

Kompakte Servo-Antriebsregler

FKxx / FKRxx

Stand: Dokumentation 07.03.2023, Firmware v7.15-v7.68



- Antriebsregler für AC und DC Servo-Motoren, 3~ Schrittmotoren
- Digitaler Lagereger, Abtastzeit 1000, 500, 250 und 125 μ s, digitaler Stromregler 125 μ s
- Betriebsspannung 18..50 Vac oder 30..120 Vac, Spitzenstrom bis 20 A
- Integrierter Fahrtengenerator (Indexer) und programmierbare Logik Kontrolle (PLC)
- Regelungs- und Betriebsparameter programmierbar
- Potential getrennte E/A-Einheit mit 18 Ein- und 11 Ausgängen (+Notaus-Eing.)
- Potential getrennter Analog-Ausgang, 0..10 V Analog-Eingang
- Option Feldbus: Profibus, ProfiNet, EtherCAT, Ethernet/IP
- Option „Integrierte Sicherheit“ IS1 (Überwachungseinheit)

Inhalt:

1	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	4
1.1	<i>Generelle Eigenschaften</i>	4
1.2	<i>Hardware</i>	5
1.3	<i>Firmware</i>	6
1.3.1	<i>LAGE- UND STROMREGLER</i>	6
1.3.2	<i>DER INDEXER</i>	6
1.3.3	<i>DIE PROGRAMMIERBARE LOGIK KONTROLLE (PLC)</i>	6
1.4	<i>Überwachung der Endstufe</i>	7
1.4.1	<i>I²T-SICHERUNG</i>	8
2	BETRIEBSWEISEN, ARTEN DER ANWENDUNG	8
2.1	<i>Online-Betrieb</i>	8
2.2	<i>Selbstständiges Arbeiten des Geräts</i>	8
2.3	<i>Erweiterung des Antriebsreglers durch Firmware-Aufsätze</i>	8
3	INBETRIEBNAHME, ANSCHLUSS	9
3.1	<i>Einbau</i>	9
3.2	<i>Erdung</i>	9
3.3	<i>Spannungsversorgung Logik</i>	9
3.4	<i>Versorgung Leistung (Endstufe)</i>	9
3.5	<i>Anschluss des Motors</i>	9
3.6	<i>Ballast</i>	10
3.7	<i>Logik und Geber-Anschluss</i>	10
3.7.1	<i>BESCHALTUNG DER E/A-EINHEIT</i>	10
3.7.2	<i>BETRIEB VON MOTOREN MIT RESOLVER</i>	10
3.7.3	<i>BETRIEB VON MOTOREN MIT 1VSS-GEBER</i>	10
3.7.4	<i>BETRIEB VON MOTOREN MIT ENCODER UND RLG FEEDBACK</i>	11
3.7.5	<i>MOTORTEMPERATURÜBERWACHUNG</i>	11
3.8	<i>Analoganschlüsse</i>	11
3.8.1	<i>ANALOG-AUSGANG</i>	11
3.8.2	<i>ANALOG-EINGANG</i>	11
3.9	<i>Der DIL-Schalter</i>	12
3.10	<i>Serielle Kommunikation</i>	12
3.11	<i>Spezielle Funktionen in den Betriebsarten</i>	12
3.11.1	<i>INTERPOLATIONSFÄHIGKEIT</i>	12
3.11.2	<i>19244-E-VERSION</i>	12
3.12	<i>Verfahren der Inbetriebnahme</i>	13
4	OPTION INTEGRIERTE SICHERHEIT	13
5	STECKERBELEGUNGEN	14
5.1	<i>X1: Analoganschlüsse</i>	14
5.2	<i>X3, X5: RS422 und RS422-H:</i>	14
5.3	<i>X2: TTL-Encoder / RLG</i>	14
5.4	<i>X4: Resolver</i>	14
5.5	<i>X104: 1Vss-Geber</i>	15
5.6	<i>X17 USB</i>	15
5.7	<i>X61 CAN-Bus (Option)</i>	15
5.8	<i>X10: Bedienteil (UBT08, SBT)</i>	15
5.9	<i>X6: 24V-E/A und -Versorgung</i>	16
5.10	<i>X13: 24V-Signale</i>	16
5.11	<i>X13M: Motor E/A</i>	16
5.12	<i>X13V: 24V Versorgung (an der Seite des Geräts)</i>	16
5.13	<i>X106: Sicherheitssignale *) IS1 (Optional)</i>	17
5.14	<i>X8: Leistungsversorgung (an der Seite des Geräts)</i>	17
5.15	<i>X7: Motor (an der Seite des Geräts)</i>	17
5.16	<i>X60: Feldbus (an der Seite des Gerätes)</i>	17

6	SICHERN UND WIEDERHERSTELLEN DER KONFIGURATION	17
7	SICHERUNGEN	18
7.1	<i>Leistungsteil</i>	18
8	TECHNISCHE DATEN	19
8.1	<i>Umgebungsbedingungen</i>	20
9	ANHANG	21
9.1	<i>Abmessungen Kassette</i>	21
10	ÄNDERUNGEN IN DIESEM DOKUMENT	22

1 Allgemeine Beschreibung

1.1 Generelle Eigenschaften

Die FK(R)-Reihe ist ein Teil der F-Reihe von Antriebsreglern, welche eine Weiterentwicklung der E-Reihe darstellt. Die FK(R)-Geräte sind dabei zu den jeweiligen FK-Geräten hard- und softwarekompatibel, es ist lediglich ein neuerer Mikroprozessor verbaut, der eine etwas höhere Rechenleistung bietet.

Die Firmware-Eigenschaften dieser Produkt-Familie sind in einer getrennten Beschreibung erläutert. Im weiteren finden Sie hier spezielle Angaben zur Hardware der Geräte.

Die Antriebsregler eignen sich vorzugsweise zur Ansteuerung von AC-Synchron-Motoren. Durch die Parametrierbarkeit des Lagereglers und des Stromreglers können die meisten auf dem Markt erhältlichen Motoren diesen Typs angepasst werden. Es können aber auch Dreiphasen-Schrittmotoren und DC-Motoren betrieben werden.

Der Spitzenstrom kann vom Anwender zur Anpassung an den verwendeten Motor programmiert werden. Eine ebenfalls programmierbare I²t-Begrenzung schützt Motor und Leistungselektronik. Die Geräte enthalten alle wichtigen Schutzfunktionen: Über- und Unterspannung im Zwischenkreis, Kurzschluss und Kühlkörpertemperatur sowie Motortemperatur werden überwacht. Die eingebaute Ballastschaltung verhindert das Ansteigen der Spannung, wenn der Motor gebremst werden muss.

Die FK(R) ist in mehreren Varianten verfügbar:

- FK(R)20, I_{max}=20A, Zwischenkreisspannung bis max. 95V
- FK(R)20-2, I_{max}=20A, Zwischenkreisspannung bis max. 195V
- FK(R)30, I_{max}=30A, Zwischenkreisspannung bis max. 95V, auf Anfrage

Die Positionserfassung erfolgt je nach Parametrierung durch einen *Resolver*, einen *1Vss-Geber* oder einen *TTL-Encoder/RLG*. Diese übernehmen gleichzeitig die Rückmeldung der Lage der Motorwelle für die elektronische Kommutierung. Für Absolutgeber stehen das EnDat-Interface (Heidenhain), Hiperface (Sick-Stegmann) und diverse SSI-Formate zur Verfügung.

Zur Steuerung externer Abläufe steht eine 24V E/A-Einheit zur Verfügung. Diese Einheit ist vom Rest des Antriebsreglers potentialgetrennt und für eine Betriebsspannung von 24 V ausgelegt, welche von außen zugeführt wird; die Ausgänge sind kurzschlussfest. Einige Signale sind für spezielle Funktionen vorbelegt (z.B. Bremsausgang, Referenzeingang).

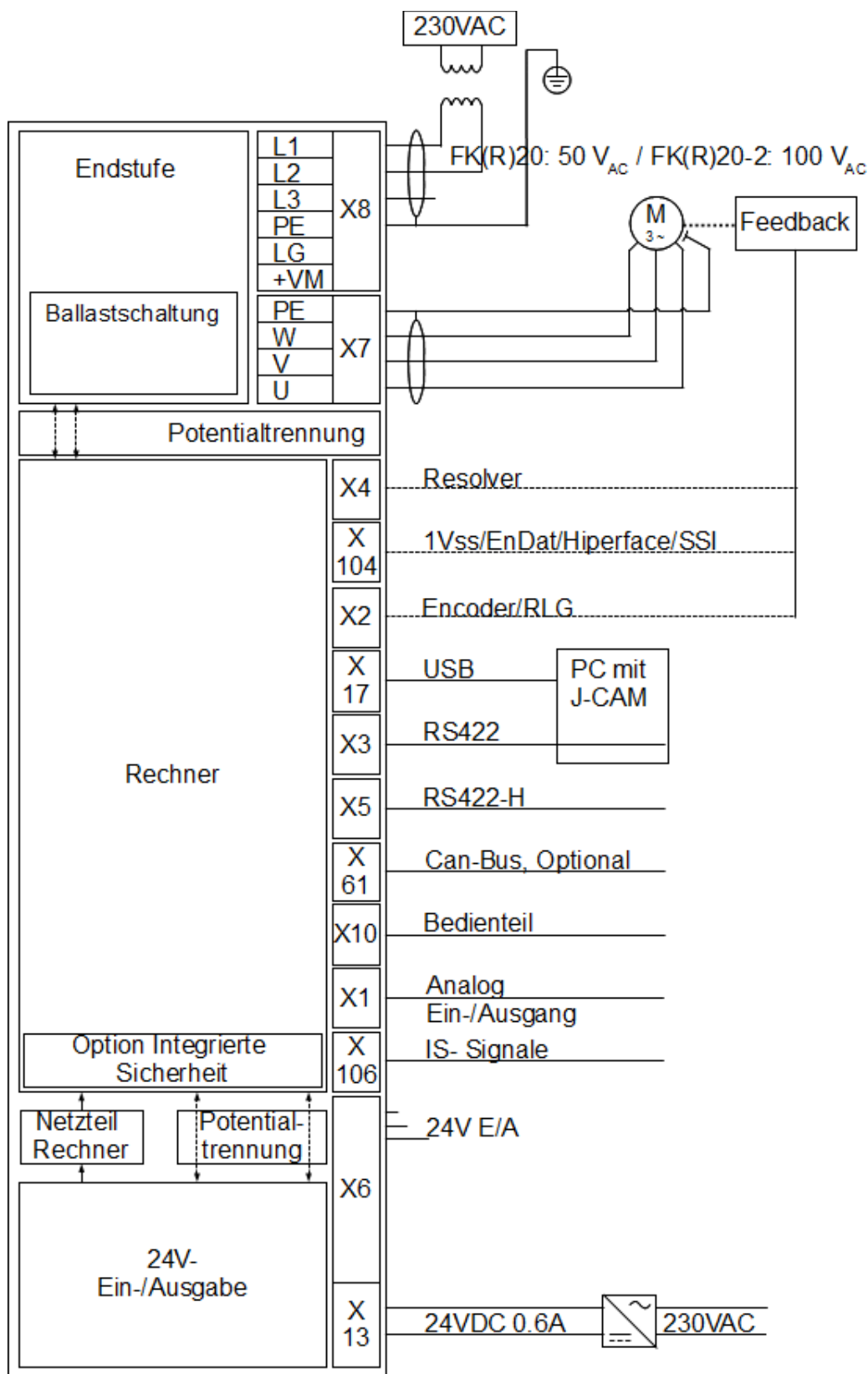
Die Kommunikation zu einem Steuer- oder Service-Rechner kann mittels der seriellen Schnittstellen (USB oder RS422, Adapter auf RS232 verfügbar) stattfinden. Das Kommunikationsverfahren erlaubt es, bis zu 31 Achsen von einem Steuerrechner aus zu bedienen. Falls die Achsen interpolierend arbeiten sollen, kann dem Gerät eine Interpolationskarte vorgeschaltet werden, die bis zu sechs Achsen verwalten kann. Die USB-Schnittstelle ist hauptsächlich für Servicezwecke vorhanden.

Fahrbefehle kann der Antriebsregler über die serielle Schnittstelle RS422, erhalten (Verwendung des integrierten Indexers). Jedoch kann auch der *TTL-Encoder*-Eingang (z.B. mit Schritt- und Richtungssignalen) zur Vorgabe des Positions-Sollwerts benutzt werden → *Einfacher Synchron-Betrieb*.

Wird die FK(R) innerhalb einer interpolierenden Achsgruppe betrieben, dann wird die RS422-Schnittstelle zur übergeordneten Interpolationskarte verbunden. Die Sollwerte für Lage und Geschwindigkeit werden dann von der Interpolationskarte vorgegeben.

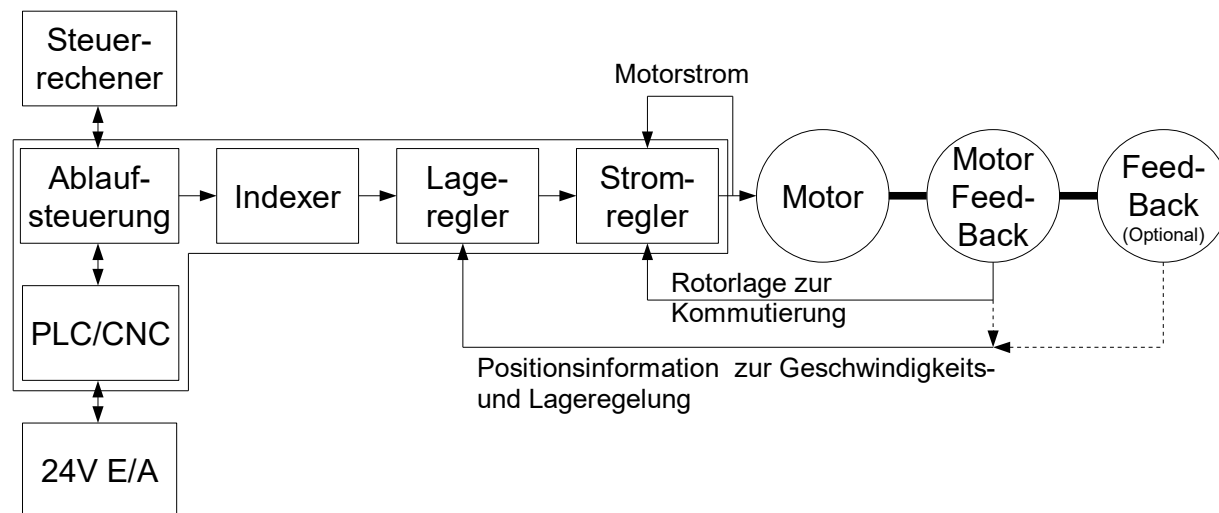
Die Reglerdaten, sowie PLC- und CNC-Programme, werden in einem nichtflüchtigen Speicher (FLASH) gesichert, der diese Daten (ohne zusätzliche Batterien) auch bei abgeschalteter Spannung hält.

1.2 Hardware



1.3 Firmware

Die Firmware in der FK(R) setzt sich zusammen aus der Ablaufsteuerung, dem Indexer, dem Lageregler, dem Stromregler und den Einheiten für CNC und PLC-Programme. Untenstehendes Schaubild zeigt die Zusammenhänge der einzelnen Komponenten.



1.3.1 Lage- und Stromregler

Der **Lageregler** arbeitet digital mit einer Abtastzeit von 1 ms (optional 500, 250 oder 125 μ s). Als Regelprinzip ist ein PIDT1 Algorithmus integriert, dessen Parameter über die Schnittstelle eingestellt werden können. Unabhängig voneinander lassen sich so Proportional- (P), Integral- (I) und Differentialanteil (D) sowie die Zeitkonstante (T1) einstellen. Die Parameter sind bei Auslieferung auf Defaultwerte eingestellt. Die Sollwerte aus dem Lageregler werden an den **PI-Stromregler** weitergegeben, der mit einer festen Abtastrate von 8 kHz und ebenfalls programmierbaren Parametern arbeitet. Die maximal zulässige Größe des Schleppabstands (Regelabweichung) kann programmiert werden. Der Sollwert der Position kann, wie andere Informationen auch, aus dem Gerät ausgelesen werden.

1.3.2 Der Indexer

Der integrierte **Indexer** generiert Bewegungen (Positions-Sollwerte für den **Lageregler**) mit linearen oder \sin^2 -förmigen Beschleunigungs- und Bremsrampen. Die Geschwindigkeit wird in Hz (Inkrement pro Sekunde) und die Beschleunigung in Hz/ms eingegeben. Zur externen Beeinflussung der Geschwindigkeit, kann ein Override-Potentiometer angeschlossen werden, das einen Stellbereich von 0 bis 125% der programmierten Geschwindigkeit ermöglicht. Die an-zufahrenden Positionen können in einen Bereich von -8388352 bis +8388607 Inkrementen liegen (24-Bit-Positionsangabe). Dies entspricht über 16 Meter Fahrstrecke bei 1 μ m-Auflösung. Eine einfache Lose-Kompensation ermöglicht den Ausgleich von Spiel in der Mechanik.

Als Besonderheit, ist die Zusammensetz-Funktion des Indexer zu erwähnen. Zwei oder mehrere aufeinanderfolgende Fahrten in der selben Richtung, werden ohne Brems- und Beschleunigungsvorgänge aneinander gekettet. Diese Funktion ist auch noch gewährleistet, wenn zwischen den Fahrten Ausgänge der E/A-Einheit bedient, oder neue Fahrgeschwindigkeiten gesetzt werden sollen.

1.3.3 Die Programmierbare Logik Kontrolle (PLC)

Die PLC erlaubt eine komfortable Bedienung der E/A-Einheit und die Kontrolle vieler Funktionen des Antriebsreglers. Die PLC muss nicht zwingend programmiert werden, es stehen Befehle zur direkten E/A-Bedienung zur Verfügung. Müssen jedoch z.B. während des Fahrens Ein- und Ausgänge bedient werden oder soll das Gerät eigenständig arbeiten, kann dies durch entsprechende PLC-Programme erreicht bzw. unterstützt werden. Die PLC arbeitet ein vom Benutzer (Maschinenhersteller) erstelltes

Programm im *Hintergrund* ab, d.h. ohne andere Funktionen der Karte zu beeinträchtigen. Die PLC unterstützt einen Großteil der Befehle des Siemens-Step5 Befehlsvorrates. Die Programmstruktur ist ebenso identisch zur Step5. (Siehe STEP5 Dokumentation). Die erforderlichen PLC-Befehle werden durch einen *Assembler* aus einer entsprechenden Klartext-Quelle erzeugt und *downloadfähig* bereitgestellt. Dieser Assembler ist in J-CAM integriert. Ein ebenfalls in J-CAM integrierter *Debugger* (Fehlersuch-Funktion) erlaubt es, das Verknüpfungsergebnis (VKE), Eingänge, Ausgänge und Merker, während des Programmlaufes zu beobachten.

Mit den Befehlen des PLC-Programms können folgende Funktionen erreicht werden:

- Bedienung der 24V-E/A-Einheit
- Logische Verknüpfung von Merkern, Ein- und Ausgängen, Zähler und Timer
- Ausführen einfacher Arithmetik
- Kopplungen zu Lageregler, Indexer und CNC-Programmen

Die aktivierten Programmteile werden zyklisch durchlaufen. Am Ende eines Durchgangs werden die intern aufbereiteten Daten des Prozessabbildes Ausgänge (PAA) an die Ausgänge übertragen; die Stellung der Eingänge wird vor jedem Zyklus in das Prozessabbild Eingänge (PAE) übertragen. Das Arbeiten der PLC darf die Aktivität der anderen Funktionen des Antriebsreglers nicht stören - wenn der Indexer und die serielle Schnittstelle aktiv sind, wird daher die Arbeitsgeschwindigkeit der PLC geringfügig langsamer und somit die Zykluszeit größer. Die interne Schnittstelle zwischen CNC und PLC funktioniert folgendermaßen:

Kopplung von CNC zu PLC:

Das CNC-Programm kann durch Ausführen von M-Funktionen festgelegte Merkerbits der PLC setzen, das CNC-Programm wird dann solange angehalten, bis das PLC-Programm dieses Bit wieder zurücksetzt. Im Sonderfall können im CNC-Programm auch direkte E/A-Befehle eingesetzt werden, z.B.: Schnelles Setzen eines Ausganges.

Kopplung von PLC zu CNC:

Die PLC kann CNC-Programme starten, anhalten und abbrechen. Dafür sind in der PLC eine Reihe von *Merker* reserviert. Über solche Merker wird die PLC auch über wichtige Betriebszustände der Endstufe informiert (z.B. Überwachungsschaltung der Leistungselektronik hat angesprochen).

1.4 Überwachung der Endstufe

Die Funktion der Leistungs-Endstufe wird abgeschaltet, wenn

- die Zwischenkreisspannung unter einen Mindestwert sinkt ($< 30V / 60V$)
- die Zwischenkreisspannung einen Maximalwert übersteigt ($> 95V / 190V$)
- die Zwischenkreisspannung ausfällt
- ein Kurzschluss zwischen den Motor-Phasen oder gegen PE vorliegt
- die Kühlkörper-Temperatur zu hoch ist ($> 80\text{ °C}$)
- die Versorgung eines Feedback-Anschlusses überlastet wird
- die Motor-Temperatur zu hoch ist
- ein Power-Fail (Absinken der 24V-Spannung unter 19 V) vorliegt

In diesen Fällen wird die Endstufe abgeschaltet und (falls programmiert) der Ausgang *Bereit* (A0.0) inaktiv (0V), der für den Anschluss eine Motorbremse vorgesehen ist - dies wird zusätzlich durch die Kontroll-LED „A0.0“ visualisiert. Ein Teil der genannten Grenzwerte ist programmierbar.

Beim Überschreiten einer fest eingestellten Schwelle der Zwischenkreis-Spannung wird die Ballastschaltung aktiv.

Überwachung der Gebersignale:

- Die Gebersignale Resolver und 1Vss werden überwacht und der Antrieb gegebenenfalls mit entsprechender Fehlermeldung abgeschaltet, wenn die Signale ihre zulässigen Pegel verlassen oder fehlen.

1.4.1 I²t-Sicherung

Zusätzlich kann der Motor (und die Endstufe) durch die programmierbaren Strom-Grenzwerte geschützt werden. Der Antriebsregler prüft dabei ständig, ob die **I²t-Grenze** (entspricht dem Nennstrom des Motors, siehe 3.12) überschritten wird. Dabei wird die Zeitdauer und der Betrag des **Über-Stroms** quadratisch summiert; wenn diese Summe eine bestimmte Schwelle überschreitet, wird der Motorstrom auf den programmierten Grenzwert (**I²t-Grenze**) reduziert. Eine 100%-ige Überschreitung des Grenzwertes wird für eine Zeit von ca. 2.6 Sekunden zugelassen.

Beispiel: ein Motor hat einen Nennstrom von 5 Ampere und soll zweifach überlastet werden → die **I²t-Grenze** wird auf 50% programmiert. Wird nun plötzlich ein Motorstrom von 10 Ampere gefordert, so wird dies für ca. 2.6 Sekunden zugelassen, danach wird der Motorstrom auf 5 Ampere (Nennstrom) begrenzt, so dass sich der Motor nicht zu sehr erhitzen sollte.

Das Ansprechen der I²t-Sicherung zieht normalerweise einen **Schleppfehler** nach sich, wenn während der Reduzierungs-Phase eine Bewegung gefordert wird oder die Kraft (bzw. das Drehmoment) des Antriebs nicht ausreicht, um die Position zu halten. Ob die Ursache des **Schleppfehlers** die I²t-Sicherung war, kann durch eine entsprechende Status-Abfrage festgestellt werden – Fehlermeldungen aufgrund der I²t-Sicherung enthalten normalerweise den Begriff „Überlast“. Ein Grenzfall ist dabei eine temporäre Blockierung des Antriebs, bei welcher der eingestellte maximale Schleppabstand nicht überschritten wird – dieser Vorgang wird vom Antriebsregler nicht ohne weitere Parametrierung (Genauhalt) als Fehler erkannt.

2 Betriebsweisen, Arten der Anwendung

Das Gerät kann innerhalb einer Anlage im **Online-Betrieb** durch Kommunikation mit einem Host (PC oder Freiprogrammierbare Steuerung) über eine serielle Schnittstelle arbeiten. Alternativ kann nach entsprechender Programmierung der Regler selbständig arbeiten. Ein gemischter Betrieb ist ebenfalls möglich.

Generell müssen vor dem Betrieb (bei der Inbetriebnahme) zunächst die Grundbetriebsart festgelegt und die Geräteparameter optimiert werden. Diese Parameter werden dann im nicht-flüchtigen Speicher gesichert und stehen beim späteren Wiedereinschalten sofort zur Verfügung. Im weiteren können bis zu acht CNC und ein PLC-Programm in den FLASH-Speicher des Antriebsreglers geladen werden. Das PLC-Programm bedient die E/A-Einheit und kann CNC-Programme starten (siehe 1.3.3).

2.1 Online-Betrieb

Im Online-Betrieb empfängt der Antriebsregler alle Befehle von einem Hostrechner und führt diese unmittelbar aus. Die Parameter des **Indexers** (Geschwindigkeit, Beschleunigung, u.s.w.) können gestellt und Fahrbefehle ausgeführt werden. Die momentane Position und Informationen über den Betriebszustand können abgefragt werden. Abfrage der Eingänge und Setzen von Ausgängen der 24V-E/A ist möglich.

2.2 Selbstständiges Arbeiten des Geräts

Wurden entsprechende CNC- und PLC-Programme in die FK(R) geladen, kann der Antriebsregler nun selbstständig, auch ohne Kommunikation mit einem Host arbeiten. Optional kann ein einfaches Bedienfeld (UBT08 mit LC-Display und Folientastatur) mit dem Gerät verwendet werden. Über dieses Bedienteil kann auf die bei der CNC-Programmierung verwendeten Register zugegriffen werden. Ebenso können Register im Display PLC-gesteuert angezeigt, sowie Fehler-/ Führungs-Meldungen erzeugt werden.

2.3 Erweiterung des Antriebsreglers durch Firmware-Aufsätze

Für spezielle Anwendungen stehen Firmwareaufsätze zur Verfügung, die das Gerät für bestimmte Aufgaben mit passenden Technologie-Funktionen ausstatten. Dazu können spezielle Bedienteile zum Einsatz kommen. Die oben beschriebene CNC-Funktionalität kann dabei eingeschränkt bzw. durch spezifische Programmiermöglichkeiten ergänzt sein. Solche Geräte werden in J-CAM unter dem Steuerungstyp **GMS (Autonom)** betrieben.

3 Inbetriebnahme, Anschluss

3.1 Einbau

Die Kassette soll mit dem Lüfter nach oben eingebaut werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die Lüfter-Ausschnitte frei bleiben. Die Leitungsverlegung soll nach Logik/Geber und Leistung getrennt erfolgen. Alle Logik- und Gebersignale führen Sicherheits-Kleinspannungen und müssen mit doppelter Isolation zu Leistungsleitungen verlegt werden. Alle Geber und Leistungsleitungen müssen geschirmt sein, die Schirmung wird jeweils beidseitig aufgelegt. Die 24V-Signale benötigen keine Schirmung.

3.2 Erdung

Die Kassette muss mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm² geerdet werden. PE muss auch am Stecker X8 aufgelegt werden.

3.3 Spannungsversorgung Logik

Die Antriebsregler der FK(R)-Reihe erzeugen alle intern erforderlichen Logik- und Rechner-Versorgungs-Spannungen aus der 24Vi-Versorgung (Zuführung über Stecker X6, X13 oder X13V). Hierdurch bleibt der Antriebsregler auch bei abgeschalteter Zwischenkreis-Spannung (Leistungsversorgung) ansprechbar. Gleichzeitig können die 24V-Ausgänge durch Wegschalten der 24V-Versorgung zwangsweise abgeschaltet werden. Die Stromaufnahme des Geräts aus der 24V-Versorgung beträgt 0,6 A (0,8 A bei Einsatz der IS). Mindestens die Versorgung 24Vi muss mit 24V versorgt werden (EAGND = 24V-Masse).

Folgende Anforderungen sollten bei der Auslegung des Netzteils berücksichtigt werden:

- Die 24V-Masse des externen Netzteil muss im Schaltschrank geerdet sein.
- Zur rechtzeitigen Sicherung einiger flüchtiger Daten (Stückzähler..) wird zur Netzausfallerkennung die 24V-Versorgung überwacht. Die Rechnerkarte enthält ein Datensicherungs-System auf ein E²PROM, das beim Zusammenbrechen der 24V-Versorgung auf eine Spannung kleiner 19 V aktiviert wird. Es muss dafür Sorge getragen werden, dass die 24V-Versorgung beim normalen Betrieb nicht unter 19 V absinkt. Bei der Auslegung des Netzteils ist deshalb zu berücksichtigen, dass bei Voll-Last und Unterspannung aus dem Netz die 24V Versorgung (auch nicht kurzzeitig) unter 19 V absinken darf!
- **Absicherung: Die externe Versorgung 24V muss zur Steuerung hin mit max. 5 AT abgesichert sein.**

3.4 Versorgung Leistung (Endstufe)

Dreiphasiger Wechselspannungsanschluß

Die Wechselspannung wird an die Anschlüsse L1, L2 und L3 geführt. PE und PG werden gemeinsam auf Schutz gelegt. Der Sternpunkt des Drehstromtransformators darf nicht geerdet werden! In dieser Beschaltung erfolgt eine sechspulsige Brücken-Gleichrichtung. Die Zwischenkreisspannung ergibt sich aus der Trafosekundärspannung (Dreieck) wie folgt:

$$U_{zw} = U_{sek} \times 1.4.$$

Die Restwelligkeit ist sehr gering, ein zusätzlicher Ladeelko ist nicht erforderlich.

Einphasiger Wechselspannungsanschluß

Für Motor-Leistungen bis ca. 500 Watt ist ein einphasiger Transformator ausreichend. Die Sekundärseite des Trafos wird an L1 und L2 angeschlossen, PE und PG werden gemeinsam auf Schutz gelegt.

$$U_{zw} = U_{sek} \times 1.1$$

Die Leerlaufzwischenkreisspannung ist $U_{zwl} = U_{sek} \times 1.4$

3.5 Anschluss des Motors

Der Motor wird nach den jeweiligen Anschlussvorschriften des Motoren-Herstellers mit dem Antriebsregler verbunden. Geräteseitig werden die Anschlüsse U, V und W verwendet. Ebenfalls wird

der Schutzleiter zu PE verbunden. Das Leistungskabel soll geschirmt, die Schirmung beidseitig aufgelegt sein. Es müssen die jeweiligen länderspezifischen Vorschriften eingehalten werden.

3.6 Ballast

Die FK(R) Antriebsregler besitzen einen internen Ballastwiderstand (34 Ohm / 100 W). Beim Bremsen wird die Energie der bewegten Masse in den Zwischenkreis zurückgespeist. Bei großem Trägheitsmoment reicht die Energieaufnahme der Ladekondensatoren nicht aus, die Zwischenkreisspannung innerhalb des zulässigen Bereichs zu halten. Durch das Ansteigen der Spannung über einen festgesetzten Wert wird die Ballastschaltung aktiviert; die anfallende Energie wird im Ballastwiderstand in Wärme umgesetzt.

3.7 Logik und Geber-Anschluss

3.7.1 Beschaltung der E/A-Einheit

Die Eingänge werden je nach Anwendung beschaltet. Die Ausgänge sind plus-schaltend, Freilaufdioden nach GND sind eingebaut. Jeder Transistorausgang außer A0.0 (1000 mA) kann einen Strom von 500 mA abgeben, der Gesamtstrom darf jedoch 2 A nicht übersteigen. Eine elektronische Kurzschlussicherung schaltet bei einem Gesamtstrom von ca. 2.5 A alle Ausgänge ab; nach Ausschalten der 24V-Versorgung und Beseitigung des Kurzschlusses oder der Überlast können die Ausgänge wieder arbeiten. Wenn keine IS-Einheit eingebaut ist muss auch der Anschluss Notaus (low-aktiv) beschaltet werden. Die 24V-Signale können ungeschirmt geführt werden, auf eine zur Leistung getrennte Leitungsführung ist zu achten.

3.7.2 Betrieb von Motoren mit Resolver

Der Resolver des Motors muss nach Angaben des Motorenherstellers mit dem Gerät (X4) verbunden werden. Wir empfehlen eine beidseitig aufgelegte Abschirmung zu verwenden. Die Leitungen zum Resolver sollten paarweise verdreht sein. Die Arbeitsweise des Resolver kann über die Inbetriebnahme-Funktion *Achsmonitor* in J-CAM eingestellt werden. Es sind dies:

- Resolver-Erregerfrequenz (*Fosc*) 8 kHz oder **4 kHz**
- *Geberpol-Teilung* = Resolverauflösung 256, 512, 1024, 2048, **4096** oder 8192 Inkremente/Umdrehung bei 1-poligem Resolver (bestimmt Auflösung für Lageregler)
- *Pol-Verhältnis* = Motorpolzahl (M) / Resolverpolzahl (R) (für Kommutierung)
- *Feldsymmetrie* (Gebermontage gegen Feldlage Motor, für Kommutierung)

Hilfsencoder- und Zählengang

In diesem Fall fungiert der *TTL-Encoder*-Anschluss (X2) als Hilfsencoder-Eingang, welcher entweder für die *Erweiterte Lageregelung*, für die *Messrad*-Funktion (Korrektur / Überwachung) oder als *Synchron*-Geber verwendet werden kann. Dieser Eingang arbeitet nach TTL-Spezifikation (5V Differenzeingänge, Quadratursignale). Signal-Eingänge sind für die Kanäle Spur1, Spur2 und Referenz vorhanden (K1, K2 und K0). Die Schirmung des Encoderkabels erfolgt beidseitig. Die Versorgung des Encoders erfolgt aus dem Antriebsregler (5 V, max. 150 mA).

3.7.3 Betrieb von Motoren mit 1Vss-Geber

Mit einem *1Vss-Geber* (Anschluss X104) ist eine sehr präzise Erfassung der Motorposition möglich. Momentan ist eine interne Interpolation im Sinus-Signal von max. 8192 möglich. Ein Interpolationswert von 32 ergibt bei einem Geber mit 2048 Strichen eine Auflösung von 65536 Inkrementen pro Umdrehung. Über den *Achsmonitor* sind folgende Einstellungen erforderlich:

- *Pol-Verhältnis* = Motorpolzahl (M) / Encoderstrichzahl (R) (für Kommutierung)
- *Geberpol-Teilung* (bestimmt Auflösung für Lageregler)
- Absolutmess-System: EnDat / Hiperface / SSI-Interface ein/aus/Konfiguration
- *Feldsymmetrie* falls Absolutmess-System aktiv (ohne Absolut-Geber wird die Feldsymmetrie beim Einschalten durch eine Suchbewegung festgelegt, das Verfahren wird hier Feld-Positions-Einmessung genannt = *FPE*)
- Die maximale Geberfrequenz ist 200 kHz

Hilfsencoder- und Zähleringang

Der zusätzliche *TTL-Encoder*-Eingang (X2) kann für ein *Messrad* (Korrektur / Überwachung) oder als *Synchron*-Geber verwendet werden. Die Verwendung für die erweiterte Lageregelung ist theoretisch möglich, macht hier aber i.A. keinen Sinn.

3.7.4 Betrieb von Motoren mit Encoder und RLG Feedback

Für den Anschluss wird der *TTL-Encoder*-Eingang X2 verwendet, welcher auch die Anschlüsse für einen digitalen Rotorlagegeber (RLG) besitzt. Der Motor wird dann „block-kommutiert“ betrieben. Stehen die RLG-Signale nicht zur Verfügung, kann der Motor auch nur mit den Encodersignalen (Quadratsignale) betrieben werden. Die Feldlage wird dann beim Initialisieren durch das FPE-Verfahren (Feldpositionseinmessung) bestimmt. Der Motor wird dann „sinusförmig“ kommutiert. Die Funktionen *Messrad* und *Synchron-Betrieb* stehen hier nicht zur Verfügung.

3.7.5 Motortemperaturüberwachung

Zur Überwachung der Motortemperatur stehen Eingänge für unterschiedliche Temperatur-Sensoren an mehreren Anschlüssen bereit. Eine Überwachung der Motortemperatur ist prinzipiell über PTC-Widerstände, KTY84 oder PT1000 Temperatursensoren in der Motorwicklung vorgesehen. Dabei kommen digitale oder analoge Eingänge zum Einsatz, welche beide im Standard-Gerät verfügbar sind. PTC können sowohl am digitalen als auch am analogen Eingang (24V) verwendet werden, KTY84 und PT1000 dürfen nur am analogen Eingang (5V) verwendet werden.

Signal	Anschluss	Pin	GND (Pin)	Erläuterung
MT24V	X13	7	EAGND (2)	Digitaler Eingang (nur PTC)
	X13M	4	EAGND (3)	
MTEMP	X104	13	GND (11)	Analoger Eingang (PTC, KTY84, PT1000)
	X4	6	GND (1)	
	X1	5	GND (12)	

Die PTC-Widerstände sollten im Kaltzustand einen Widerstand kleiner 500 Ohm aufweisen.

Für die analoge Motortemperaturmessung mit KTY84, PT1000 oder ähnlichen Sensoren muss der Eingang über den Achsmonitor in J-CAM eingerichtet werden.

Wird die Überwachung gar nicht benutzt, müssen in einem der genannten Anschlüsse die Überwachungssignale gebrückt werden.

Achtung: Wird die Überwachung an einem der Stecker angeschlossen, dann dürfen die entsprechenden Signale der anderen Stecker nicht beschaltet werden!

3.8 Analoganschlüsse

3.8.1 Analog-Ausgang

Der Analog-Ausgang dient z.B. der Sollwertvorgabe für einen Frequenzumrichter. Er ist völlig potentialfrei; er benötigt eine Betriebsspannung von 14..24 V an APLUS (zugehörige Masse auf AGND). Der Ausgangs-Spannungsbereich ist 0..10 V mit einer Auflösung von 8bit. Der maximale Ausgangsstrom beträgt 5 mA. Die Stromaufnahme ist 15 mA plus Ausgangsstrom. Die Steuerung des Ausgangs ist über die PLC möglich.

3.8.2 Analog-Eingang

In der Standard-Version steht ein Analogeingang 0-10V zur Verfügung. Die analogen Messwerte können in der PLC frei ausgewertet werden.

Alternative Option: Zur externen Beeinflussung der Geschwindigkeit kann ein Override-Potentiometer angeschlossen werden, das einen Stellbereich von 0 bis 125% der programmierten Geschwindigkeit ermöglicht. (Potiwert 10..100 kOhm).

3.9 Der DIL-Schalter

Ein DIL-Schalter mit 8 Stellern ist am Gerät zugänglich. Die ersten fünf Steller ermöglichen die Adresswahl¹⁾, die weiteren dienen der Einstellung von Optionen:

- Steller 1..4: Adresswahl zwischen 0 und 15 (on/on/on/on = 0, off/on/on/on = 1, u.s.w. bis off/off/off/off = 15)
- Steller 5: off = Normaler Adressbereich wie mit Steller 1..4 gewählt, on = Adressoffset 16, somit Adressbereich 16..31 (31 ist für die Bootlader-Funktion reserviert).
- Steller 6: Interpolations-Funktion (on wenn eine GMI99-Karte als *Master* verwendet wird).
- Steller 7: 19244-Protokolltyp: off = S-Version (alt), on = E-Version.
- Steller 8: Umstellung der Übertragungsrate (Baudrate): off = 9600 Bd²⁾, on = 38400 Bd

¹⁾ In einer Steuerung mit mehreren Geräten (Antriebsregler, Interpolationskarten, ...) benötigt jedes Gerät eine eigene, eindeutige Adresse, die i.A. am DIL-Schalter eingestellt wird.

²⁾ Nur bei Standardfirmware, nicht als SFC-Variante

3.10 Serielle Kommunikation

Die RS422 (X3) und RS422-H (X5) sind Voll-Duplex Schnittstellen mit Differential-Leitungen. Die Verständigung auf der Schnittstelle geschieht nach dem Protokoll DIN19244 mit 9600 bzw. 38400 Baud, 1 Start-, 8 Daten- und einem Stopp-Bit mit gerader Parität (Halb-Duplex). Die Wahl des Protokolltyps erfolgt per DIL-Schalter, zur weiteren Erläuterung lesen Sie bitte die Zusatzdokumentation *19244-Protokoll*.

Die USB-Schnittstelle (X17) erlaubt hohe Übertragungsgeschwindigkeiten zu einem PC. Die Schnittstelle ist für Servicezwecke mit J-CAM vorgesehen. Schnittstellentreiber sind für Windows 32- und 64-Bit verfügbar. Die PC-Anwendung J-CAM muss dabei min. Version 3.20 r120831 sein. Hilfe zur Installation der Treiber finden Sie in J-CAM im Hilfe-Menü, ab Windows 10 sind keine gesonderten Treiber mehr erforderlich. Die im PC erzeugte COM-Schnittstelle ist nur solange vorhanden sind, solange das Gerät verbunden und eingeschaltet ist.

3.11 Spezielle Funktionen in den Betriebsarten

3.11.1 Interpolationsfähigkeit

Wählbar durch DIL-Steller 6 (siehe 3.9). Hierbei wird die FK(R) an einem *Slot* einer Interpolationskarte GMI99 (Bahnsteuerung) betrieben. Die PLC-Fähigkeit des Antriebsreglers geht dabei verloren, die E/A-Hardware kann jedoch (im PLC-Programm der Interpolationskarte) genutzt werden; dabei sind jeweils 16 Bit (2 Byte) pro Antriebsregler im PAE und PAA der Interpolationskarte eingeblendet - die Eingänge 2.0 / 2.1 sind intern auf die Eingänge 1.6 / 1.7 umgelegt, um in der Interpolationskarte Zugriff zu haben. Die Seriell-Kommunikation wird durch die Interpolationskarte (hindurch) ermöglicht. Siehe GMI99-Beschreibung.

3.11.2 19244-E-Version

Die Firmware der Geräte ist mit der E-Version des 19244-Protokolls ausgestattet. Aktivierung per DIL-Schalter (siehe 3.9). In einem System dürfen E- und S-Versionen nicht gemischt werden, außerdem muss die steuernde Software das Protokoll ebenfalls unterstützen.

3.12 Verfahren der Inbetriebnahme

Normalfall: Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung ist der Motor fest und zieht bei Auslenkung in die Ausgangslage zurück. Für das Optimieren der Parameter des Lagereglers und das Testen einfacher Fahrbefehle wird unser Windows-Programm J-CAM verwendet. Dieses zeigt im **Achsmonitor** übersichtlich alle Parameter des Antriebsreglers, diese können leicht geändert und dazu momentane Zustände des Geräts beobachtet werden. Weiteres entnehmen Sie bitte der speziellen Beschreibung bzw. dem integrierten Hilfesystem von J-CAM.

Der **Anschlusstest** unterstützt bei der Inbetriebnahme.

Hinweis zur Einstellung des Stromreglers, Berechnung des Einstellwertes **Max. Strom:**
Die Stromangaben der Endstufe sind Spitzenwerte, die max. Effektivwerte (AC) sind um Faktor 1.4 kleiner! Die meisten Motorenhersteller geben den Nennstrom des Motors als Effektivwert an.

Beispiel für FK(R)20 und Motor mit Nennstrom 3 Aeff, Motor wird kurzzeitig doppelt überlastet:

- Aus doppelter Überlastung → **I²-Grenze** = 50% und I_{maxeff}(Motor) = 6 Aeff,
- I_{maxeff}(Endstufe) = 20 A[^] / 1.4 = 14.2 Aeff

Berechnung **Max. Strom:** I_{maxeff}(Motor) / I_{maxeff}(Endstufe) = 42% ¹⁾.

Diese Werte sind mit Hilfe des **Achsmonitors** auf der „Registerkarte“ **Motor-Anpassung** zu programmieren¹⁾.

Siehe auch Dokument **Motoranpassung Resolver und 1Vss**.

¹⁾ Mit aktueller Service-Software (J-CAM, GMSH) werden die Stromwerte auch in Aeff angezeigt und eingegeben. Eine Umschaltung auf % ist mit der [Funktion | Benutzer-Einheiten anzeigen] möglich.

4 Option Integrierte Sicherheit

Siehe separate Dokumente FK-IPS (bei Schrittmotoren) bzw. FK-IS.

5 Steckerbelegungen

5.1 X1: Analoganschlüsse

15-pol. Sub-D-Stecker:

<i>Pin</i>	<i>Funktion</i>	<i>Pin</i>	<i>Funktion</i>
1	Avss (GND)	9	APLUS (14 .. 24V)
2	OVR	10	ANOUT (0 .. 10V)
3	AV-Ref (5V)	11	AGND (0V)
4	---	12	GND
5	MTEMP	13	---
6	--	14	---
7	---	15	---
8	---		

Pin 5 und 12 mit Motortemperaturüberwachung, siehe auch 3.7.5.

5.2 X3, X5: RS422 und RS422-H:

9-pol. Sub-D-Stecker:

<i>Pin</i>	<i>Funktion</i>	<i>Pin</i>	<i>Funktion</i>
1	HTXD	6	HTXD\
2	HRXD	7	HRXD\
3	5V (Nur X3)	8	(HTKT\, benötigt für Interpolation, nur X3)
4	---	9	(HTKT, benötigt für Interpolation, nur X3)
5	GND		

HTKT-Signale werden benötigt, wenn die Achse unter einer Interpolationskarte GMI99 betrieben wird. Es muss dann der Stecker X3 benutzt werden.

5.3 X2: TTL-Encoder / RLG

15-pol. Sub-D-Buchse: TTL-Encoder und RLG-Signale (Kanal 2)

1	RLG_U	9	RLG_V
2	V-Geb 5 V	10	GND
3	Encoder K0/	11	Encoder K0
4	Encoder K2/	12	Encoder K2
5	Encoder K1/	13	Encoder K1
6	+24V	14	RLG_W
7	E2.1	15	E2.0
8	GND 24V		

5.4 X4: Resolver

9-pol. Sub-D-Stecker:

1	GND	6	MTEMP
2	OSC	7	OSC\
3	COS	8	COS\
4	SIN	9	SIN\
5	+5V		

Pin 6 und 1 mit Motortemperaturüberwachung, siehe auch 3.7.5.

5.5 X104: 1Vss-Geber

X104: 15-pol. Sub-D-Stecker (Kanal 1):

<u>Pin</u>	<u>Funktion</u>	<u>Pin</u>	<u>Funktion</u>
1	V-Geb 5V *)	9	V-Geb 5V*)
2	GND	10	V-Geb 8V / optional REF *)
3	SIN	11	GND
4	SIN\	12	REF\ / optional 15V Versorgung *)
5	Para\ (frei)	13	MTEMP
6	COS	14	Takt
7	COS\	15	Takt\
8	Para (frei)		

Pin 13 und 11 mit Motortemperaturüberwachung, siehe auch 3.7.5.

*) V-Geb liefert immer +5 V, für Geber mit höherer Versorgungsspannung können die Leitungen REF (Pin 10) auf +8 V und REF\ (Pin 12) auf +15 V durch Jumper konfiguriert werden. Als Standard werden +8 V (Pin 10) ausgegeben.

5.6 X17 USB

X17: 4-polige Typ-B-Buchse (Standard-Belegung für Anschluss an einen PC):

1	PVBus
2	PD-
3	PD+
4	GND+

5.7 X61 CAN-Bus (Option)

9-pol. Sub-D-Buchse:

1	---	6	GND
2	CAN-L	7	CAN-H
3	5Vg-CAN	8	---
4	---	9	5V-CAN
5	GND		

5.8 X10: Bedienteil (UBT08, SBT)

25-pol. Sub-D-Buchse:

<u>Pin</u>	<u>Funktion</u>	<u>Pin</u>	<u>Funktion</u>
1	HRXD	14	HRXD\
2	HTXD	15	HTXD\
3	---	16	---
4	---	17	---
5	GND	18	---
6	+24V	19	+24Vi
7	QOut2	20	QOut1
8	NotAus2	21	NotAus1
9	EAGND	22	EAGND
10	EAGND	23	EAGND
11	Schutz	24	Schutz
12	Schutz	25	Schutz
13	Schutz		

5.9 X6: 24V-E/A und -Versorgung

37-pol. Sub-D-Buchse:

Pin	Funktion	Pin	Funktion
1	E0.5	20	E2.1 (Referenz)
2	E0.6	21	E2.0
3	E0.7	22	E1.7
4	E1.0	23	NOTAUS ²⁾
5	E1.1	24	E0.0
6	E1.2	25	E0.1
7	E1.3	26	E0.4
8	E1.4	27	E1.5
9	E1.6	28	E0.2
10	EAGND	29	E0.3
11	EAGND	30	+24Vi ¹⁾
12	EAGND	31	+24V ¹⁾
13	A1.1	32	A1.2
14	A0.7	33	A1.0
15	A0.5	34	A0.6
16	A0.3	35	A0.4
17	A0.1	36	A0.2
18	EAGND	37	A0.0 (Bremse)
19	+24V		

¹⁾ Beide Anschlüsse (24V und 24Vi) müssen mit +24V versorgt werden. +24Vi versorgt den Rechnerteil des Geräts +24V (ohne i) die 24V-Ausgänge. Diese Spannung kann im Notaus-Zustand weggeschaltet werden.

²⁾ Bei Einsatz der Option IS1 darf Notaus hier nicht beschaltet werden! Stecker X106 verwenden!

5.10 X13: 24V-Signale

X13 ist ein 7-pol. Phönix MC1.5/7 und stellt wichtige 24V Signale und ein Motor-Temperatur-Mess-Signal zur Verfügung:

1	+24Vi
2	EAGND
3	+24V
4	Notaus *)
5	E2.1 (Referenz)
6	A0.0 (Bremse/Bereit)
7	MT24V



1

Pin 7 und 2 mit Motortemperaturüberwachung, siehe auch 3.7.5.

*) Bei Einsatz der Option IS1 darf Notaus hier nicht beschaltet werden! Stecker X106 verwenden!

5.11 X13M: Motor E/A

4-pol. Phönix MC1.5/4:

1	EAGND
2	A0.0
3	EAGND
4	MT24V



1

Pin 4 und 3 mit Motortemperaturüberwachung, siehe auch 3.7.5.

5.12 X13V: 24V Versorgung (an der Seite des Geräts)

4-pol. Phönix MC1.5/4:

1	EAGND
2	+24Vi
3	EAGND
4	+24V



1

5.13 X106: Sicherheitssignale *) IS1 (Optional)

15-pol. Sub-D-Buchse:

<u>Pin</u>	<u>Funktion</u>	<u>Pin</u>	<u>Funktion</u>
1	---	9	---
2	Out2	10	Out1
3	Zustimmung 2	11	Zustimmung 1
4	Automatik-IS 2	12	Automatik-IS 1
5	Notaus 2	13	Notaus 1
6	---	14	---
7	---	15	---
8	---		

*) siehe auch Betriebsanleitung FK-IS1

5.14 X8: Leistungsversorgung (an der Seite des Geräts)

6-polig Phönix MSTB 2,5/6-GF-5,08:

1	L1
2	L2
3	L3
4	PE
5	PG
6	+VM



1

5.15 X7: Motor (an der Seite des Geräts)

4-polig Phönix MSTB 2,5/4-GF-5,08:

1	PE
2	W
3	V
4	U



1

5.16 X60: Feldbus (an der Seite des Gerätes)

Optionaler Steckanschluss für einen Feldbus.

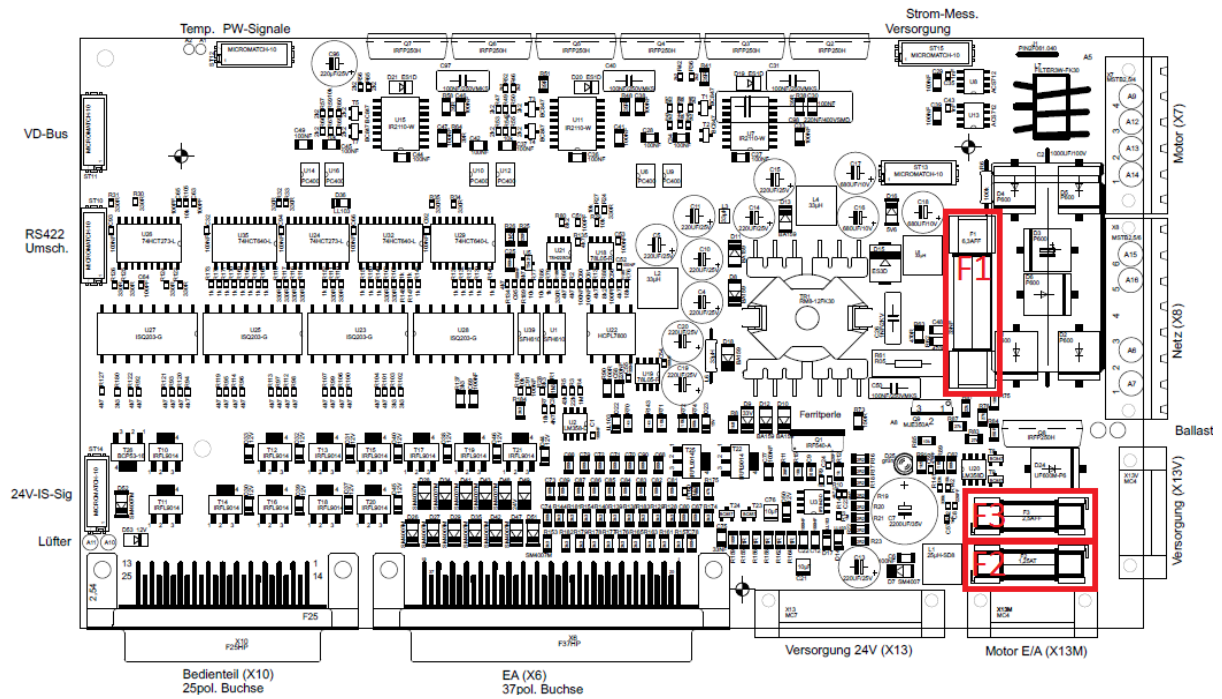
Siehe entsprechende Feldbus-Dokumentation für weitere Informationen.

6 Sichern und Wiederherstellen der Konfiguration

Das Sichern und Wiederherstellen der Konfiguration ist über die USB-Schnittstelle (X17) und J-CAM möglich.

7 Sicherungen

7.1 Leistungsteil



	FK(R)20	FK(R)20-2
F1 Motor Leistung (6,3x32)	10AT	10AT
F2 Netzteil Logik (5x20)	1,25AT	1,25AT
F3 Ballast (5x20)	2,5AFF	6,3AFF

8 Technische Daten

	FK(R)20	FK(R)20-2
Lageregler: - Abtastzeit - Regelalgorithmus	1000 μ s, 500 μ s, 250 μ s, 125 μ s PIDT1	
Stromregler: - Abtastzeit - Regelalgorithmus	125 μ s PI	
Resolver (Angaben für 1polige Ausführung): - Auflösung - Genauigkeit - Max. Motordrehzahl - Erreger-Spannung - Sinus-/Cosinus-Eingänge	256, 512, 1024, 2048, 4096 (Vorgabewert) oder 8192 Incr/U +/- 11 min. 10000 rpm 4 V _{eff} , 8 oder 4 kHz , I _{max} = 30 mA 2 V _{eff} +/- 10%	
1V _{ss} Geber: - Amplitude - Grenzfrequenz - Versorgung - EnDat - Hiperface	1 V _{ss} +/- 10% 200 kHz 5.3 V / 300 mA – 8 V / 200 mA – optional: 15 V / 150 mA Nach Heidenhain EnDat V2.1 ja	
Max. Encoder-Strichfrequenz (X2, X104)	500 kHz, intern 2 MHz da Vierfachauswertung	
Motor-Mindestinduktivität	0.5 mH	
Taktfrequenz Endstufe	8 kHz	
Wirkungsgrad Endstufe	90%	
Betriebstemperatur	0..40 Grad	
24V-EA	18 Eingänge, 11 Ausgänge Gesamt-Ausgangsstrom < 2 A (elektronische Kurzschlussicherung) max. 0,5 A je Ausgang (A0.0: 1 A) Eingänge schalten bei ca. 10 V, Eingangsstrom bei 24 V = 7 mA, offene Eingänge werden als 0V bewertet.	
Zahl der 24V Ein- und Ausgänge	17 Eingänge 11 Ausgänge	
Analog-Ausgang	Versorgung: 14..24 V Stromaufnahme: 15 mA+Ausgangsstrom Max. Ausgangsstrom: 5 mA Auflösung: 8 bit (FKR: 12 bit)	
PLC-Zykluszeit	< 5 ms (Ausführung von 1000 PLC-Befehlen)	

Technische Daten Leistungsteil

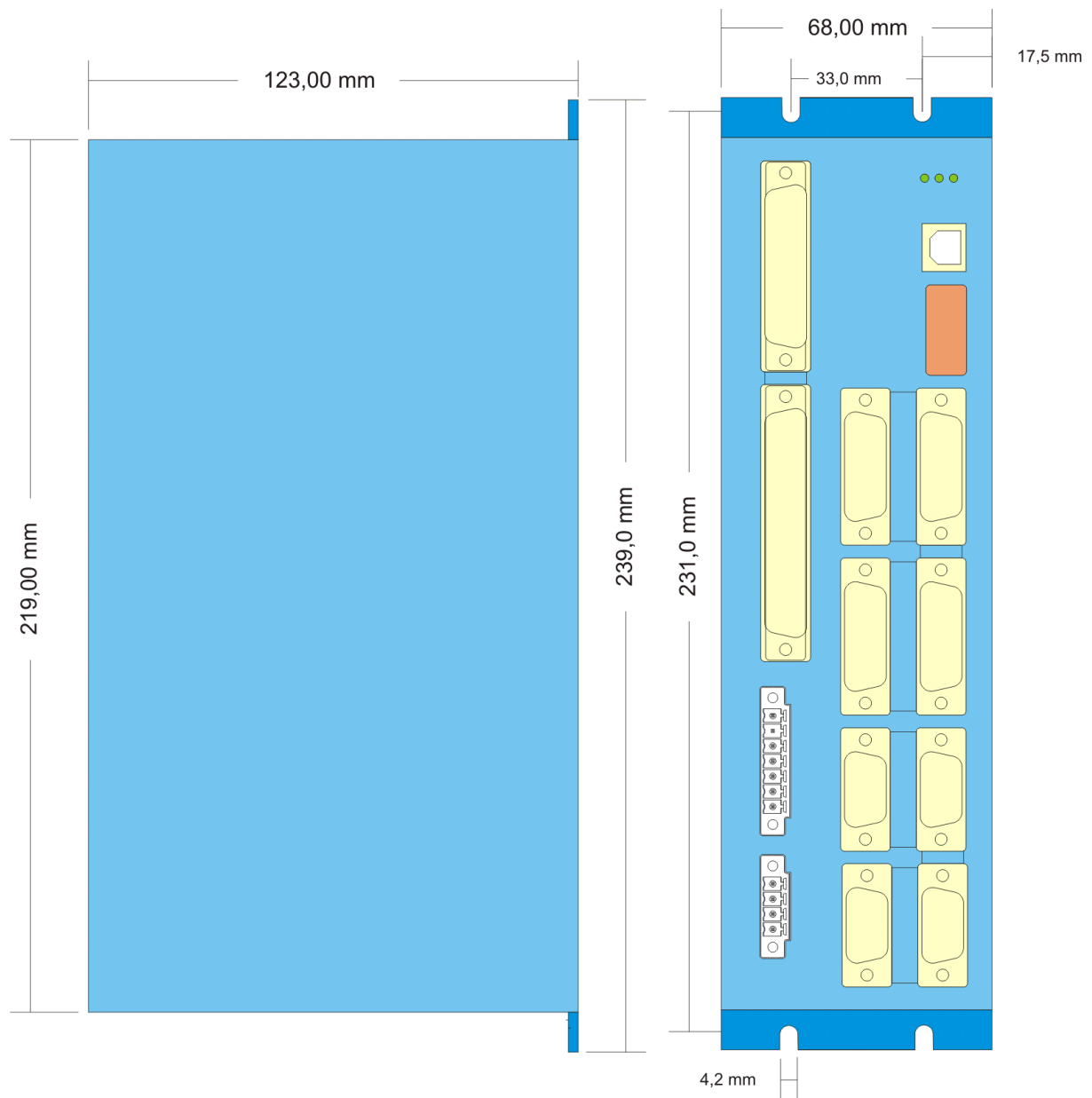
	FK(R)20	FK(R)20-2
Spannungsversorgung	50 V~ / 4 A	100 V~ / 2 A
Zwischenkreisspannung	70 V	140 V
Unterspannung	30 V	60 V
Überspannung	95 V	190 V
Ballasteinsatz	80 V	180 V
Ladeelko	1000 µF	1000 µF
Nennstrom	7 A	7 A
Spitzenstrom	20 A	20 A
Max. Bremsstrom (Ballast)	10 A	10 A

8.1 Umgebungsbedingungen

Betriebstemperatur	0..40°C
Luftfeuchte	15..85%, nicht kondensierend
Maximale Höhe des Betriebsstandort	2000 m N.N.
Verschmutzungsgrad	2

9 Anhang

9.1 Abmessungen Kasette



Gewicht: 1,9 kg

10 Änderungen in diesem Dokument

<i>Datum – Pers.</i>	<i>Änderung(en)</i>
16.09.15 – RB	Dokument neu erstellt
11.03.16 – JB	Kleine Korrekturen, X60 für Feldbus aufgenommen, Maßbild neu wegen Lage X5
17.03.16 – RB	Versorgung in Anschlussbild auch für FK20-2
	Maßbilder neu
19.04.16 – RB	A0.0 1A
04.09.20 – JB	Hinweise auf IS
07.03.23 – CD	Variante FKR als kompatible Ablösung der FK-Geräte → FK(R)

Das Dokument kann weitere, weniger bedeutende Änderungen und Ergänzungen enthalten.