verwendet sind ca. 4,3MByte (= 69 Pakete mit je 65535 Byte) möglich.

Wird beim Beginn der Datenübertragung eine neg. Quittung zurückgeliefert, so ist die Steuerung nicht bereit Daten zu übernehmen. Dies ist der Fall wenn z.B. ein Peripheriekommando noch aktiv ist oder bereits eine Datenübertragung läuft. Wird während des Transfers von Daten eine neg. Quittung zurückgeliefert, so wird der Datentransfer komplett abgebrochen und muss von neuem begonnen werden.

Übertragen von Daten vom DNC-Rechner zur Steuerung:

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Anfrage zum Übertragen von Daten	D S	
◀	Anforderung zum Daten übertragen	Q P	
◀	neg. Quittung	N D	

DNC-Interface (Binär-Format)

▶	Datenpaket 1 übertragen	D P	Daten (NC-Programme, Werkzeugdaten, Nullpunktverschiebungen)
◀	Anforderung zum Daten übertragen	Q P	Paketnummer des zuletzt korrekt empfangenen Paketes (z.B. 1)
◀	neg. Quittung	N D	Fehlernummer (siehe 4.2. Fehler Datenübertragung)
.....			
▶	Datenpaket 69 (ASCII 'E') übertragen	D P	Daten (letztes Paket)
◀	pos. Quittung Ende Datenübertragung	Q P	Endekennung (1 Byte) 69 (ASCII 'E')
◀	neg. Quittung	N D	Fehlernummer (siehe 4.2. Fehler Datenübertragung)

Übertragen von Daten von der NC-Steuerung zum DNC-Rechner:

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Datenrückübertragung anfordern	D R	Art der Daten (siehe 4.3. NC-Programm bis 4.5. Übertragung Werkzeugdaten)
◀	Datenpaket 1	D P	Daten (NC-Programme, Werkzeugdaten, Nullpunktverschiebungen)
◀	neg. Quittung	N D	Fehlernummer (siehe 4.2. Fehler Datenübertragung)
▶	Anforderung zum Daten übertragen	Q P	Paketnummer des zuletzt korrekt empfangenen Paketes (z.B. 1)
.....			
◀	Datenpaket 69 (ASCII 'E') übertragen	D P	Daten (letztes Paket)
▶	pos. Quittung Ende Datenübertragung	Q P	Endekennung (1 Byte) 69 (ASCII 'E')
▶	neg. Quittung	N D	

Abbruch der Datenübertragung:

Richtung	Bedeutung	Komm.	Daten
▶	Abbruch der Datenübertragung	D A	
◀	Quittung auf Abbruch	Q A	

4.2. Fehler Datenübertragung

Folgende Fehler können während der Datenübertragung mit einer neg. Quittung an den DNC-Rechner gesendet werden.

Bedeutung der Fehlernummer bei negativer Quittung:

- 1: Unbekannter Datentyp
- 2: Fehler beim File-Handling
- 3: Parameter-Index zu groß, Wertebereich überschritten
- 4: Falsche Paketnummer
- 5: Zu wenig Speicherplatz (NC-Steuerung)

4.3. NC-Programmübertragung

NC-Programme können in beiden Richtungen zwischen dem DNC-Rechner und der Steuerung ausgetauscht werden. Da jedoch das kompatible DNC-Protokoll (WinNC32) nur Programmnummern für Haupt- und Unterprogramme unterstützt, gelten einige Einschränkungen bei Verwendung des ursprünglichen Protokolls. Hauptprogramme werden als Teileprogramme (z.B. 0000.MPF) und Unterprogramme als ebensolche (z.B. 0001.SPF) abgelegt. Werden die Erweiterungen des Protokolls für die Sinumerik 840d verwendet, können alle Programme und die Anwender-Zyklen (ohne Beschränkung des Dateinamens) übertragen werden.

Programmtypen kompatibles Protokoll:

Programmtyp	Bemerkung
\$MP	Hauptprogramm, abgelegt in den Teileprogrammen mit 4-stelliger Zahl
\$SP	Unterprogramm mit 4-stelliger Zahl

DNC-Interface (Binär-Format)

Programmtypen Erweiterungen Sinumerik 840d:

Programmtyp	Bemerkung
\$MF	Teileprogramm
\$SF	Unterprogramm
\$CU	Anwenderzyklus
\$WM	Werkstück-Hauptprogramm
\$WS	Werkstück-Unterprogramm

Die angeführten Programmtypen der Sinumerik 840d sind sowohl für die NC-Programmübertragung als auch für den Systemzustand (aktuelles NC-Programm und gerade bearbeitetes Programm).

Hinter den Programmtypen steht der jeweilige Programmname (ohne die Erweiterung, z.B. "\$MFTEST" für das Teileprogramm TEST.MPF). Bei den Werkstücken wird zusätzlich noch der Name des Werkstückes (ebenfalls ohne Erweiterung) gefolgt von einem Backslash '\' vor dem Programmnamen angegeben (z.B. "\$WMTEST\TEST" für das Hauptprogramm TEST.MPF im Werkstück TEST.WPD).

4.3.1. Zur Steuerung

Bei der NC-Programmübertragung zur Steuerung ist es möglich mehrere Programme auf einmal zu übertragen. Für jedes zu übertragende NC-Programm müssen folgende Daten an die Steuerung übertragen werden. Ist der übergebene Programmtyp nicht gültig, so wird mit dem Fehler "Ungültiger Datentyp" abgebrochen. Tritt während dem Schreiben der Programme ein Fehler auf (z.B. das Programm kann nicht geschrieben werden, ungültiger Dateiname), so wird der Datentransfer mit "Fehler im Filehandling" abgebrochen.

Kompatibles Protokoll (je zu übertragendes Programm):

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Programmtyp	ASCII-String	<ul style="list-style-type: none"> "\$MP" für Hauptprogramme (Teileprogramme) "\$SP" für Unterprogramme
Programmnummer	ASCII-String	4 Zeichen und CR-LF-Zeichen (\r\n = Zeilenende) (z.B. Teileprogramm 0043.MPF: "\$MP0043\r\n")
Programmdaten	ASCII-String	NC-Sätze mit CR-LF am Zeilenende (Format wie bei NC-Programmen der Steuerung)

Erweiterungen Sinumerik 840d (je zu übertragendes Programm):

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Programmtyp	ASCII-String	Programmtyp (siehe 4.3. NC-Programmübertragung)
Programmname	ASCII-String	Programmnamen und CR-LF-Zeichen (z.B. Programm TEST.MPF im Werkstück TEST.WPD: "\$WMTEST\TEST\r\n")
Programmdaten	ASCII-String	NC-Sätze mit CR-LF am Zeilenende (Format wie bei NC-Programmen der Steuerung)

4.3.2. Zum DNC-Rechner

Um NC-Programme zum DNC-Rechner zu übertragen, müssen diese zuvor beschrieben werden. Es können mehrere Anforderungen in einem Paket kombiniert werden. Werden keine passenden Programme gefunden, wird ein leeres Paket (ohne Nutzdaten) an den DNC-Rechner zurückgesandt. Die rückübertragenen Programme befinden sich im selben Format wie bei der Übertragung zur Steuerung (siehe 4.3.1. Zur Steuerung). Sollte eine Anforderung einen ungültigen Programmtyp oder einen ungültigen Dateinamen enthalten, so wird sie ignoriert und keine Daten für diese Anforderung übertragen.

DNC-Interface (Binär-Format)

Kompatibles Protokoll (je Eintrag):

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Programmkennung	ASCII-String	<ul style="list-style-type: none"> "\$MP" für Hauptprogramme (Teileprogramme) "\$SP" für Unterprogramme
Programmnummer Start	word (2 Byte)	Start der Programmnummern, für die Übertragung
Programmnummer Ende	word (2 Byte)	Ende der Programmnummern, für die Übertragung

Erweiterung Sinumerik 840d (je Eintrag):

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Programmtyp	ASCII-String	Programmtyp (siehe 4.3. NC-Programmübertragung)
Programmname	ASCII-String	Programmname und CR-LF-Zeichen (Zeilenende) Platzhalter ? (beliebiges Zeichen) und * (beliebiger String) können verwendet werden. (z.B. "\$WMTEST\T*\r\n" für alle Hauptprogramme im Werkstück TEST.WPD, deren Name mit T beginnt)

4.4. Übertragung Nullpunktverschiebung

4.4.1. Zur Steuerung

Bei den Nullpunktverschiebungen wird für jedes Datum ein eigener Eintrag übertragen. Es müssen nur die Daten übertragen werden, die geändert werden sollen. In einem Paket können mehrere Nullpunktverschiebungen auf einmal übertragen werden. Sollte die Nummer des Verschieberegisters oder die übergebene Achse nicht existieren, so wird der Datentransfer mit dem Fehler "Parameter-Index zu groß, Wertebereich überschritten" abgebrochen

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Datenkennung	byte (ASCII)	'Z' für Nullpunktverschiebungen

je Eintrag:

Nummer Verschieberegister	byte	z.B. 54, Daten für G54
Achsbezeichnung	byte (ASCII)	Achsbuchstabe ('X','Y','Z','C' für Hauptantrieb)
Verschiebung Grob	float (4 Byte)	
Verschiebung Fein	float (4 Byte)	

4.4.2. Zum DNC-Rechner

Bei der Rückübertragung der Nullpunktverschiebungen werden die Verschiebungen für alle Register G54 bis G57 und für alle vorhandenen Achsen übermittelt. In der Anforderung muss in den Nutzdaten nur die Datenkennung für Nullpunktverschiebungen 'Z' (ASCII) eingetragen werden. Die rückübertragenen Daten sind im selben Format, wie bei der Übertragung zur Steuerung (siehe 4.4.1. Zur Steuerung).

4.5. Übertragung Werkzeugdaten

4.5.1. Zur Steuerung

Bei den Werkzeugdaten wird für jeden Parameter ein Eintrag wie unten angegeben übertragen. Es müssen nur die Parameter übertragen werden, die auch geändert werden sollen.

Kompatibles Protokoll:

Da die Sinumerik 840d bei Werkzeugen mehrere Schneiden unterstützt, das DNC-Protokoll der WinNC32 diese jedoch nicht unterstützt betreffen die Änderungen jeweils die erste Schneide des Werkzeuges. Ist ein Werkzeug nicht vorhanden, für das ein Parameter übertragen wurde oder die Parameternummer außerhalb des gültigen Bereichs, so wird der Datentransfer mit Fehler "Parameter-Index zu groß, Wertebereich überschritten" abgebrochen.

DNC-Interface (Binär-Format)

Bezeichnung	Speichertyp	Bemerkung
Datenkennung	byte (ASCII)	'T' für Werkzeugdaten

je Eintrag:

Werkzeuggruppe	byte	immer 0, da momentan nicht benutzt
Werkzeugnummer	byte	
Parameternummer	byte	Nummer des Werkzeugparameters
Parameterwert	float (4 Byte)	neuer Wert für den Parameter des Werkzeugs

Bedeutung der Parameternummer:

- 0: Werkzeugnummer für Wechselsystem (nicht benutzt)
- 1: Werkzeugtyp
- 2: L1 Geometrie
- 3: L2 Geometrie
- 4: Durchmesser/Radius
- 5: L1 Verschleiß
- 6: L2 Verschleiß
- 7: Durchmesser/Radius
- 8: L1 Basis
- 9: L2 Basis

Erweiterungen Sinumerik 840d:

Hier wird die derzeit nicht verwendete Werkzeuggruppe zur Übergabe der Schneidnummer verwendet. Existiert ein Werkzeug noch nicht, so wird es erstellt. Für die Schneiden gilt dasselbe, mit der Einschränkung, dass immer nur die nächste nicht vorhandene Schneide erstellt werden kann. Sind z.B. schon zwei Schneiden im Werkzeug vorhanden, so kann nur die Schneide drei erstellt werden. Um alle vorhandenen Werkzeugparameter in der Sinumerik 840d verändern zu können, wurden neue Parameter eingeführt.

Bedeutung der neuen Parameternummern:

- 10: L3 Geometrie
- 11: L3 Verschleiß
- 12: L3 Basis
- 13: Schneidenlage
- 14: Nutbreite für Nutsäge bzw. Verrundungsradius für Fräswerkzeuge
- 15: Überstand für Nutsäge
- 16: DP 9
- 17: DP 10
- 18: Winkel für kegelige Fräswerkzeuge
- 19: Verschleiß Nutbreite für Nutsäge bzw. Verrundungsradius für Fräswerkzeuge
- 20: Verschleiß Überstand für Nutsäge
- 21: DP 18
- 22: DP 19
- 23: Verschleiß Winkel kegelige Fräswerkzeuge
- 24: Freiwinkel
- 25: DP 25

4.5.2. Zum DNC-Rechner

Bei der Rückübertragung der Werkzeugkorrekturen werden die Daten für alle vorhandenen Werkzeuge und Parameter übermittelt. In der Anforderung muss in den Nutzdaten nur die Datenkennung für Nullpunktverschiebungen 'T' (ASCII) eingetragen werden. Die rückübertragenen Daten sind im selben Format, wie bei der Übertragung zur Steuerung (siehe 4.5.1. Zur Steuerung).

Ist das kompatible Protokoll angewählt, so werden nur von jedem Werkzeug nur die erste Schneide (Werkzeuggruppe auf 0) und nur die Parameter null bis neun übermittelt. Wurden die Erweiterungen der Sinumerik 840d aktiviert, so werden alle Schneiden und alle definierten Parameter übermittelt.