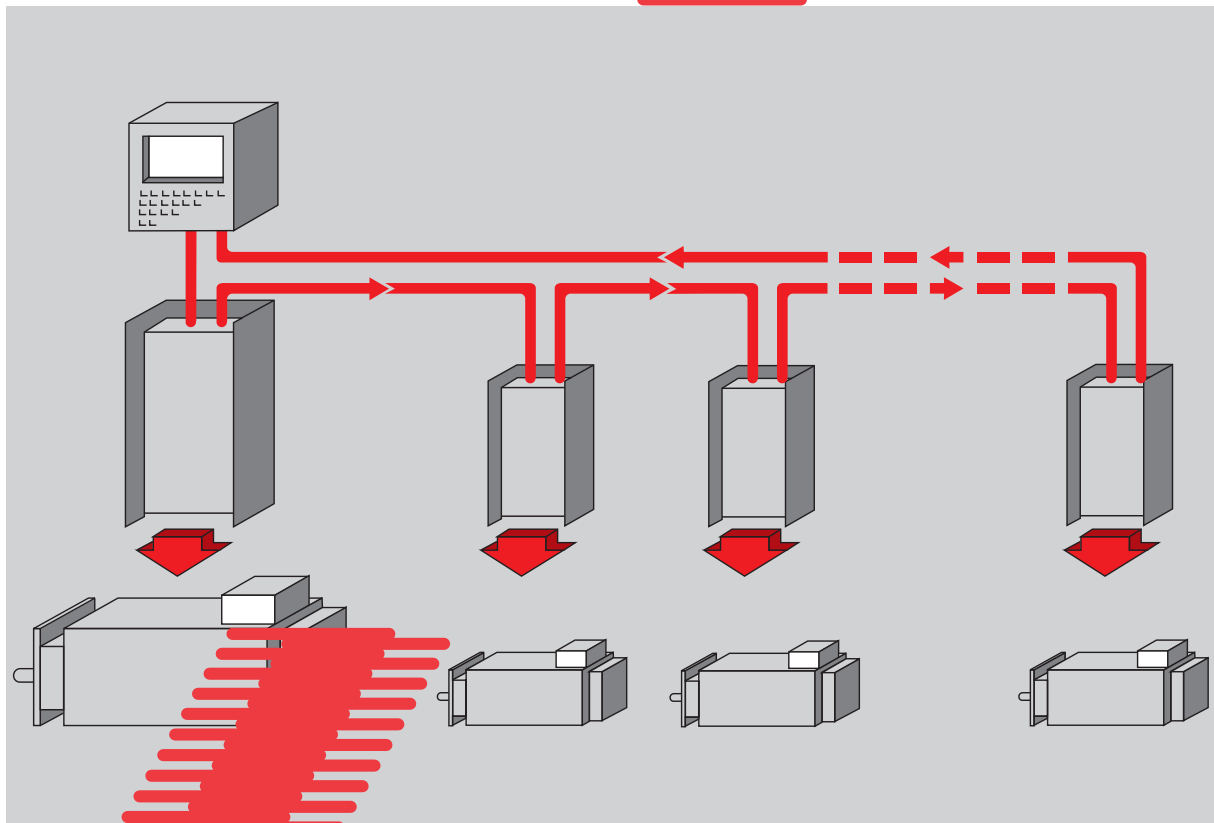


*IEC 61491, EN 61491 SERCOS interface
Die international genormte digitale
Schnittstelle zur Kommunikation zwischen
Steuerungen und Antrieben in numerisch
gesteuerten Maschinen*

**IEC 61491
EN 61491
SYSTEM INTERFACE**



Technische Kurzbeschreibung

Digitale intelligente Antriebe bieten für numerisch gesteuerte Maschinen höchste Präzision und Geschwindigkeiten bei gleichzeitiger Minimierung der Ausrüstungskosten.

Voraussetzung zur Nutzung dieser Vorteile ist eine leistungsfähige digitale Schnittstelle zur Steuerung.

Im Interesse freier Produktwahl, optimaler Ausrüstung und Standardisierung zur Vereinfachung der Beschaffung und Betriebserhaltung muß eine digitale Antriebsschnittstelle nicht nur die funktionellen Anforderungen erfüllen, sondern durch Offenheit und Normung das problemlose Funktionieren von unterschiedlichsten Steuerungen und Antrieben verschiedener Hersteller für unterschiedlichste Applikationen gewährleisten.

Das SERCOS interface erfüllt als einzige digitale Antriebsschnittstelle die Summe dieser Anforderungen und ist seit 1995 internationale Norm IEC 61491 und seit August 1998 europäische Norm EN 61491 für Antriebe an numerisch gesteuerten Maschinen.

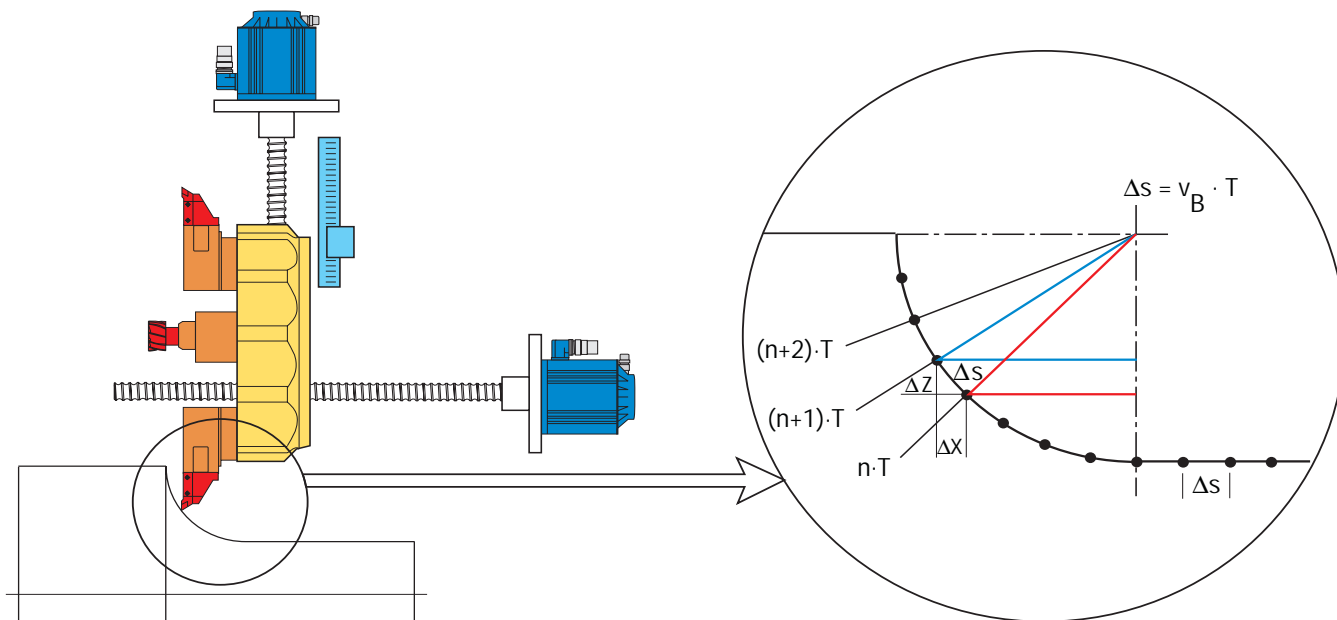
Mit digitalen intelligenten Antrieben mit SERCOS interface wurden seit Anfang der 90er Jahre, in mehreren tausend Anwendungen, in praktisch allen CNC Bearbeitungstechnologien zukunftsweisende Fortschritte erzielt und vorteilhafte, neue Maschinenkonzepte ermöglicht.

Führende Unternehmen haben sich weltweit für das SERCOS interface entschieden. Bei namhaften Automobilherstellern ist das SERCOS interface Bestandteil der Ausrüstungsvorschriften.

Über die klassischen CNC-Maschinen hinaus hat sich diese Technik für schnelle und präzise Bewegungssteuerung in der gesamten Automatisierungstechnik sowie in neuen, vorteilhaften Maschinenkonzepten für Verpackungsmaschinen, Textilmaschinen und Druckmaschinen bewährt.

Die numerische Bewegungssteuerung

CNC-Achsensteuerung



T [ms]	10	2	0,5	0,25	0,1
Δs [mm]	5	1	0,25	0,125	0,05

Zahlenbeispiel für Hochgeschwindigkeitsbearbeitung $v_B = 30 \text{ m/min} \hat{=} 500 \text{ mm/s} \hat{=} 0,5 \text{ mm/ms}$

Die numerische Steuerung von Maschinenachsen erfolgt grundsätzlich in sogenannter Lage-
regelung.

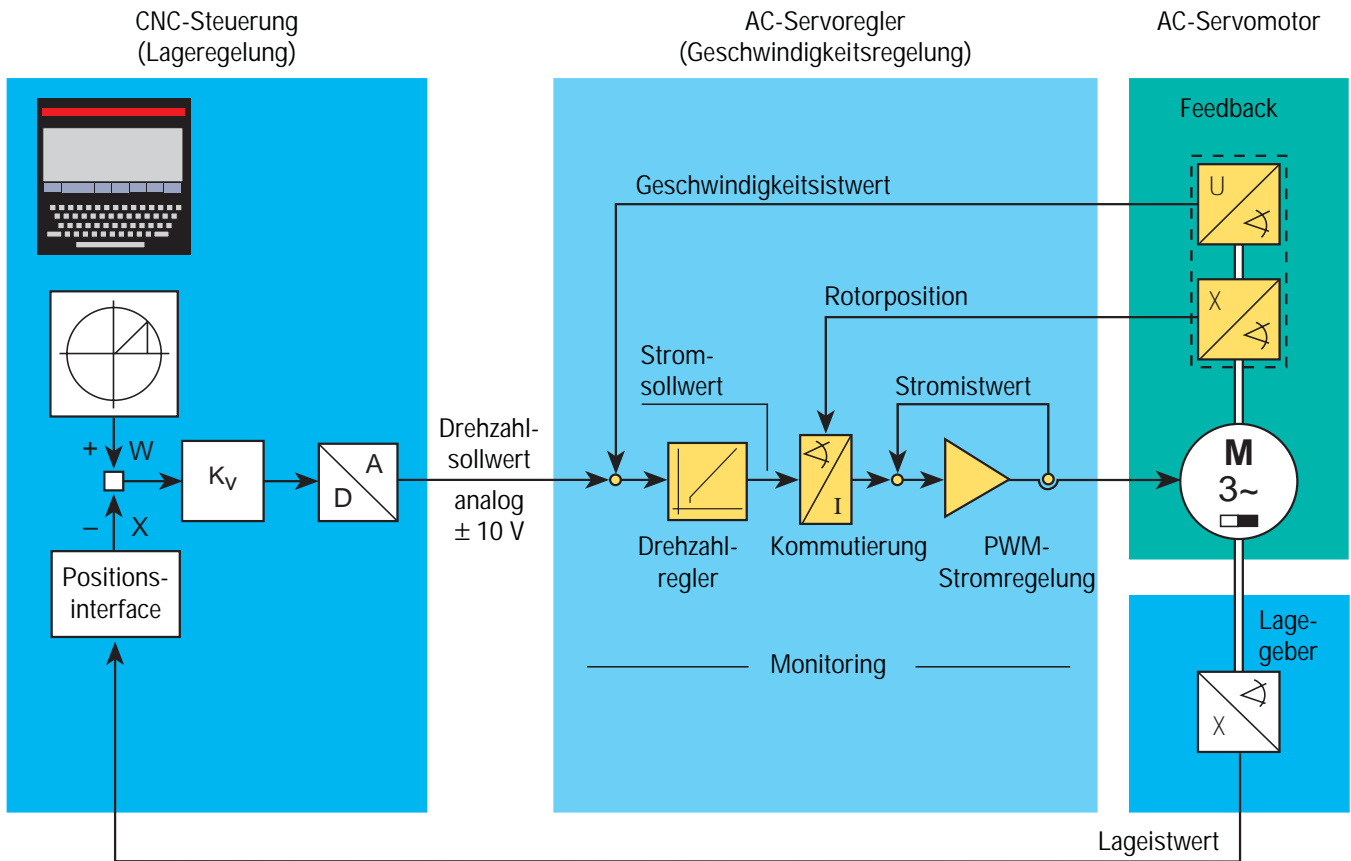
Von einem Interpolator werden in der numerischen Steuerung zyklisch - in gleichbleibenden, kurzen Zeitabständen - Lagesollwerte für jede Maschinenachse errechnet.

Jede Achse folgt den zyklisch vom Interpolator gelieferten Lagesollwerten mittels einer eigenen Lageregelung, mit hoher Dynamik und Präzision. Auf diese Weise erfolgt sowohl die präzise Steuerung von Einzelachsen als auch die exakte Interpolation mit beliebig vielen Achsen.

Die Zeitpunkte zu denen die Lage-
istwerte erfaßt werden, und die
Zeitpunkte zu denen die Sollwerte
im Antrieb wirksam werden, sind
für die präzise Koordination der
Achsen ebenso bedeutend, wie die
Genauigkeit der interpolierten Lage-
sollwerte und die Meßgenauigkeit.

Eine Maßpräzision von 1 Mikro-
meter entspricht bei einer Geschwin-
digkeit von 60 m/min. z.B. einer
Zeitpräzision von 1 Mikrosekunde.

Die herkömmliche NC-Antriebstechnik



Die NC-Steuerungs- und Antriebstechnik erzielte in den vergangenen Jahren einen hohen Leistungsstandard mit analog geregelten Antrieben.

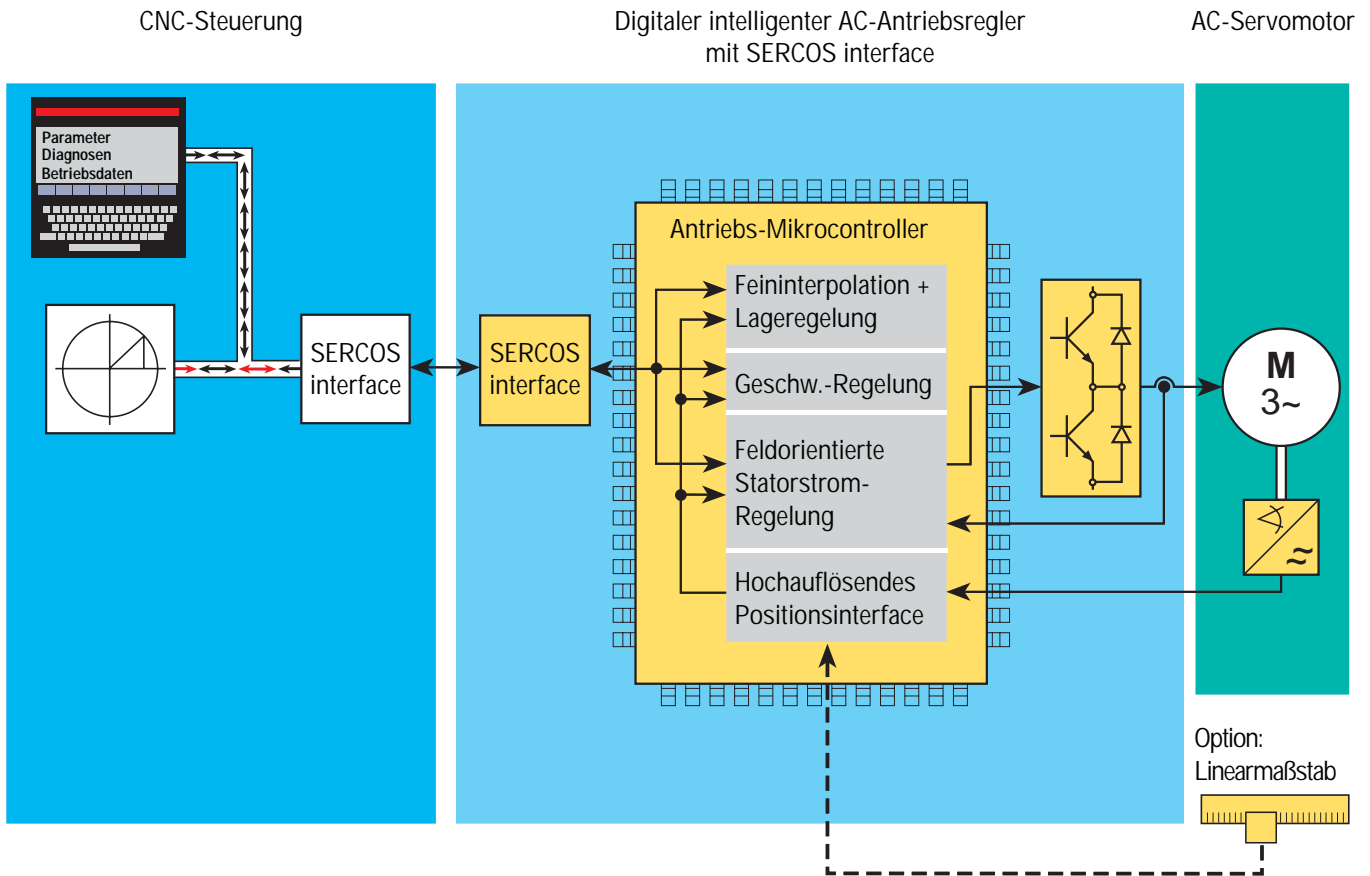
Die Lageregelung bildet mit dem Antrieb einen funktionell abgeschlossenen Regelkreis.

Herkömmlich erfolgt die Lageregelung in der numerischen Steuerung, weil analoge Antriebe nicht über die erforderliche digitale Signalverarbeitung verfügen.

Eine $\pm 10\text{ V}$ Geschwindigkeits-Sollwertschnittstelle zur Steuerung ist bei analogen Antrieben internationaler Standard.

Diese genormte, analoge Antriebschnittstelle gewährleistet seit 25 Jahren das problemlose Zusammenwirken von Steuerungen und Antrieben unterschiedlicher Hersteller und ermöglicht den Anwendern eine freie Produktwahl für optimale Maschinenausrüstung.

Die digitale intelligente NC-Antriebstechnik



Die gesamte Signalverarbeitung eines digitalen intelligenten Antriebs kann heute mit einem Mikrocontroller erfolgen.

Der Mikrocontroller ermöglicht nicht nur die herkömmliche Drehmoment- und Geschwindigkeitsregelung.

Ohne zusätzlichen Aufwand kann auch Feininterpolation und die Lageregelung mit extrem kurzen Zykluszeiten und mit höchster Präzision im digitalen Antrieb erfolgen.

Im Vergleich zur herkömmlichen Lagerregelung in der CNC werden dabei deutlich höhere Genauigkeiten insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten erzielt.

Durch Nutzung dieser Möglichkeiten sind außerdem Kostenreduzierungen durch Vereinfachung der Steuerungshardware und Einsparung von Verkabelung und Lagegebern möglich.

Die Nutzung dieser Vorteile ist allerdings nur über eine geeignete digitale Schnittstelle zur Steuerung möglich.

Echtzeitanforderungen an eine digitale Antriebsschnittstelle

Bei der herkömmlichen NC-Antriebstechnik mit ± 10 V-Schnittstelle gab es zwischen der Steuerung und den Antrieben kein Echtzeitproblem. Die analogen Sollwerte werden von den stetig arbeitenden analogen Antrieben allzeit sofort verarbeitet.

Digitale Soll- und Istwert-Übertragung

Digitale Antriebe arbeiten zyklisch. Alle Soll- und Istwerte müssen in jedem Interpolationszyklus der Steuerung mit allen Antrieben aktualisiert werden.

SERCOS interface bietet einen zyklischen Austausch der Soll- und Istwerte für alle Antriebe mit wählbarer Zykluszeit von $62 \mu\text{s}$, $125 \mu\text{s}$, $250 \mu\text{s}$ und jedem ganzzahligen Vielfachen von $250 \mu\text{s}$ bis zu 65ms .

Synchronisation

Die digitale Antriebsschnittstelle muß eine Synchronisation zwischen der zyklisch arbeitenden Steuerung und den ebenfalls zyklisch arbeitenden digitalen Antrieben bieten. Die Synchronisation muß mikrosekundengenau sein, da die präzise Koordination der Antriebe nur gewährleistet ist, wenn die Istwerte in allen digitalen Antrieben exakt gleichzeitig gemessen werden und alle Sollwerte gleichzeitig wirksam werden.

SERCOS interface bietet mikrosekundengenaue Synchronisation für beliebig viele digitale Antriebe.

Parametrierung und Diagnose über Steuerungsterminals

Die Anpassung digitaler Antriebe an unterschiedliche Anwendungen und Steuerungen erfolgt durch Parametrierung.

Gleichermaßen ermöglichen digitale Antriebe die Ausgabe und Anzeige antriebsinterner Daten und Diagnosen.

Geeignete Anzeige- und Eingabemöglichkeiten an der Steuerung sind zwingend erforderlich, da Überprüfungen und Einstellungen mit einfachen Mitteln, wie bei analogen Antrieben, praktisch nicht möglich sind.

SERCOS interface ermöglicht die Anzeige, Eingabe und Sicherung der antriebsinternen Daten, Parameter und Diagnosen über NC-Steuerungsterminals mittels eines Servicekanals.

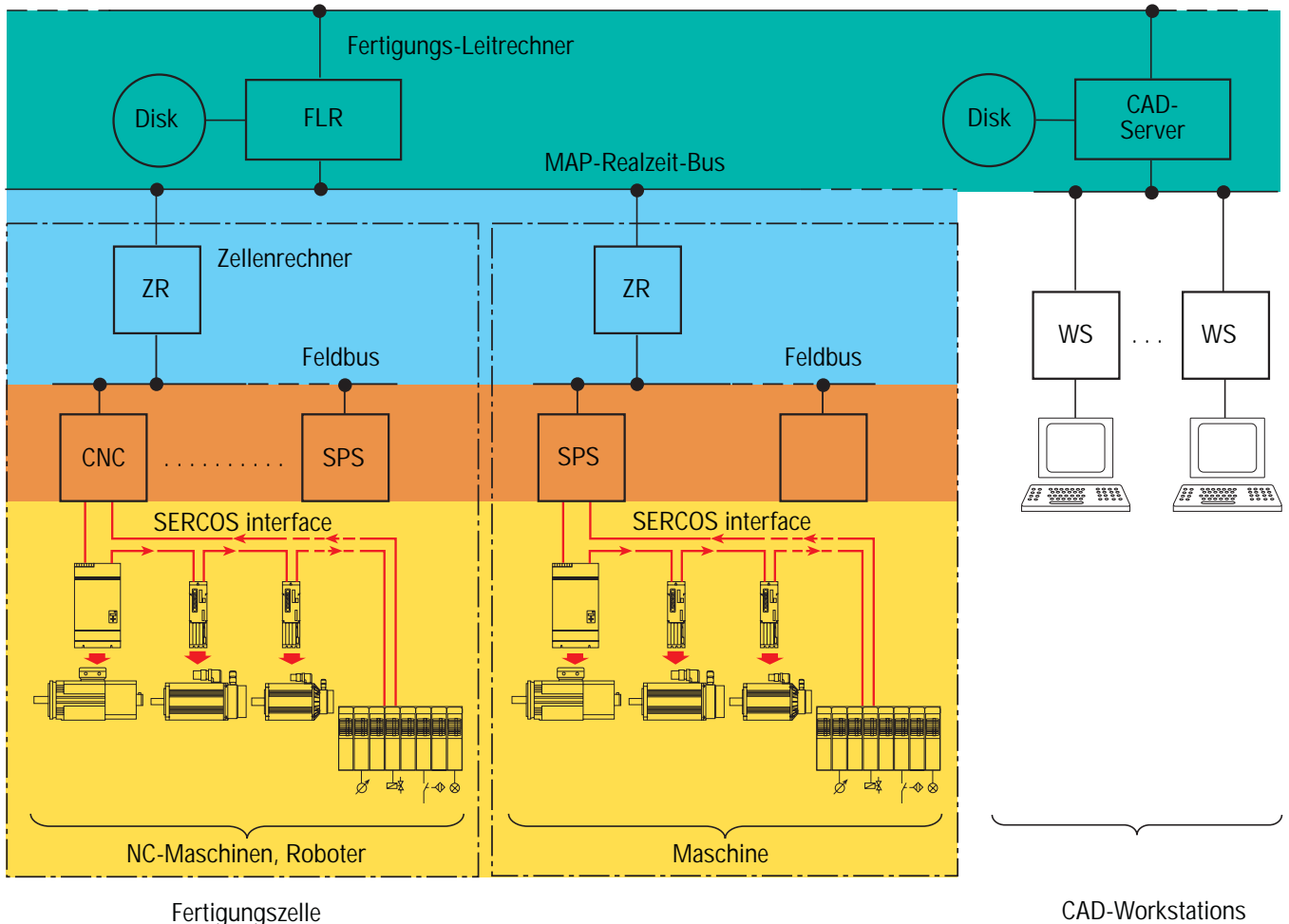
Übertragungsraten

SERCOS interface erlaubt Übertragungsraten von 2, 4, 8 und 16 MBit/s.

Die SERCOS interface Lichtwellenleiter-Ringe

Vernetzung in der Automatisierungstechnik

z.B. MAP-BUS



SERCOS interface erfüllt die Summe der Anforderungen unter Verwendung einer Lichtwellenleiter-Ringstruktur.

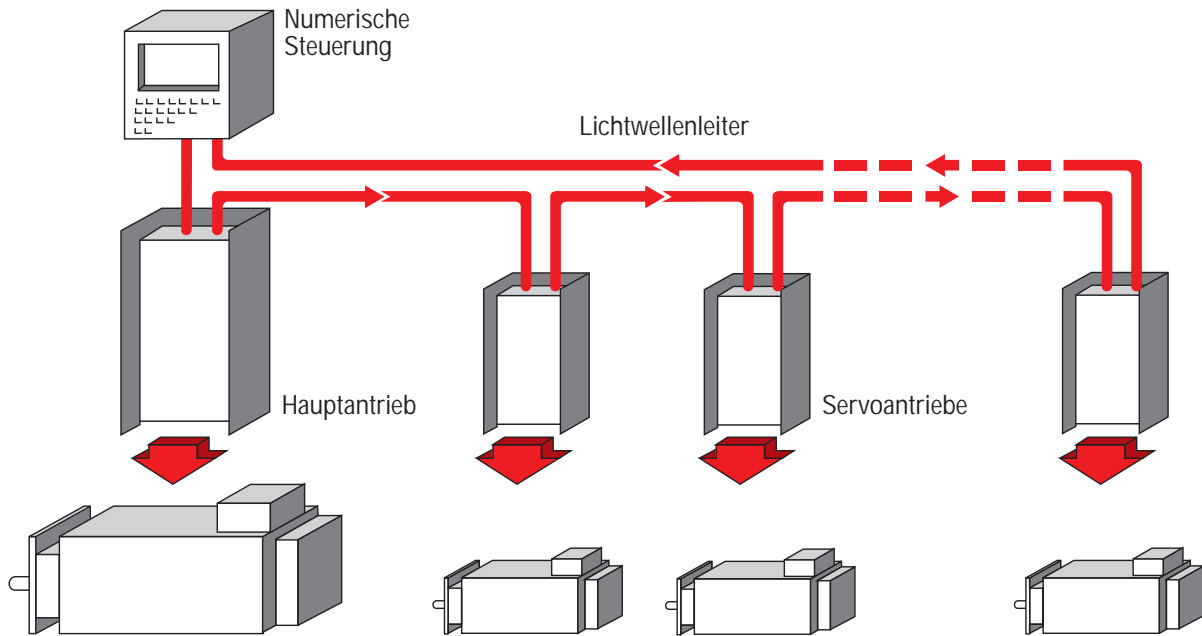
Lichtwellenleiter (LWL) wurden gewählt, um eine hohe Immunität gegen elektromagnetische Störungen zu gewährleisten.

Bei der industriellen Anwendung muß mit unvorhersehbaren Störpegeln in Kabelkanälen gerechnet werden. Darüber hinaus gilt es, HF-Störungen infolge der Leistungssteuerung durch Pulsweitenmodulation

sowie infolge örtlich getrennter Netz- und Erdverbindungen an Steuerungen und Antrieben mit Sicherheit auszuschließen.

Die Ringstruktur kommt mit der geringsten Anzahl LWL aus und erfordert keine aufwendigen T-Verzweigungen.

Digitale AC-Antriebe mit SERCOS interface



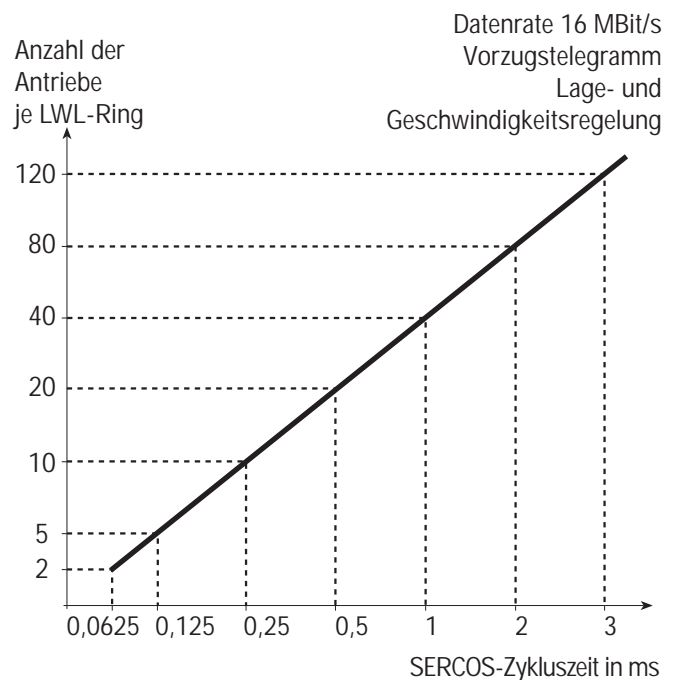
Die Länge jedes Übertragungsabschnittes kann mit Plastik-LWL bis zu 50 m betragen, mit Glasfaser-LWL bis zu 250 m.

Die max. Anzahl der Teilnehmer je LWL-Ring ist 254.

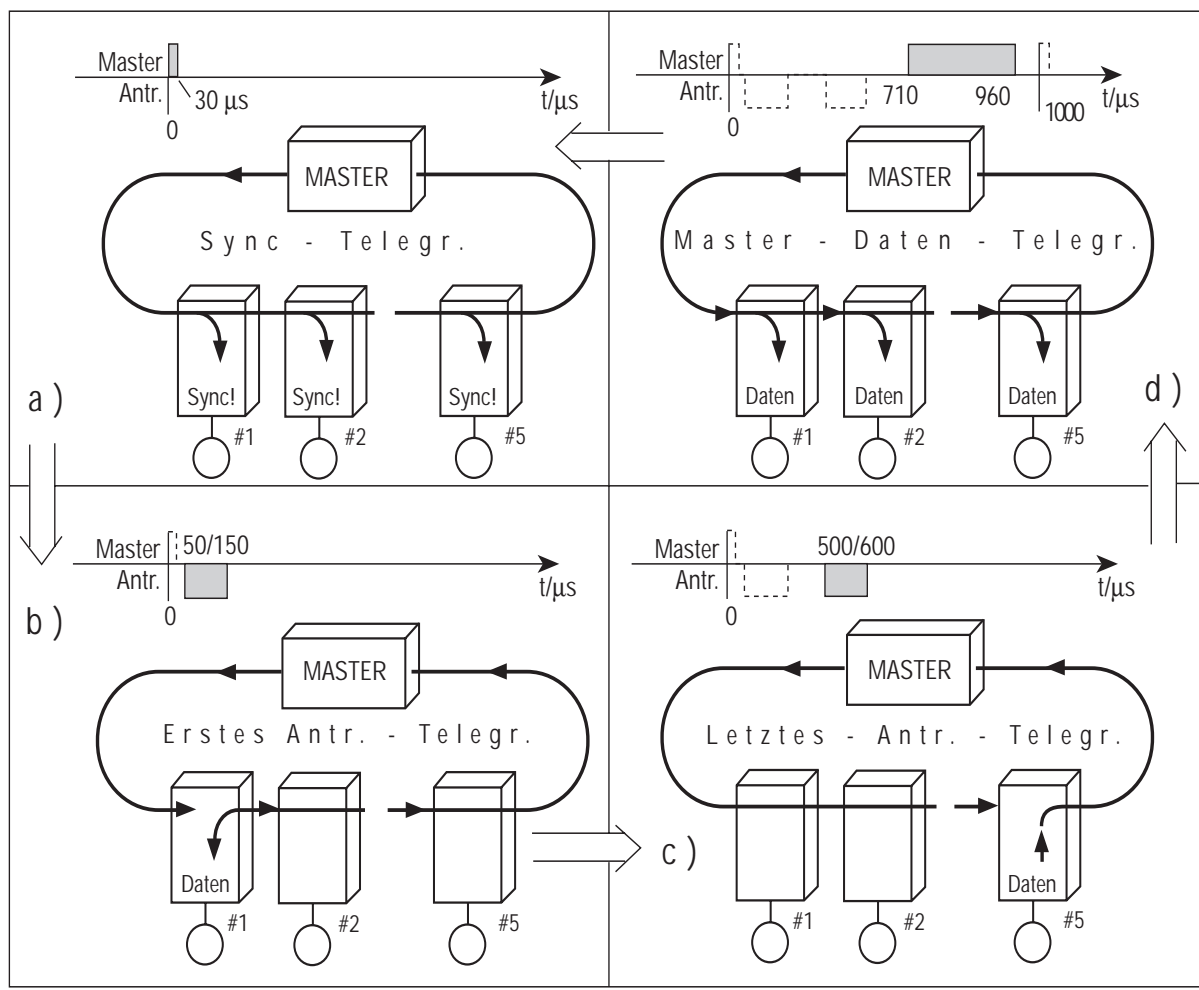
Die exakte Anzahl der max. je LWL bedienbaren Antriebe ist von der erforderlichen Kommunikations-Zykluszeit, dem gewählten Betriebsdatenumfang und der Datenrate abhängig.

Die Grafik zeigt die Anzahl der je LWL-Ring anschließbaren Antriebe für eine typische CNC-Anwendung mit den Betriebsarten Geschwindigkeitsregelung und Lageregelung.

Die Anzahl der Antriebe je Steuerung ist durch die Verwendung mehrerer Lichtwellenleiter-ringe beliebig ausbaubar.



Die Kommunikation



Die Kommunikation erfolgt im Betrieb zyklisch als Master-Slave-Kommunikation, mit einer bei der Initialisierung zu wählenden Zykluszeit. Sie kann wahlweise $62 \mu s$, $125 \mu s$, $250 \mu s$ oder jedes ganzzahlige Vielfache von $250 \mu s$ bis zu $65 ms$ betragen.

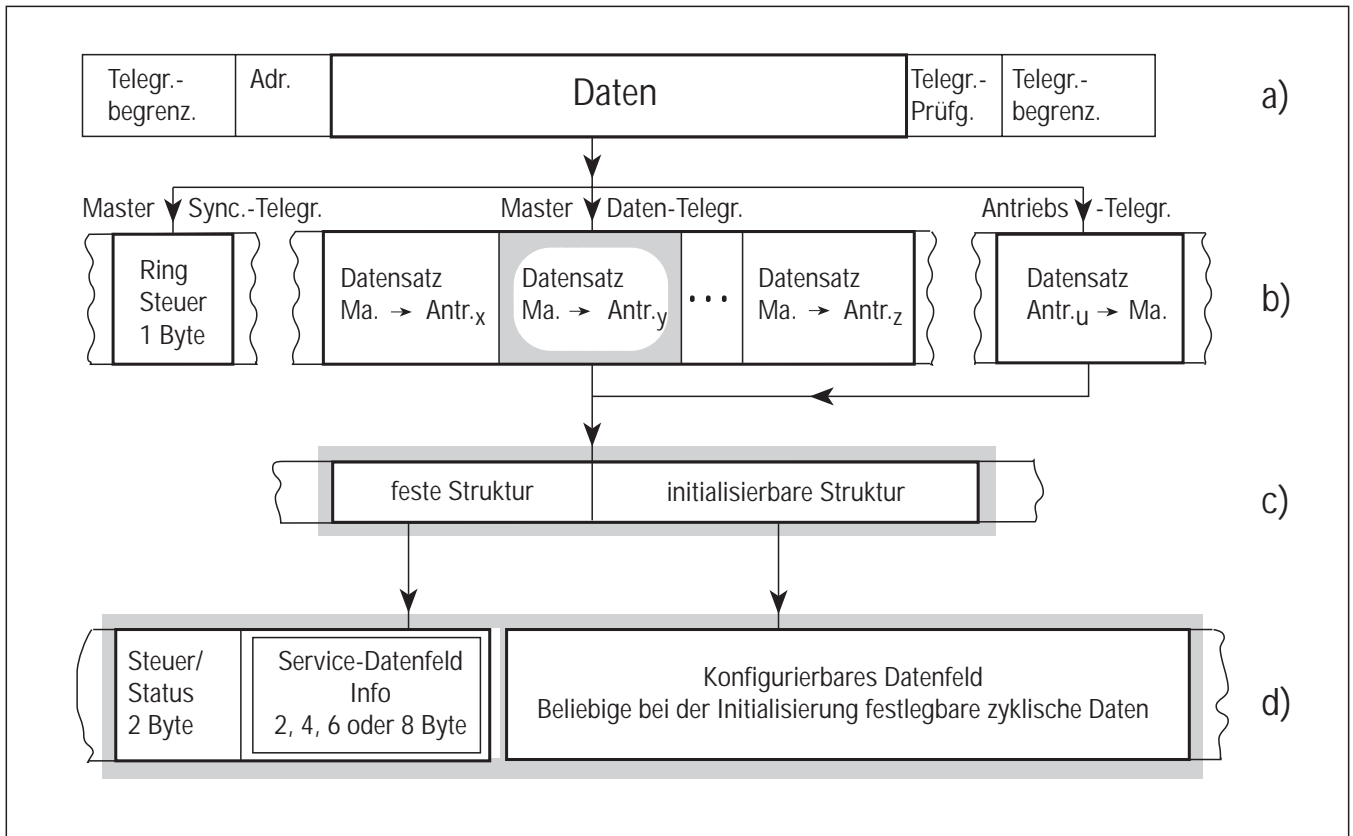
Die Zykluszeiten sind so spezifiziert, daß die erforderliche Synchronisation mit fixen Arbeitszykluszeiten in Steuerung und Antrieben erzielt wird.

Kommunikationsmaster in einem SERCOS interface-Ring ist jeweils die numerische Steuerung.

Die Kommunikation erfolgt mit drei Telegrammartentypen:

- Das Master-Sync-Telegramm wird von allen Antrieben gleichzeitig empfangen und dient der Synchronisation aller zeitbezogenen Aktionen in NC und Antrieben.
- Das Master-Datentelegramm wird ebenso wie das Master-Sync-Telegramm von allen Antrieben gleichzeitig empfangen. Es beinhaltet die zyklischen Daten und die Servicedaten für alle Antriebe am Ring.
- Die Antriebe senden Ihre Telegramme aufeinanderfolgend in zugeteilten Zeitschlitzen.

Der Telegrammaufbau



Für die Kommunikation finden NRZI-codierte HDLC-Protokolle Anwendung.

Die Echtzeitdaten werden in jedem Kommunikationszyklus komplett im sogenannten konfigurierbaren Datenfeld übertragen.

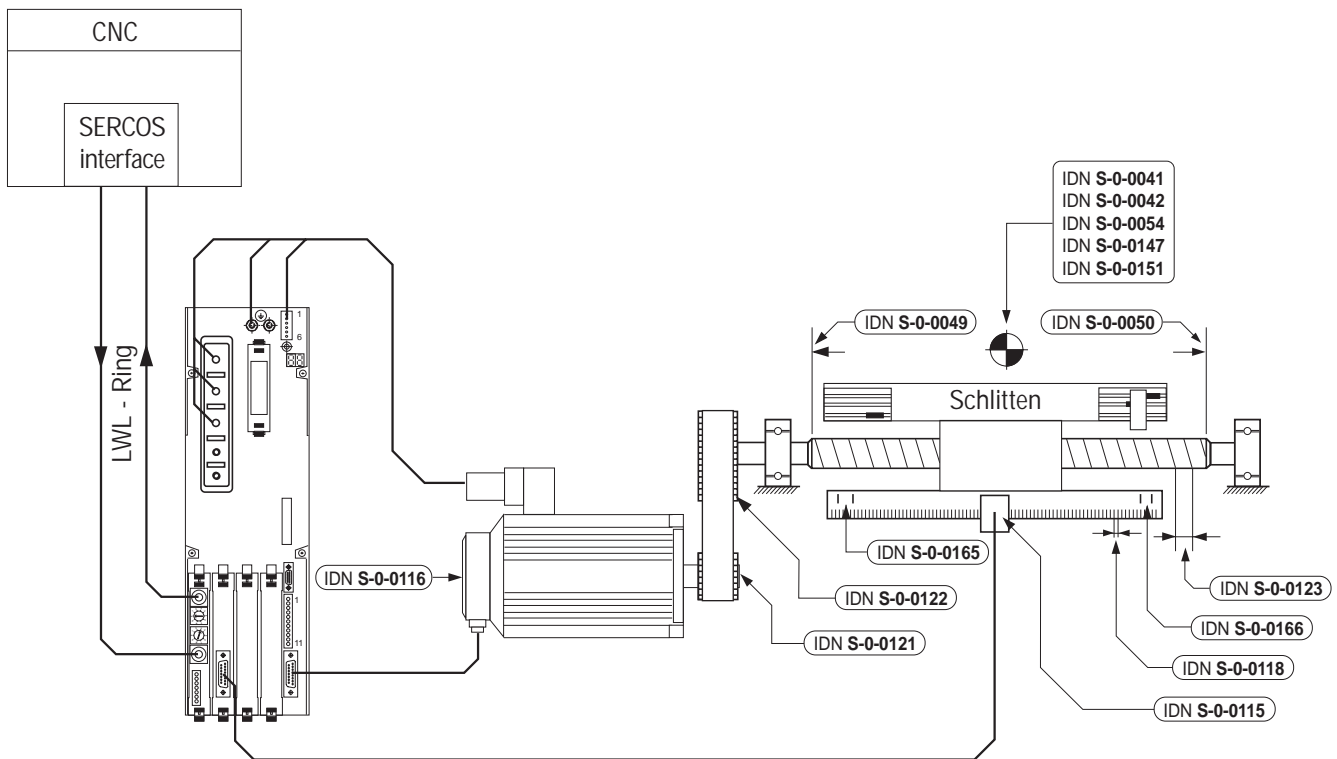
Mit Hilfe des Identnummernsystems kann bei der Initialisierung festgelegt werden, welche Echtzeitdaten übertragen werden. Dies können neben numerischen Daten wie Soll- und Istwerten auch Bitlisten mit I/O-Instruktionen sein.

Für die drei grundlegenden Antriebsbetriebsarten - Drehmomentregelung - Drehzahlregelung - Lageregelung und kombinierte Drehzahl/Lageregelung - wurden Vorzugstelegramme mit bestimmten Echtzeitdaten spezifiziert.

Die Konfigurierbarkeit der Echtzeitdaten erlaubt unabhängig davon die Bedienung beliebiger anderer Betriebsarten.

Der Austausch von Servicedaten erfolgt nur auf Anforderung durch den Master. Servicedaten werden mit einer Handshake-Prozedur in 2, 4, 6 oder 8-Byte-Portionen im Service-Datenfeld Info übertragen und beim Empfänger wieder zusammengesetzt.

Normierte Daten



Antriebsbetriebsarten					
Erläuterung	Lageregelung		Geschwindigkeitsregelung		Kraftregelung
Geberanordnung/Art	Motorgeber	Lineargeber	Motorgeber		Motorwelle
Schleppabstand	mit	ohne	mit	ohne	-----
Soll-/Istwert (Datenlänge)	32 Bit		32 Bit		16 Bit
Wichtung	Vorzug	0,000 1 mm ; 0,000 001 inch		0,001 mm/min ; 0,000 01 inch/min	1,0 N ; 0,1lbf
	Parameter	ja		ja	ja
Einheit (translatorisch)	mm ; inch		mm/s ; mm/min inch/s ; inch/min		N (Newton) lbf (pound-force)

Das funktionelle Zusammenspiel von Steuerungen und Antrieben ist nur gewährleistet, wenn über die eigentliche Kommunikation hinaus die für den Betrieb zwischen der Steuerung und den Antrieben auszutauschenden Daten vereinbart sind.

Um das Zusammenwirken von Produkten unterschiedlicher Hersteller zu gewährleisten, wurden beim SERCOS interface über 400 Daten und die Wirkung von Kommandos spezifiziert.

Auszug aus den Parametern zur Antriebs- und Steuerungsanpassung			
Steuerungsabhängige Anwendungsparameter		Maschinenabhängige Anwendungsparameter	
IDN:	Funktion:	IDN:	Funktion:
S-0-0032	Hauptbetriebsart	S-0-0041	Referenzfahr-Geschwindigkeit
S-0-0033	Nebenbetriebsart-1	S-0-0042	Referenzfahr-Beschleunigung
S-0-0034	Nebenbetriebsart-2	S-0-0049	Lage-Grenzwert positiv
S-0-0035	Nebenbetriebsart-3	S-0-0050	Lage-Grenzwert negativ
S-0-0044	Positionsfenster	S-0-0054	Referenzmaß Lage-Istwert-2
S-0-0076	Wichtungsart für Lagedaten	S-0-0115	Lagegeberart - Parameter
S-0-0079	Rotationslage-Auflösung	S-0-0116	Rotationsgeber-1 Auflösung
S-0-0086	Wichtungsart für Drehmomentdaten	S-0-0118	Lineargeber - Auflösung
S-0-0160	Wichtungsart für Beschleunigungsdaten	S-0-0121	Lastgetriebe - Eingangsumdrehungen
		S-0-0122	Lastgetriebe - Ausgangsumdrehungen
		S-0-0123	Vorschubkonstante (Spindelsteigung)
		S-0-0147	Referenzfahr-Parameter
		S-0-0151	Referenzmaß Offset-2
		S-0-0165	Referenzmaß-1
		S-0-0166	Referenzmaß-2

Neben den im Betrieb auszutauschenden Echtzeitdaten sind insbesondere folgende Parameter spezifiziert:

- Einstellung der Kommunikation
- Auswahl von Betriebsarten
- Adaption unterschiedlichster Maschinenmechanik
- Adaption unterschiedlicher Meßgeber und Anordnung
- Anpassung der Soll- und Istwerte an die NC

Die Adressierung von Daten beim bedarfsgesteuerten Datenaustausch und die Definition der Echtzeitdaten erfolgt beim SERCOS interface mittels Identnummern.

Für ID-Nummern ist ein Zahlenbereich von 2^{16} festgelegt.

Die ID-Nummern 1 bis 32767 sind für Daten reserviert, die der SERCOS interface-Arbeitskreis festlegt.

Die ID-Nummern 32768 bis 65535 stehen den Produktherstellern zur Verfügung, um Daten oder Parameter zu definieren, die mit dem Standard nicht abgedeckt sind, jedoch für den Betrieb eines Produktes benötigt werden.

Unter der ID-Nummer jedes Datums ist im Antrieb jeweils ein kompletter Datenblock abgelegt.

Der Datenblock ermöglicht die Anzeige, Eingabe und Sicherung aller in Antrieben adressierbaren Daten, Parameter und Diagnosen über Steuerungsterminals mittels einer standardisierten Routine.

Satzweiser Betrieb

Für den Betrieb digitaler intelligenter Antriebe an SPS-Steuerungen und als Hilfsachsen beinhaltet die SERCOS-Spezifikation auch einen satzweisen Betrieb.

I/O-Funktionen

Das SERCOS interface eignet sich nicht nur als digitale Antriebschnittstelle, sondern daneben auch als schneller I/O-Bus mit integriertem Servicekanal. Für diesen Zweck steht eine zusätzliche Spezifikation "SERCOS-I/O-Funktionen" zur Verfügung.

Erkennung und Behandlung von Kommunikationsfehlern

Kommunikationsfehler werden beim SERCOS interface durch das HDLC-Protokoll und eine zusätzliche Überwachung der bekannten Telegrammlängen und der bekannten Übertragungszeitpunkte mit hoher Sicherheit erkannt. Die Hammingdistanz ist größer als 4.

Fehler bei der Servicedatenübertragung (Parametern und Diagnosen) werden mittels einer Handshake-Prozedur korrigiert. Fehlerhafte Daten werden erneut übertragen.

Echtzeitdaten (Soll- und Istwerte) werden automatisch durch die Aktualisierung in jedem Kommunikationszyklus korrigiert. Bei Übertragungsfehlern wird bis zum nächsten Zyklus mit den letztgültigen Sollwerten weiter gearbeitet.

Bei zwei aufeinanderfolgenden fehlerhaften Übertragungen werden die Antriebe stillgesetzt.

Anlagensicherheit mit SERCOS interface

Digitale intelligente Antriebe mit SERCOS interface ermöglichen eine hervorragende Sicherheit gegen unkontrollierte Antriebsbewegungen und unzulässige Geschwindigkeiten.

Die antriebsinterne Intelligenz ermöglicht eine für sich bereits perfekte Selbstüberwachung des Antriebs anhand der Lage-, Soll- und Istwerte und der Antriebsparameter, verbunden mit einer Zwangstillsetzung auch bei Fehlfunktion oder Ausfall des Antriebsprozessors.

Durch logische Überwachung der von der Steuerung empfangenen Sollwerte im Antriebsprozessor können darüber hinaus unzulässige Achsgeschwindigkeiten oder ein Davonlaufen infolge fehlerhafter oder falsch übertragener Lagesollwerte völlig ausgeschlossen werden.

Sicherheits-Redundanz wird durch Überwachung der über SERCOS interface zurückgemeldeten Istwert-Daten in der Steuerung erlangt.

Eine sichere Stillsetzung der Antriebe ist auch bei Kommunikationsausfall durch die antriebsinterne Überwachung und zusätzlich durch die steuerungsseitige Überwachung in Verbindung mit einem übergeordneten Not-Stop-Kreis gewährleistet.

Verfügbare Leistungen und Produkte

Die Interessengemeinschaft SERCOS interface (IGS) wurde 1990 mit der Aufgabe der internationalen Einführung des SERCOS interface und der Unterstützung potentieller Anwender gegründet.

SERCOS N.A. mit Sitz in Bloomington, Illinois, eine 1993 von US-Firmen gegründete User Group, unterstützt SERCOS interface-Anwender in den USA.

SERCOS Japan mit Sitz in Tokyo, eine 1998 von japanischen Firmen gegründete Benutzergruppe unterstützt SERCOS interface-Anwender in Japan.

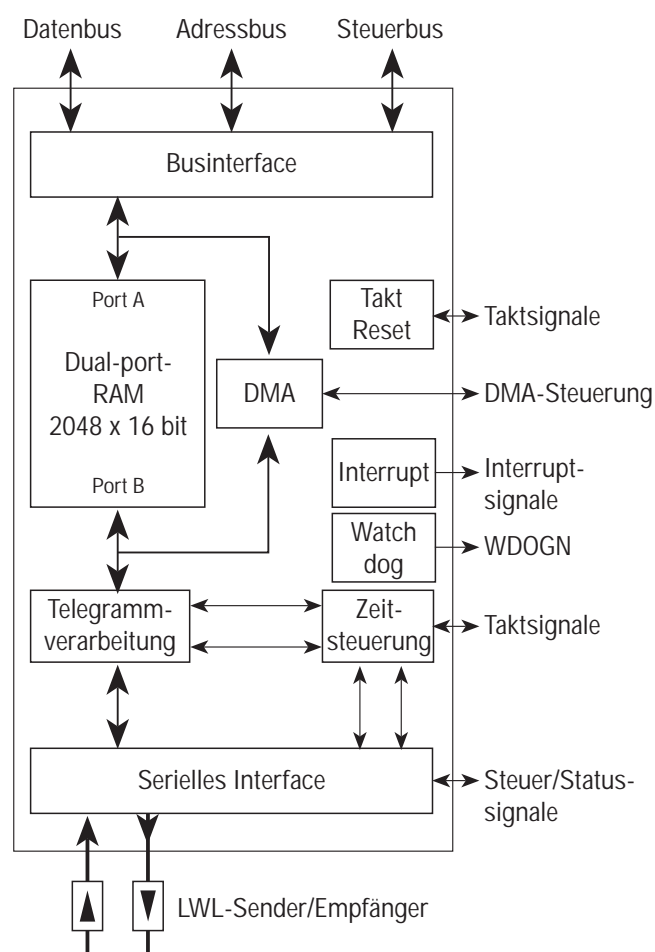
Das Recht zum Führen der Bezeichnung SERCOS interface auf Produkten wird von der IGS nach Prüfung der in der SERCOS-Spezifikation festgelegten Eigenschaften vergeben.

Konformitätsprüfung von SERCOS interface-Produkten führt das ISW an der Universität Stuttgart mit Autorisierung der IGS durch.

Anwendungsberatung sowie Hilfsmittel für Entwicklung, Prüfung und Inbetriebnahme von SERCOS interface-Produkten werden von verschiedenen Firmen und der IGS angeboten.

Eine aktuelle Übersicht der angebotenen Leistungen und Produkte ist von der IGS als "Kurzübersicht der Produkte mit SERCOS interface" erhältlich.

SERCOS interface ASIC



Für eine einfache und kostengünstige Nutzung des SERCOS interface hat die IGS das ASIC SERCON 816 entwickeln lassen.

SERCON 816 erledigt als intelligenter Schnittstellen-Baustein die komplette Kommunikation zwischen LWL-Ring und einem Mikroprozessor.

Das ASIC SERCON 816 kann weltweit von den Vertriebsniederlassungen der Firma STMicroelectronics bezogen werden.

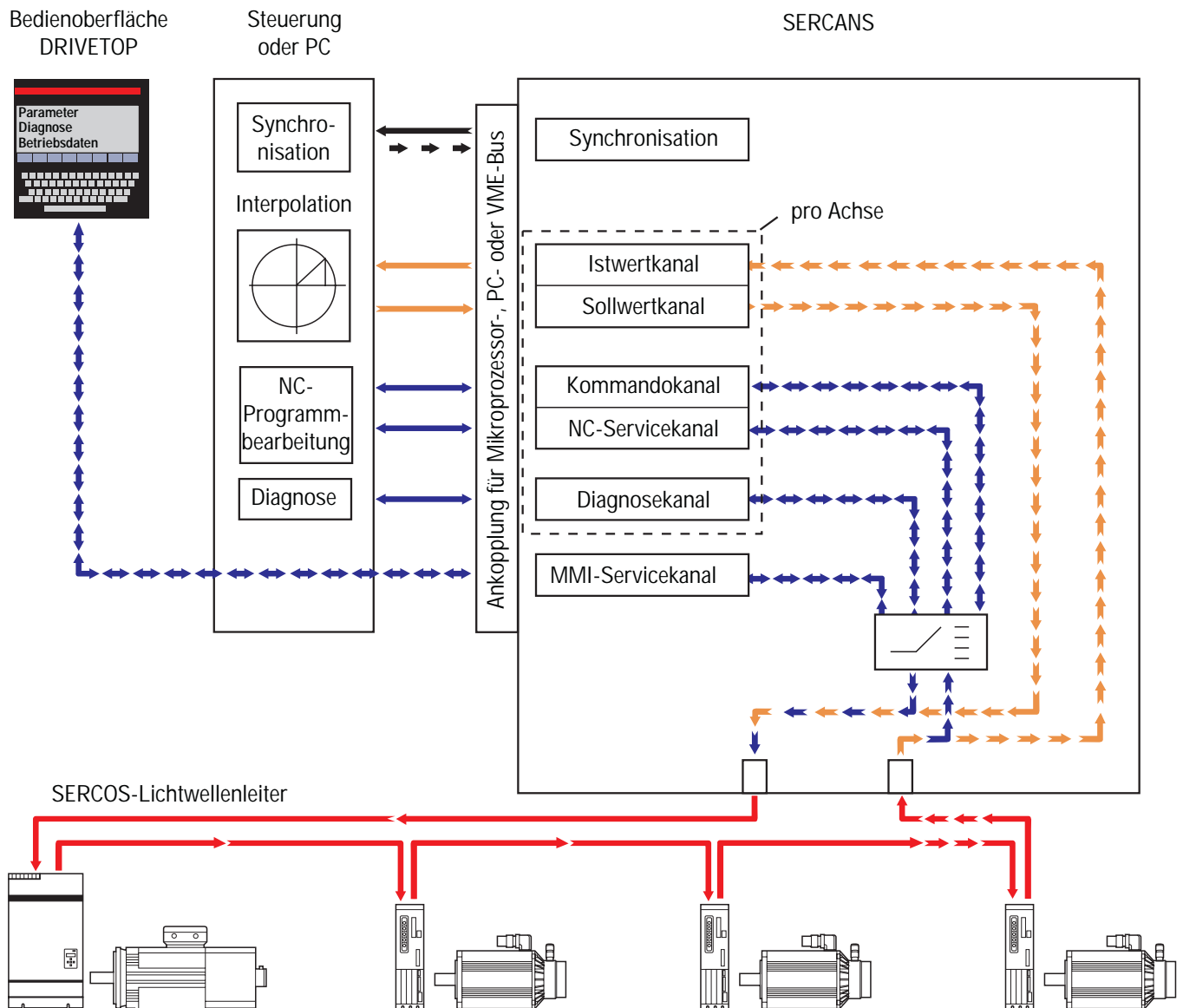
SERCON 816 Entwicklungstools und Anwendungsunterstützung werden von verschiedenen Firmen und Instituten angeboten.

SERCOS interface für Steuerungen

Eine besonders einfache und zugleich hochleistungsfähige SERCOS interface-Anwendung an Steuerungen ermöglichen SERCANS und DRIVETOP.

SERCANS ist eine komplette betriebsbereite Anbauschnittgruppe zur Nutzung digitaler intelligenter Antriebe mit SERCOS interface an CNCs, PCs- und VME-Bus-Steuerungen.

SERCANS erledigt selbständig die gesamte Kommunikation, Synchronisation und Fehlerbehandlung zwischen der Steuerung und den digitalen intelligenten Antrieben.



Die SERCANS-Anwendung

Der Austausch zyklischer Daten wie Sollwerte, Istwerte, Steuer- und Statussignale wird durch Übertragen eines Synchronisationstaktes je Interpolationszyklus zwischen Steuerung und SERCANS gesteuert.

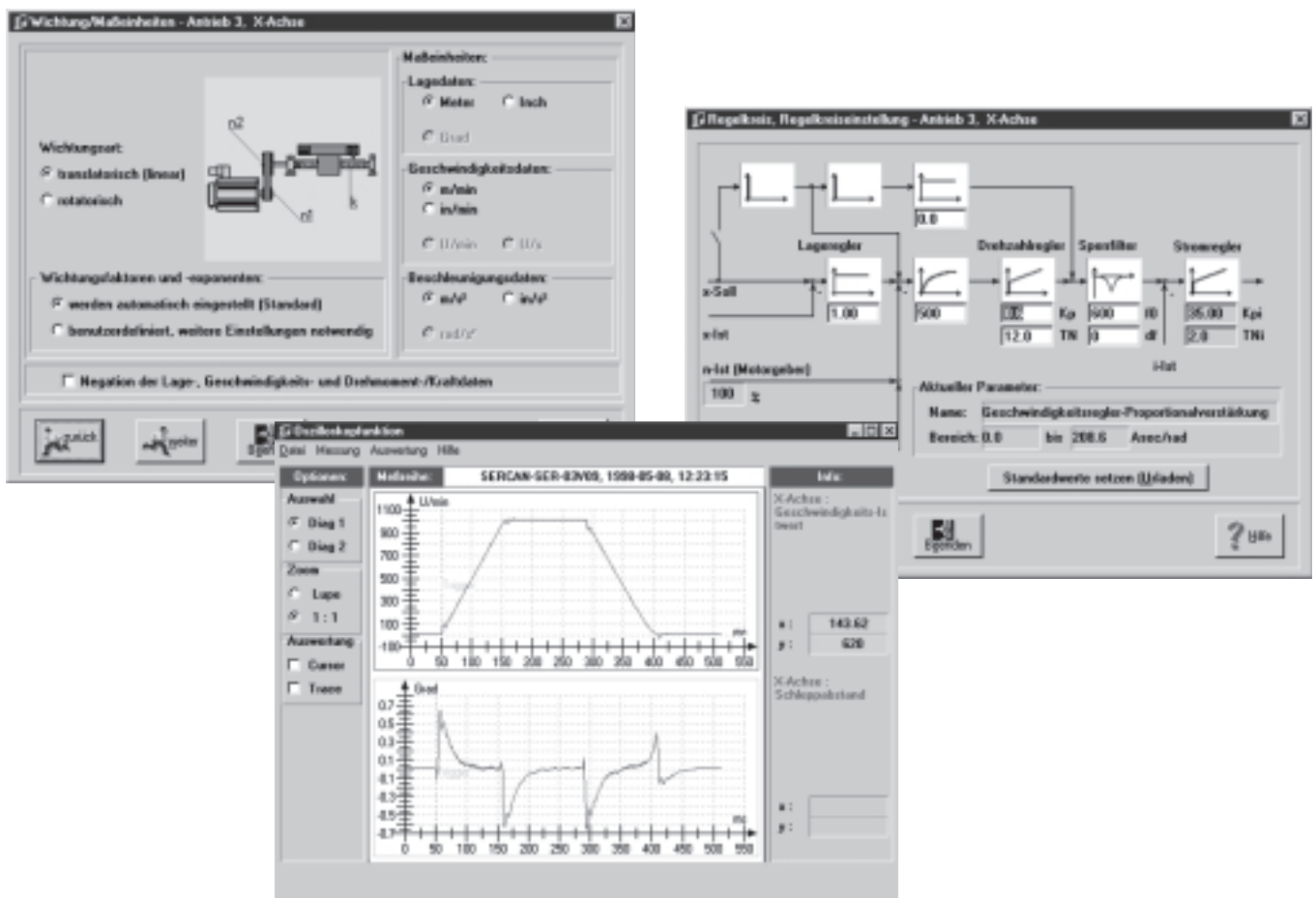
Innerhalb eines auf den Synchronisationstakt bezogenen Zeitfensters ermittelt die Steuerung zyklisch neue Sollwerte, schreibt diese in das Dual-Port-RAM und liest gleichermaßen die Istwerte aus dem Dual-Port-RAM.

Somit hat die Steuerung auf alle mit den Antrieben auszutauschenden Daten Zugriff, als ob es sich um ein steuerungsinternes Register handelt.

Die Bedienoberfläche DRIVETOP

DRIVETOP ist eine SERCANS-kompatible und komfortable Antriebs-Bedienoberfläche unter Windows.

DRIVETOP bietet Inbetriebnahme, Parametrierung und Diagnose der digitalen Antriebe sowie Sichern und Laden der Antriebsparameter. Eine leistungsfähige Oszilloskopfunktion ermöglicht eine maßmaschinen ähnliche Überprüfung der erzielten Bahngenauigkeit.

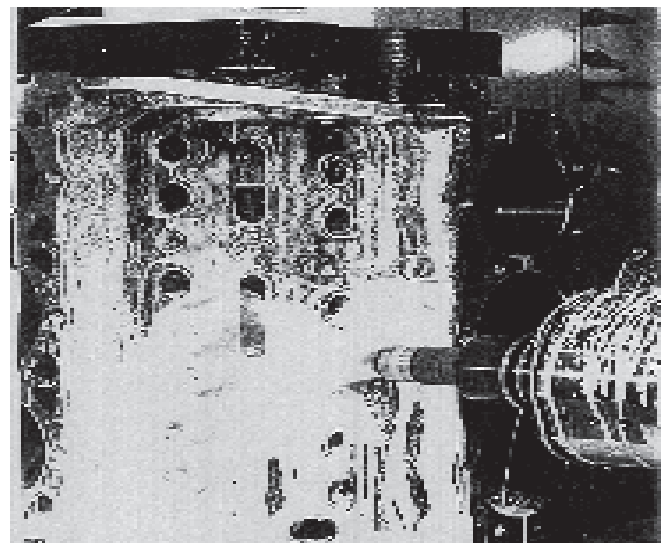
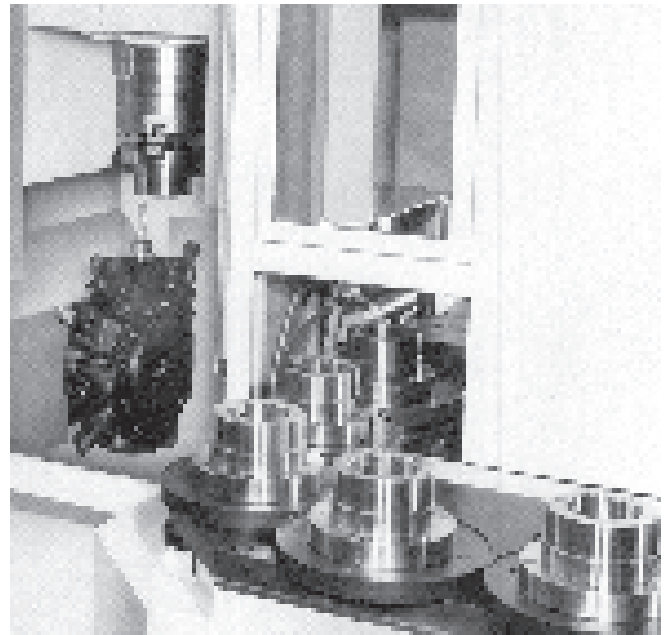


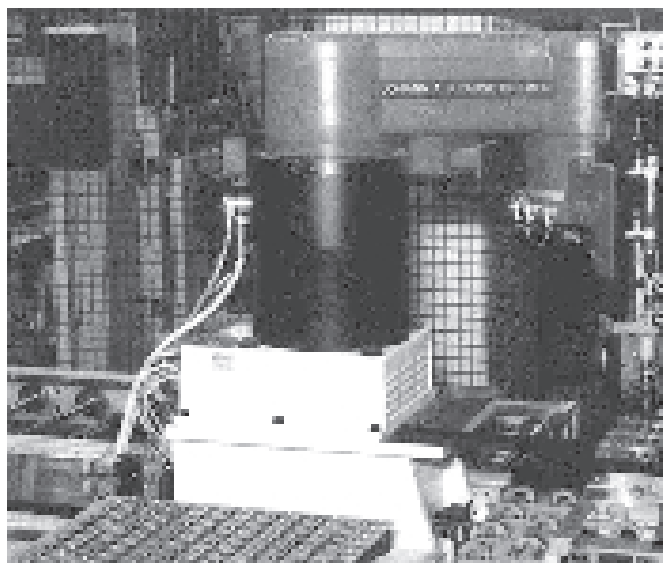
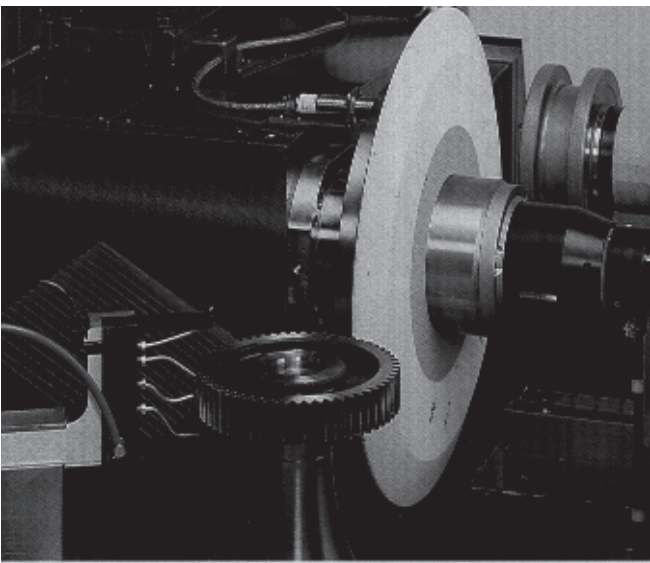
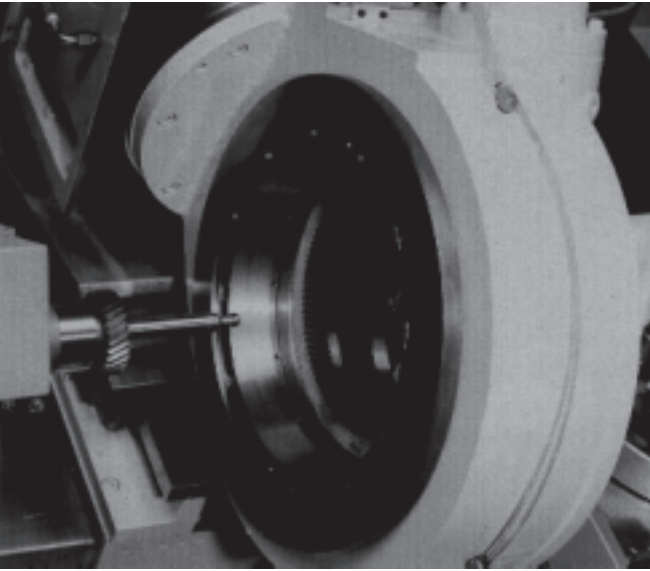
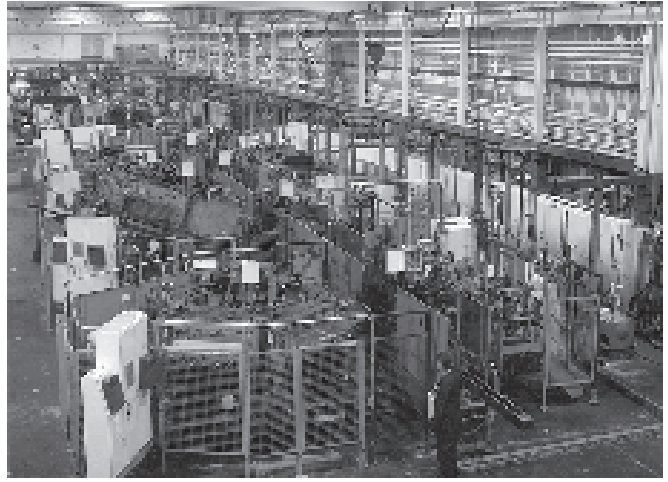
SERCOS interface-Anwendungen

Mit digitalen intelligenten Antrieben und SERCOS interface wurden seit Anfang der 90er Jahre, in mehreren tausend Anwendungen, in praktisch allen CNC-Bearbeitungstechnologien zukunftsweisende Fortschritte erzielt und vorteilhafte neue Maschinenkonzepte ermöglicht.

Das Anwendungsspektrum umfaßt:

- Drehen und Komplettbearbeitung
- Freiform-Fräsbearbeitung inkl. HSC
- Bearbeitungszentren inkl. HSC
- Kurbelwellen-Hubzapfenschleifen
- Nocken-Formschleifen
- Werkzeug-Schleifmaschinen
- Zahnrad-Feinbearbeitung
- Transfer-Bearbeitungslinien
- Rundtaktmaschinen
- Montagelinien
- Montageroboter

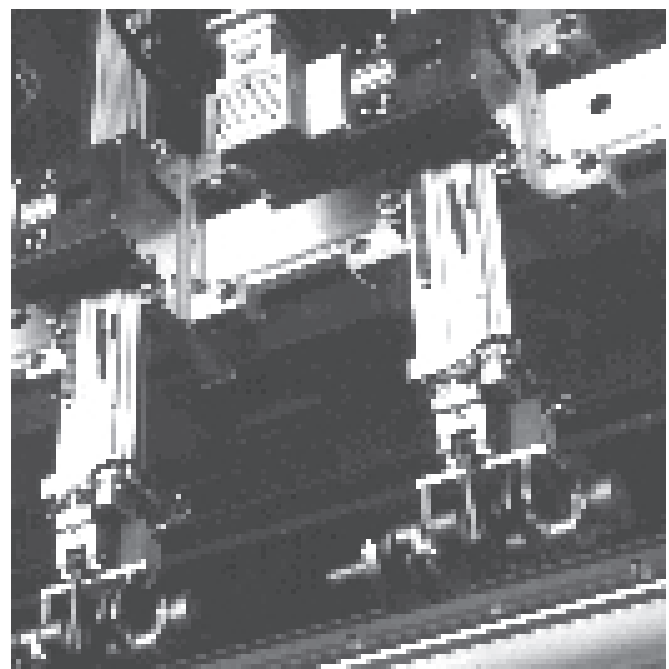
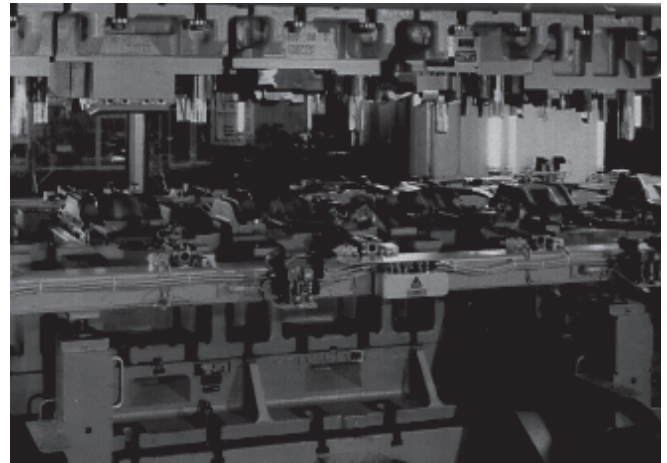


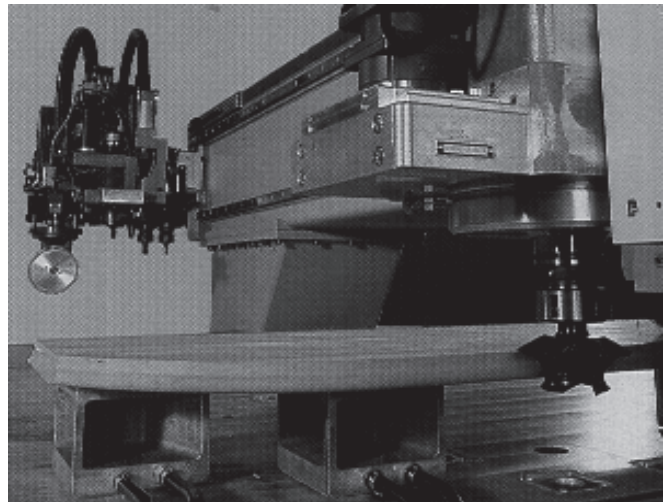
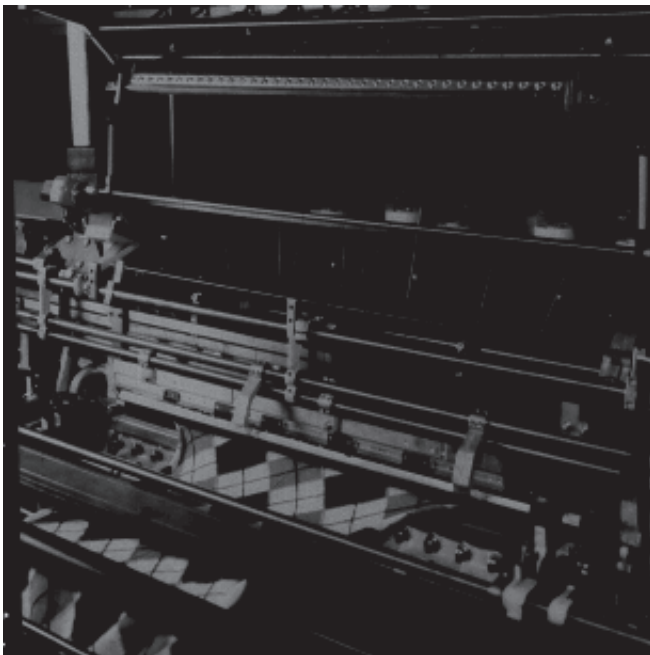
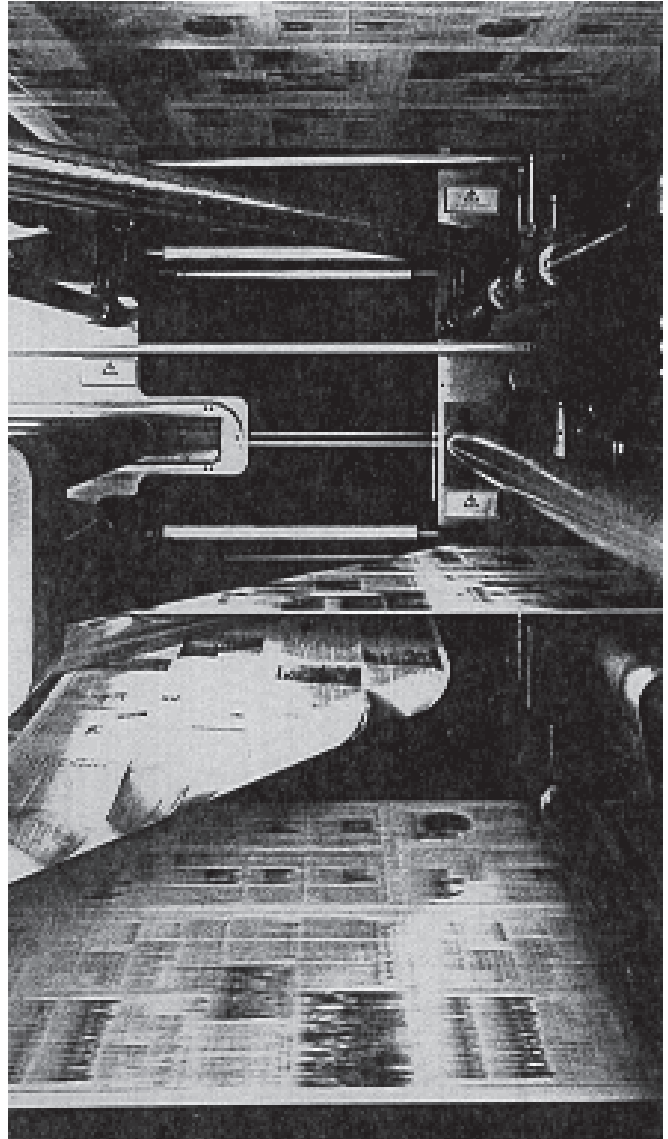
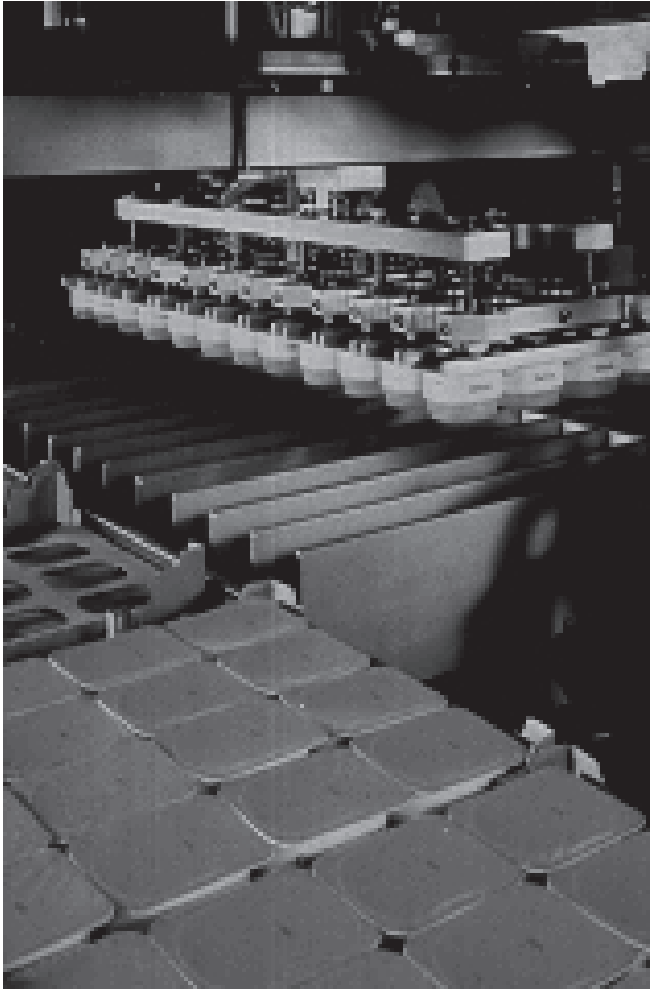


Über die klassischen CNC-Maschinen hinaus hat sich diese Technik für schnelle und präzise Bewegungssteuerung in der gesamten Automatisierungstechnik sowie in neuen, vorteilhaften Maschinenkonzepten für Verpackungs-, Textil-, Druck- und Holzbearbeitungsmaschinen bewährt.

Beispiele dafür sind:

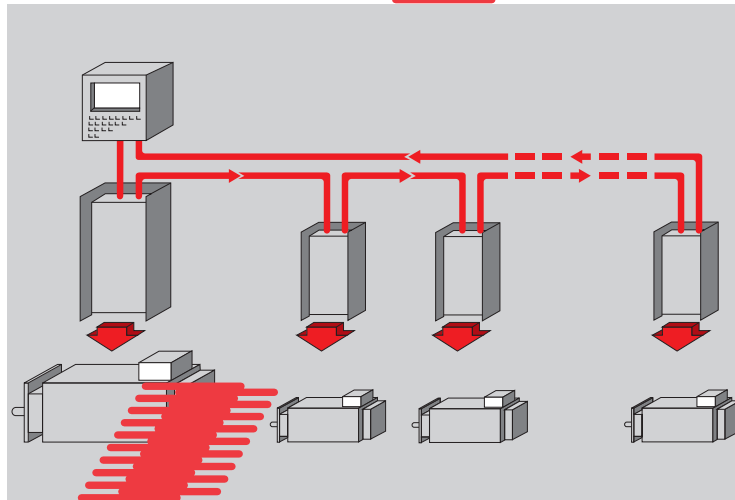
- Pressenverkettungen
- Portallader
- Stapleinrichtungen
- Elektronische Getriebe und Kurventriebe an Verpackungs-, Textil- und Druckmaschinen
- Elektronische Getriebe in Verpackungs- und Zeitungsdruckmaschinen.







IEC 61491
EN 61491
SYSTEM INTERFACE



*Interessengemeinschaft
SERCOS interface e. V.
Landhausstrasse 20
D-70190 Stuttgart
Tel. +49 (0)711/28457-50
Fax +49 (0)711/28457-55
E-Mail: info@sercos.de
<http://www.sercos.de>*

*USA:
SERCOS N. A.
attn. Mr. Ronald M. Larsen
2871 Brisbane Drive
USA - Lake in the Hills, IL 60156
Tel. 001 / 847/961-6858
Fax 001 / 847/ 961 - 6638
E-Mail: info@sercos.com
<http://www.sercos.com>*

*Japan:
SERCOS Japan
Nikkei Digital Engineering
attn. Mr. Hideki Haraguchi
2-7-6 Hirakawa-cho, Chiyoda-ku
Tokyo, 102-0093 Japan
Tel. +81-3-5210-4457
Fax +81-3-5210-4458
E-Mail: sercos@sanyodenki.co.jp
<http://www.sercos.or.jp>*