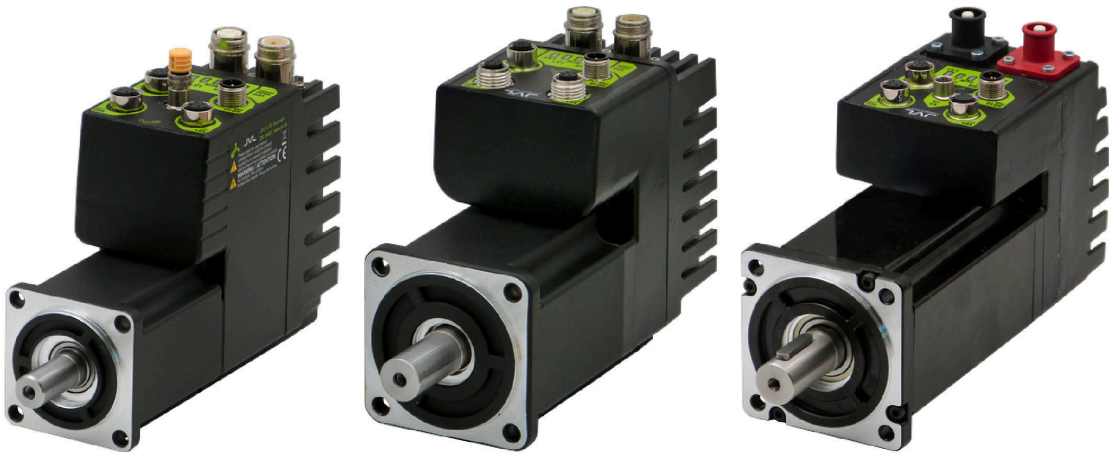
Bedienungsanleitung

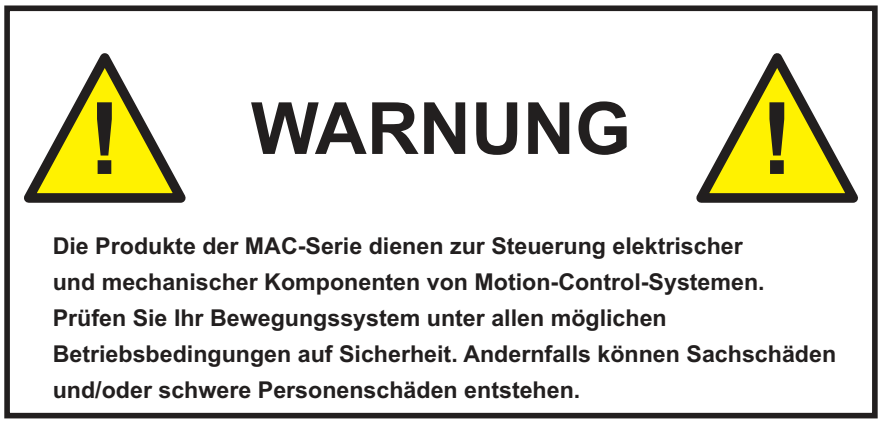
MAC Motoren Generation III
Integrierte Servomotoren

MAC404, 604, 802, 804, 1004, 1202, 1403, 1404
einschließlich Optionen



Dok.-Nr.: LB0067-11DE – Überarbeitet am 7. September 2026 – Firmware v3.1.3.0

Wichtige Benutzerinformationen



Bitte wenden Sie sich bei Bedarf an technische Unterstützung an Ihre nächstgelegene JVL-Vertretung. Ihren Ansprechpartner finden Sie auf unserer Website https://de.jvl.dk/.

Copyright 1998–2026, JVL A/S. Alle Rechte vorbehalten.
Diese Bedienungsanleitung darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung der JVL A/S in keiner Form vervielfältigt werden.
JVL A/S behält sich das Recht vor, die in dieser Bedienungsanleitung enthaltenen Informationen ohne vorherige Ankündigung zu ändern.
Ebenso übernimmt JVL A/S keine Haftung für Druckfehler oder sonstige Auslassungen bzw. Abweichungen in dieser Bedienungsanleitung.

MacTalk und MotoWare sind eingetragene Marken.

JVL A/S
Bregnerødvej 127
DK-3460 Birkerød
Dänemark
Tel. +45 45 82 44 40
Fax +45 45 82 55 50
E-Mail: jvl@jvl.dk
Internet: https://de.jvl.dk/

1 Einführung 3
1.1 Merkmale 4
1.2 Gesamtbeschreibung 5
2 Installation 11
2.1 Anschlussübersicht 12
2.2 Statusanzeigen 25
2.3 Spannungsversorgung 30
2.4 Steuerspannungsversorgung 38
2.5 Anwender-I/O 39
2.6 Analoge Eingänge 44
2.7 Anwenderausgänge 47
2.8 Kommunikationsschnittstelle 50
2.9 EMV-Hinweise 58
3 Grundlegender Motorbetrieb 62
3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing) 63
3.2 Elektromechanische Bremse 73
3.3 Drehrichtung umkehren 77
3.4 Rundtischoption 78
3.5 Absoluter Multiturn-Encoder 84
3.6 8000-PPR-Encoderemulation 91
4 Betriebsarten 92
4.1 Registereinheiten und Umrechnungen 93
4.2 Passive mode 94
4.3 Velocity mode 95
4.4 Position mode 97
4.5 Gear Mode 99
4.6 Gear Follow mode 103
4.7 Analogue Velocity mode 105
4.8 Analogue Velocity with dead-band 107
4.9 Analogue Velocity/Gear mode 109
4.10 Drehzahlbegrenztes Analogue Torque 111
4.11 Analogue Torque mode 113
4.12 Analogue Gear mode 115
4.13 Coil Mode 117
4.14 Analogue Bi-position mode 121
4.15 Analogue to Position mode 123
5 Servoabstimmung und Bewegungsperformance 126
5.1 Servo-Filtereinstellung 127
5.2 Filter beim Betriebsartenwechsel löschen 136
5.3 Motordrehmoment und Last überwachen 137
5.4 Advanced 139
6 Ein- und Ausgänge 148
6.1 Typ der Multifunktions-I/O-Anschlüsse 149
6.2 Eingangsfilter für externen Encoder 150
6.3 Externe Encoder-Drehrichtung umkehren 151
6.4 Position Capture am Analogeingang 152
6.5 Capture-Abtastpunkt fixieren 153
6.6 Fehlerausgang: Positionsvergleich 154
6.7 Dedizierte I/O-Funktionen 155
7 Sicherheit, Diagnose und Fehlerbehandlung 157
7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung 158
7.2 Safe Torque Off (STO) 179
7.3 Unterspannungsbehandlung 181
7.4 Auto-Neustart nach STO oder Netzausfall 183
7.5 Verzögerte Versorgungsfreigabe beim Start 184
7.6 Dynamisches Bremsen im Passive mode 185
7.7 Aktives Bremsen bei Fehler 186

8 Industrial Ethernet 187
8.1 Industrial Ethernet 188
9 MacTalk Parametriersoftware 189
9.1 MacTalk installieren 190
9.2 Motor mit MacTalk parametrieren 194
9.3 MacTalk Scope verwenden 203
9.4 Message Center 208
9.5 ePLC verwenden 209
9.6 Motor-Firmware aktualisieren 233
10 Anhang 234
10.1 Technische Daten 235
10.2 Drehmomentkennlinien 239
10.3 Abmessungen 243
10.4 Installationshinweise 246
10.5 Hinweise zum Not-Halt 250
10.6 Fehlerbehebungsleitfaden 256
10.7 Register 257
10.8 Zubehör 258
10.9 Vibrations- und Schockzertifikate 259
10.10 CE-Konformitätserklärung 261
10.11 UL-Konformitätszertifikat 263

1 Einführung

Diese Bedienungsanleitung beschreibt die **neueste JVL MAC-Motorengeneration** III. Folgende Motoren werden in dieser Bedienungsanleitung behandelt:

MAC404
MAC604
MAC802
MAC804
MAC1004
MAC1202
MAC1403
MAC1404

Bitte beachten Sie, dass diese Bedienungsanleitung NICHT für die vorherigen MAC-Motorgenerationen I und II gilt.

1.1 Merkmale

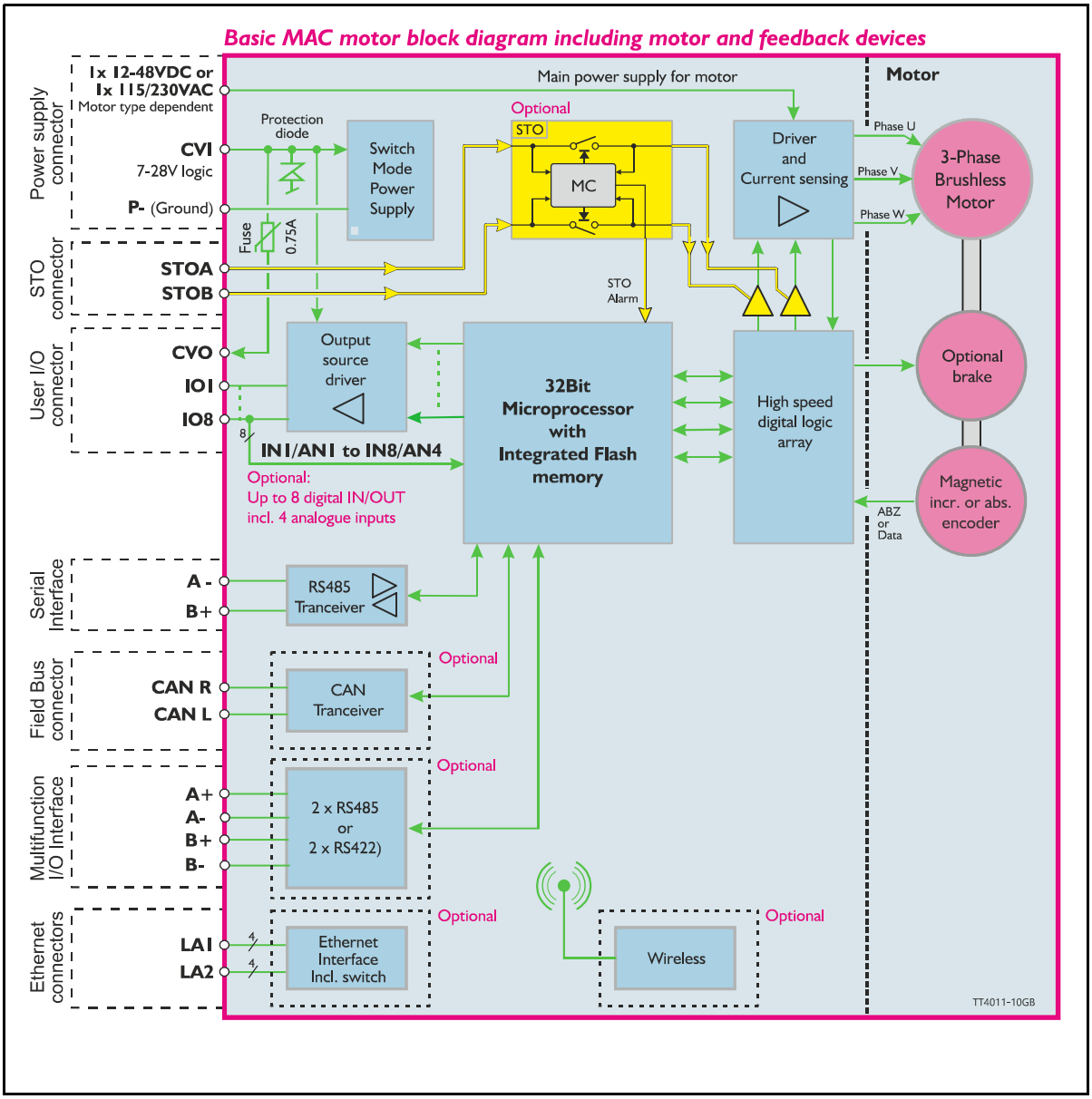


Die Baureihe der bürstenlosen MAC-Servomotoren mit integrierter Elektronik stellt einen bedeutenden Fortschritt bei Motion-Control-Systemen dar. Sämtliche für ein Servosystem erforderliche Elektronik ist direkt in den Motor integriert.
Bei herkömmlichen Motorsystemen befinden sich Controller und Leistungselektronik üblicherweise in einiger Entfernung zum Motor. Dies erhöht die Maschinenkosten; außerdem machen Installationszeit und Installationskosten einen erheblichen Anteil der Gesamtkosten des Maschinenbaus aus. Die Grundidee des MAC-Motors besteht darin, diese Kosten zu minimieren und zugleich eine Komponente zu schaffen, die wesentlich besser gegen elektrische Störungen geschützt ist. Solche Störungen treten typischerweise bei langen Kabeln zwischen Controller und Motor auf.
Alle Anwender-Ein- und -Ausgänge sind gefiltert. Dadurch arbeiten MAC-Motoren auch in Umgebungen mit hoher elektrischer Störbelastung zuverlässig.

Wesentliche Vorteile:
- Geringere Installationskosten
- Schnellere Installation
- Geräuscharmer und wartungsfreier Betrieb
- Ersatz für pneumatische Lösungen
- Ersatz für Schrittmotoren mit deutlich schnellerem Ansprechverhalten
- Hohe Flexibilität durch zahlreiche I/O-Möglichkeiten und Funktionen
- Geringerer Platzbedarf in der Maschine
- Geringeres Risiko von Verdrahtungsfehlern

Hauptmerkmale:
- Vielfältige Kommunikation:
  – Industrial Ethernet (4 Protokolle)
  – CANopen® (geplant)
  – ePLC mit grafischer Programmierung
  – Kundenspezifische Schnittstellen auf Anfrage
- Puls-/Richtungseingänge als Ersatz für Schrittmotoren
- Quadratureingang für elektronische Getriebe
- 0–5-V-Eingang für Drehzahl und Drehmoment (0–10 V ab HW-Revision 0.7)
- Zweikanaliger Quadraturausgang für die übergeordnete Steuerung
- Positions- und Drehzahlbefehle über RS485
- Großer Versorgungsspannungsbereich:
  – DC: nominal 12–48 V DC
  – AC: 115 oder 230 V AC, 47–63 Hz
- Deutlich höherer Wirkungsgrad als Schrittmotoren
- IP55 standardmäßig, IP66 optional
- Niedrige Kosten und hohe Leistung – ideal für hohe Stückzahlen
- Ausgänge für *„In Position“* und *Fehler*
- Digitaler Filter höherer Ordnung, nur eine Trägheitseinstellung nötig
- Standardflansche PAM60 und PAM80
- Absoluter Multiturn-Encoder (optional)
- Einfache Windows-Software MacTalk für Installation und Setup
- Hocheffiziente Endstufe mit geringer Wärmeentwicklung
- CE-konform, UL-Zulassung in Vorbereitung

1.2 Gesamtbeschreibung

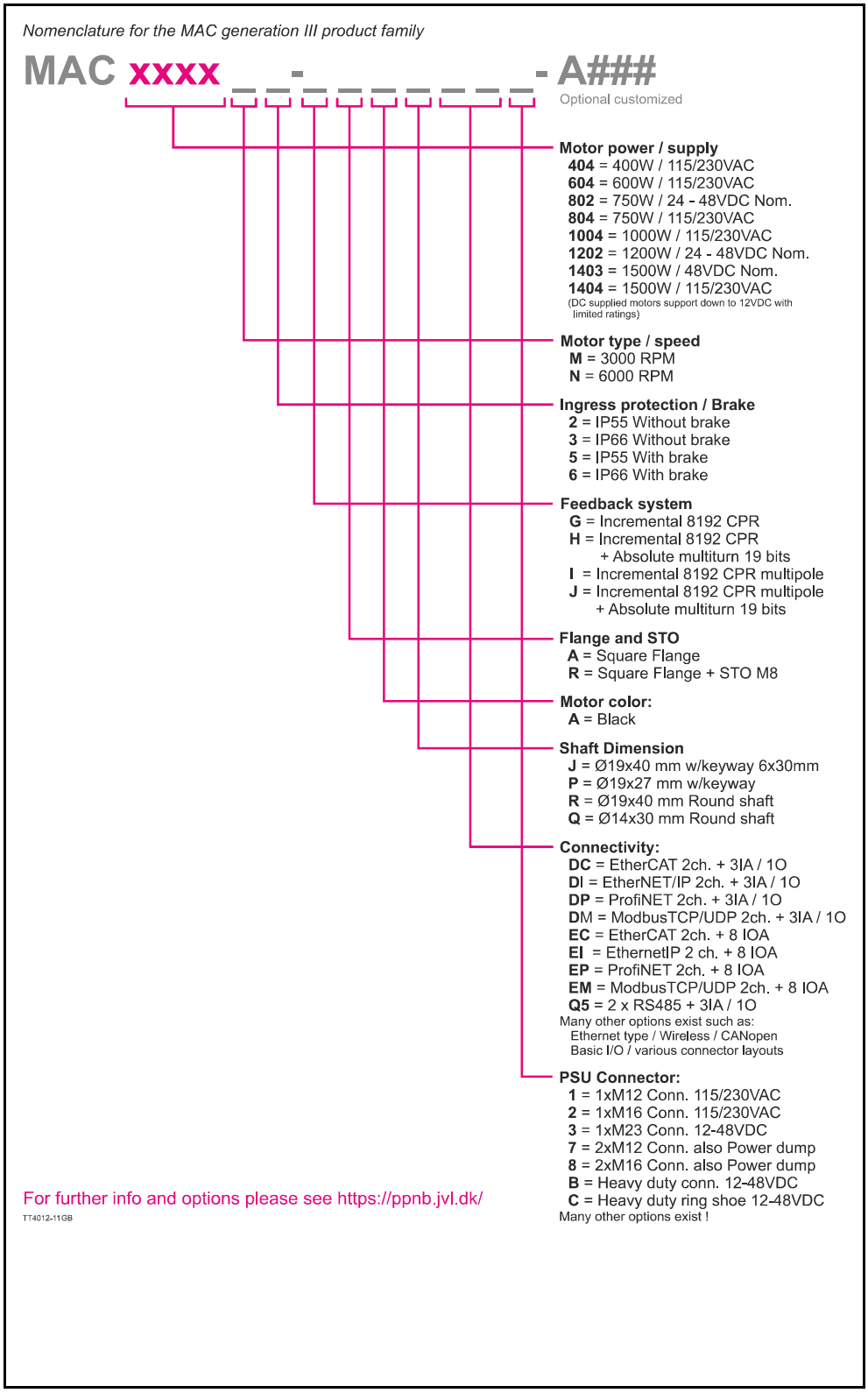


1.2.1 Übersicht der internen Funktionen

Die Abbildung zeigt sämtliche internen Funktionsblöcke des MAC-Motors.
Der zentrale Mikroprozessor steuert alle Abläufe im Motor über die verschiedenen I/O-Blöcke, beispielsweise die serielle Schnittstelle, den Differenz-Transceiver (Multifunktions-I/O) und die Motorleistungsstufe.
Bitte beachten Sie, dass alle in dieser Bedienungsanleitung behandelten MAC-Motoren über zwei Versorgungseingänge verfügen.
Dadurch kann die Leistungsversorgung des Motors abgeschaltet werden, während der Steuerungskern weiterhin aktiv bleibt. Positionswerte und andere dynamische Parameter bleiben somit auch bei einer Abschaltsituation, beispielsweise einem Not-Halt, erhalten.

1.2 Gesamtbeschreibung

1.2.2 Typenschlüssel



1.2 Gesamtbeschreibung

1.2.3 Übersicht MAC-Motoren Generation III

Die MAC-Generation III ist in zwei Versorgungsgruppen unterteilt.

- DC-Niederspannungsversorgung: 12–48 V DC
- AC-Hochspannungsversorgung: 115 oder 230 V AC

Folgende Motoren sind für eine DC-Niederspannungsversorgung von 12–48 V DC verfügbar:

Grundmotor	Dauerdrehmoment	Spitzendrehmoment	Leistung (Dauer)	Nenndrehzahl	Flansch	Gesamtlänge
MAC802	**2,39 Nm** (338,5 oz-in)	**7,17 Nm** (1015,4 oz-in)	**750 W bei 24 V DC**	**3000 U/min bei 24 V DC**	**PAM80 80x80mm** (3,15" x 3,15")	**nom. 157,0 mm** (6,18")
MAC1202	**3,82 Nm** (541,0 oz-in)	**11,46 Nm** (1622,9 oz-in)	**1200 W bei 24 V DC**	**3000 U/min bei 24 V DC**	**PAM80 80x80mm** (3,15" x 3,15")	**nom. 190,0 mm** (7,48")
MAC1403	**4,78 Nm** (676,9 oz-in)	**14,33 Nm** (2029,3 oz-in)	**1500 W bei 48 V DC**	**3000 U/min bei 48 V DC**	**PAM80 80x80mm** (3,15" x 3,15")	**nom. 200,0 mm** (7,87")

Folgende Motoren sind für eine AC-Hochspannungsversorgung mit 115 oder 230 V AC verfügbar:

Grundmotor	Dauerdrehmoment	Spitzendrehmoment	Leistung (Dauer)	Nenndrehzahl	Flansch	Gesamtlänge
MAC404	**1,27 Nm** (180,3 oz-in)	**3,82 Nm** (540,9 oz-in)	**400 W**	**3000 U/min**	**PAM60 60x60mm** (2,36" x 2,36")	**nom. 170,0 mm** (6,69")
MAC604	**1,91 Nm** (270,5 oz-in)	**5,73 Nm** (811,4 oz-in)	**600 W**	**3000 U/min**	**PAM60 60x60mm** (2,36" x 2,36")	**nom. 187,8 mm** (7,39")
MAC804	**2,39 Nm** (338,5 oz-in)	**7,17 Nm** (1015,4 oz-in)	**750 W**	**3000 U/min**	**PAM80 80x80mm** (3,15" x 3,15")	**nom. 188,0 mm** (7,40")
MAC1004	**3,18 Nm** (450,6 oz-in)	**9,55 Nm** (1352,3 oz-in)	**1000 W**	**3000 U/min**	**PAM80 80x80mm** (3,15" x 3,15")	**nom. 197,6 mm** (7,78")
MAC1404	**4,78 Nm** (676,9 oz-in)	**14,33 Nm** (2029,3 oz-in)	**1500 W**	**3000 U/min**	**PAM80 80x80mm** (3,15" x 3,15")	**nom. 231,0 mm** (9,09")

Bitte beachten Sie, dass das vollständige MAC-Motorenprogramm Dauerleistungen von 50 W bis 4500 W abdeckt. Das vollständige Programm finden Sie unter https://de.jvl.dk/.

1.2.4 Grundlegende Betriebsarten/Funktionen des MAC-Motors

Der MAC-Motor bietet folgende grundlegende Betriebsarten:

– **Passive Mode**
Der Motor befindet sich vollständig im passiven Zustand. Die Kommunikation bleibt jedoch aktiv, und interne Register können parametriert werden.
Weitere Einzelheiten siehe Passive Mode, Seite 94.

– **Velocity Mode**
Die Motordrehzahl kann mit der MacTalk-Software oder durch Befehle über die serielle Schnittstelle gesteuert werden.
Weitere Einzelheiten siehe Velocity Mode, Seite 95.

– **Position Mode**
Die Motorposition kann mit MacTalk oder durch Positionsbefehle über die serielle Schnittstelle gesteuert werden.
Weitere Einzelheiten siehe Position Mode, Seite 97.

– **Gear Mode**
Die Position des Motors wird über den als Eingang konfigurierten Multifunktions-I/O gesteuert. Es kann entweder ein Puls-/Richtungssignal oder ein Quadratur-A/B-Signal, beispielsweise von einem Inkrementalencoder, angelegt werden.
Diese Betriebsart ist besonders leistungsfähig, wenn mit dem MAC-Motor ein Schrittmotorsystem aufgerüstet werden soll oder wenn der Motor in elektronischen Getriebeanwendungen eingesetzt wird, beispielsweise bei einer fliegenden Säge, bei der ein externer Encoder die Position eines bewegten Objekts erfasst.
Weitere Einzelheiten siehe Gear Mode, Seite 99.

– **Gear Follow Mode**
Entspricht dem Gear Mode, jedoch werden die Eingangspulse nicht gepuffert. Die Regelung folgt den Eingangspulsen somit unmittelbar.
Weitere Einzelheiten siehe Gear Follow Mode, Seite 103.

– **Analogue Velocity Mode**
Die Motordrehzahl wird über die am Analogeingang anliegende Spannung geregelt (0–10 V bzw. 0–5 V je nach Hardware-/Firmwareversion – siehe Analoge Eingänge, Seite 44). Typische Anwendungen sind die Aufrechterhaltung einer einstellbaren konstanten Geschwindigkeit in Vorschubmechanismen oder der Einsatz als Slave-Antrieb in Mehrachssystemen mit einer übergeordneten Positionssteuerung.

HINWEIS: Der Eingangsbereich 0–10 V erfordert Hardware-Revision 0.7 oder neuer (frühere Revisionen: 0–5 V). Die Revision kann unter HW Version (Reg 205) ausgelesen werden – siehe Abschnitt Analoge Eingänge im Kapitel Installation. Bis einschließlich Version v3.1.3.0 unterstützt die Firmware den Bereich 0–10 V noch nicht.

Weitere Einzelheiten siehe Analogue Velocity Mode, Seite 105.

– **Analogue Velocity (with deadband) Mode**
Gleiche Funktion wie der Analogue Velocity Mode, jedoch mit einer Totzone um Null. Die Totzone beträgt ca. ±0,31 V. Dies ist besonders hilfreich, wenn ein Potentiometer oder ein ähnliches Gerät zur Drehzahlvorgabe verwendet wird, da der Motor bei einer Eingangsspannung nahe null sicher stillsteht.
Weitere Einzelheiten siehe Analogue Velocity with deadband, Seite 107.

– **Analogue Velocity/Gear Mode**
Diese Betriebsart ähnelt dem Gear Mode. Zusätzlich kann die Motorposition durch Veränderung der Spannung am Analogeingang erhöht oder verringert werden (0–10 V bzw. 0–5 V, siehe Analoge Eingänge, Seite 44). Eine typische Anwendung sind Vorschubmechanismen, die eine Anpassung während des laufenden Betriebs erfordern.

HINWEIS: Der Eingangsbereich 0–10 V erfordert Hardware-Revision 0.7 oder neuer (frühere Revisionen: 0–5 V). Die Revision kann unter HW Version (Reg 205) ausgelesen werden – siehe Abschnitt Analoge Eingänge im Kapitel Installation. Bis einschließlich Version v3.1.3.0 unterstützt die Firmware den Bereich 0–10 V noch nicht.

Weitere Einzelheiten siehe Analogue Velocity/Gear Mode, Seite 109.

– **Velocity/Analogue Torque Mode**
Das Motordrehmoment wird vollständig über die am Analogeingang anliegende Span-

nung geregelt (0–10 V bzw. 0–5 V, siehe Analoge Eingänge, Seite 44).
Diese Betriebsart eignet sich für Wickelanwendungen, bei denen ein konstantes Drehmoment erforderlich ist. Eine weitere typische Anwendung ist der Einsatz als Slave-Antrieb in Mehrachssystemen mit einer übergeordneten Positionssteuerung für mehrere Achsen. Die Aktualisierungsfrequenz beträgt 1000 Hz. Verwenden Sie Analogue Torque (Direct), wenn eine höhere Bandbreite erforderlich ist.

HINWEIS: Der Eingangsbereich 0–10 V erfordert Hardware-Revision 0.7 oder neuer (frühere Revisionen: 0–5 V). Die Revision kann unter HW Version (Reg 205) ausgelesen werden – siehe Abschnitt Analoge Eingänge im Kapitel Installation. Bis einschließlich Version v3.1.3.0 unterstützt die Firmware den Bereich 0–10 V noch nicht.

Weitere Einzelheiten siehe Velocity-limited Analogue Torque, Seite 111.

– **Analogue Torque (Direct) Mode**
Gleiche Funktion wie der Velocity/Analogue Torque Mode, jedoch werden Höchstdrehzahl und Beschleunigung NICHT geregelt. Der Motor beschleunigt, bis das Lastmoment dem erzeugten Drehmoment entspricht. Verwenden Sie den Velocity/Analogue Torque Mode, wenn eine Drehzahlbegrenzung erforderlich ist.
Weitere Einzelheiten siehe Analogue Torque Mode, Seite 113.

– **Analogue Gear Mode**
Diese Betriebsart ähnelt dem Gear *Mode bzw.* dem *Analogue Velocity/Gear Mode*. Die Position des Motors wird über den als Eingang konfigurierten Multifunktions-I/O gesteuert. Es kann entweder ein Puls-/Richtungssignal oder ein Quadratur-A/B-Signal, beispielsweise von einem Inkrementalencoder, angelegt werden.
Das eingestellte Übersetzungsverhältnis bestimmt das Grundverhältnis zwischen den angelegten Pulsen und der Motorbewegung. Eine Besonderheit dieser Betriebsart ist, dass das Grundübersetzungsverhältnis je Volt am Analogeingang um ca. 2,5 % verändert werden kann.
Beispielsweise erhöht +2 V das Übersetzungsverhältnis um ca. 5 %.
Eine typische Anwendung sind Vorschubmechanismen, die eine Anpassung während des laufenden Betriebs erfordern.
Weitere Einzelheiten siehe Analogue Gear Mode, Seite 115.

– **Coil Mode**
Ähnlich dem Gear Mode, jedoch kann der Positionsbereich so begrenzt werden, dass der Motor bei Erreichen der oberen bzw. unteren Grenze jeweils die Richtung wechselt. Beide Grenzen sind einstellbar. Diese Betriebsart ist für die Steuerung einer Draht-/Kabelführung an einer Wickelmaschine vorgesehen. Die Führung folgt der Position der von einem „Hauptmotor“ angetriebenen Spule. Dadurch kann der Draht unabhängig von der Drehzahl des Hauptmotors sehr präzise positioniert werden.
Weitere Einzelheiten siehe Coil Mode, Seite 117.

– **Analogue Bi-position Mode**
Abhängig von der Spannung am Analogeingang verfährt der Motor eine bestimmte Strecke oder fährt eine von zwei Positionen an. Die Spannung am Analogeingang wird dabei als digitales Signal interpretiert, also logisch Low oder logisch High.
Die Strecke bzw. die Positionen können in zwei internen Registern eingestellt und dauerhaft im Motor gespeichert werden.
Weitere Einzelheiten siehe Analogue Bi-position Mode, Seite 121.

– **Analogue to Position Mode**
Die Motorposition ändert sich proportional zur Spannung am Analogeingang zwischen der Nullposition und einer vorgegebenen Position.
Eine typische Anwendung ist die Steuerung einer Ventilposition über ein Spannungs- oder Stromsteuersignal.
Weitere Einzelheiten siehe Analogue to Position Mode, Seite 123.

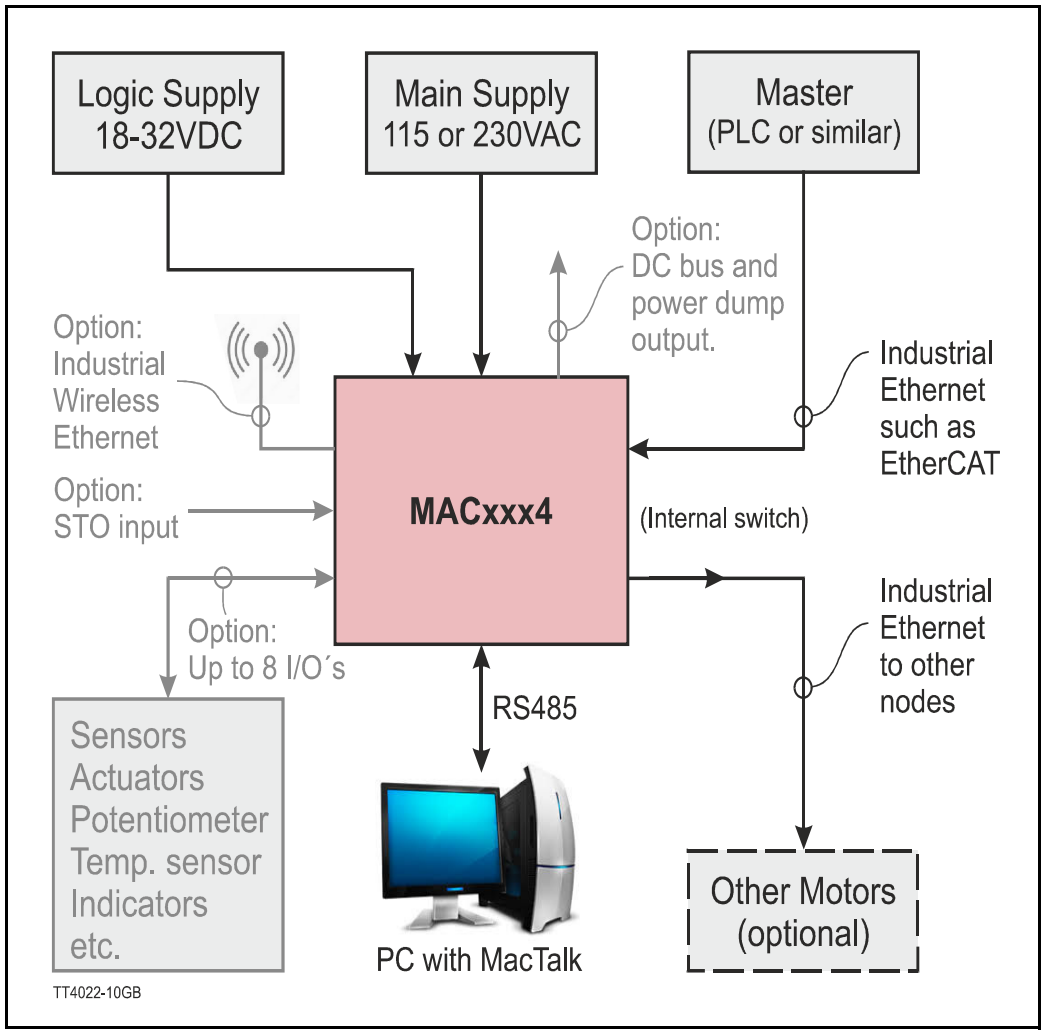
HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

2 Installation

2.1 Anschlussübersicht

Only MACxxx4

2.1.1 Anschlussübersicht - Ausführungen mit 115/230-V-AC-Spannungsversorgung



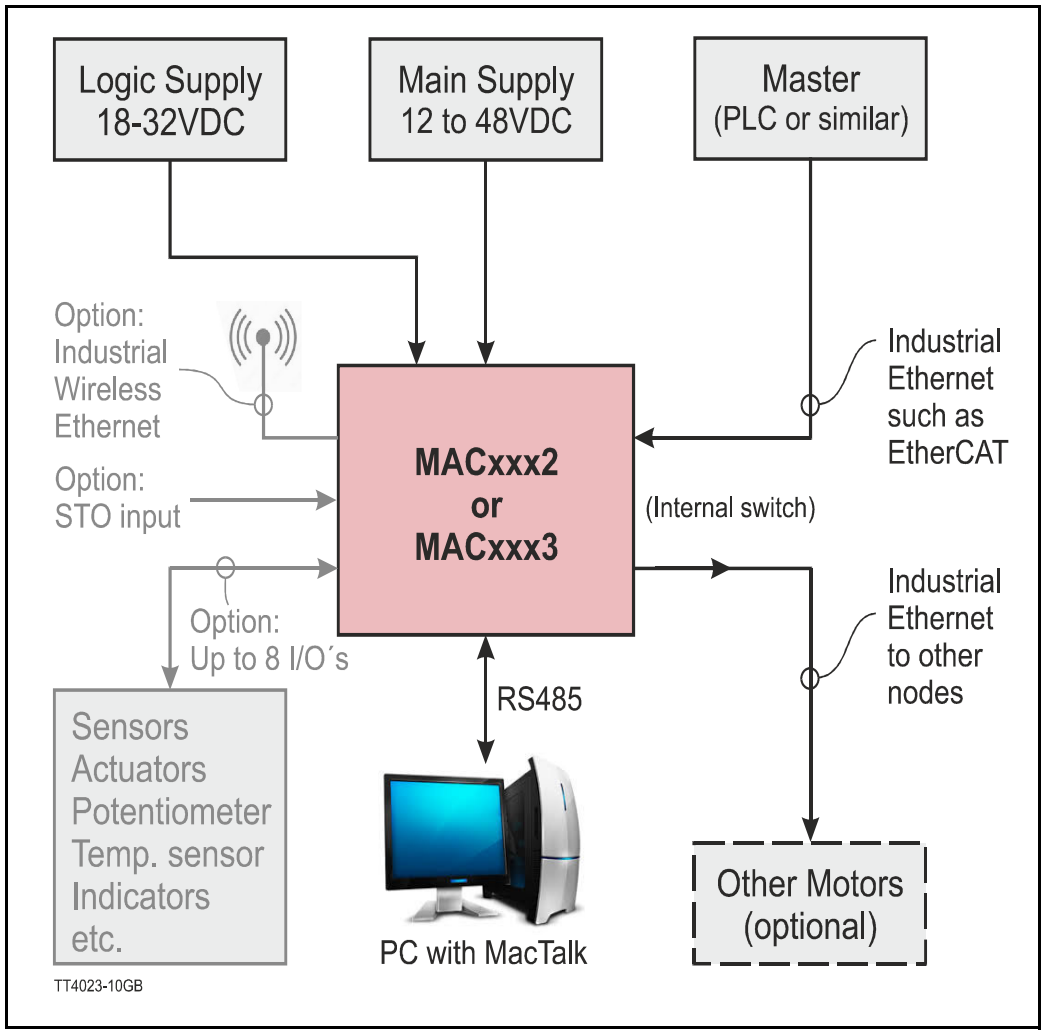
Das Blockschaltbild oben zeigt sämtliche externen Anschlussmöglichkeiten eines MAC-G3-Motors mit 115/230-V-AC-Spannungsversorgung. Die meisten Anschlüsse entsprechen den Ausführungen mit 24/48 V DC.
Abweichend sind die Hauptversorgung selbst sowie der optionale Anschluss „DC bus and power dump output“, der nur bei den AC-versorgten Motoren verfügbar ist.

Auf den folgenden Seiten werden alle Anschlüsse und deren Verwendung ausführlich beschrieben.

2.1 Anschlussübersicht

Only MACxxx2/xxx3

2.1.2 Anschlussübersicht - Ausführungen mit 24/48-V-DC-Spannungsversorgung



Das Blockschaltbild oben zeigt sämtliche externen Anschlussmöglichkeiten eines MAC-G3-Motors mit 24/48-V-DC-Spannungsversorgung.

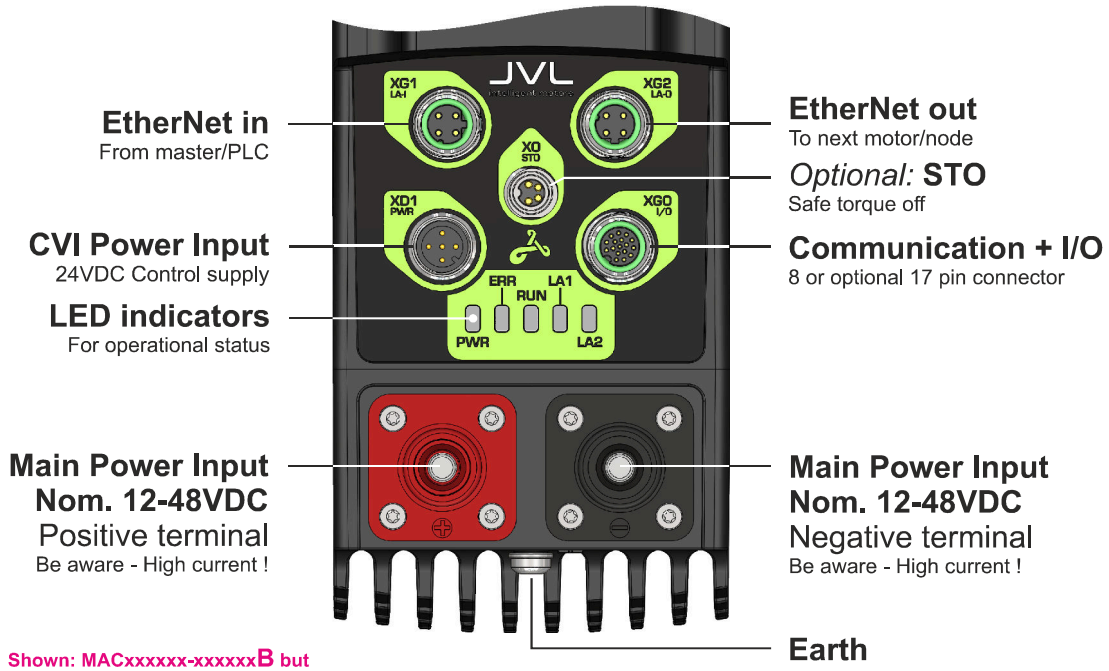
Die meisten Anschlüsse entsprechen denen der mit 115/230 V AC versorgten Ausführungen. Eine Ausnahme bildet die Hauptversorgungsspannung, die nominal 24 V DC (MACxxx2) bzw. 48 V DC (MACxxx3) beträgt.

Auf den folgenden Seiten werden alle Anschlüsse und deren Verwendung ausführlich beschrieben.

2.1 Anschlussübersicht

Only MACxxx2/xxx3

2.1.3 Anschlüsse MACxxx2 und MACxxx3 - Ausführungen mit 24/48-V-DC-Spannungsversorgung



2.1.4 Anschlussbeschreibung einschließlich Optionen

Die Motoren MACxxx2 und MACxxx3 verfügen über robuste M8-, M12- und Heavy-Duty-Leistungsstecker. Dadurch eignen sie sich ideal für Automatisierungsanwendungen und den Einsatz in rauen Umgebungen. Die Stecker bieten einen hohen mechanischen Schutz und sind einfach zu handhaben.
Dieses Kapitel beschreibt einen MAC-Motor mit allen Anschlussoptionen, beispielsweise STO (Safe Torque Off) und erweitertem I/O-Stecker.
Die folgenden Tabellen enthalten die relevanten Angaben zu den einzelnen Steckern und Pins, zu den Aderfarben sowie eine Kurzbeschreibung der verfügbaren Signale.

Bitte beachten: Beim Anschließen eines Kabels an einen M12-Stecker muss dieser mit 0,6 Nm angezogen werden. Dadurch wird verhindert, dass Flüssigkeiten und/oder Partikel in den Stecker eindringen und Fehlfunktionen verursachen.

2.1 Anschlussübersicht

Only MACxxx2/xxx3

Anschlussanordnung:

„Main Power Input“ Hauptversorgung des Motors Heavy-Duty-Stecker				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel**	**Isolationsgruppe**
M+	ROTE Klemme +12–48 V DC (positiv)	1	WP080x und weitere	4
M-	SCHWARZE Klemme Masse (negativ)	2	WP070x und weitere	4
Beachten Sie, dass dies die Hauptversorgung des Motors ist und diese Klemmen von allen anderen Steckern bzw. Klemmen am Motor galvanisch getrennt sind. Der Strom kann kontinuierlich bis zu 60 A RMS und beim Beschleunigen des Motors kurzzeitig bis zu 200 A betragen. Dimensionieren Sie den Versorgungskreis entsprechend sorgfältig und beachten Sie die weiteren Angaben im Kapitel „Spannungsversorgung“.				

„LAI“ (XG1) Ethernet-In-Stecker, M12, 4-polige Buchse, D-codiert				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1046-M12 M4TM4TxxT**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
Tx0_P	Ethernet-Sendekanal 0 positiver Anschluss	1	-	2
Rx0_P	Ethernet-Empfangskanal 0 positiver Anschluss	2	-	2
Tx0_N	Ethernet-Sendekanal 0 negativer Anschluss	3	-	2
Rx0_N	Ethernet-Empfangskanal 0 negativer Anschluss	4	-	2
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

„LAO“ (XG2) Ethernet-Out-Stecker, M12, 4-polige Buchse, D-codiert				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1046-M12 M4TM4TxxT**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
Tx1_P	Ethernet-Sendekanal 1 positiver Anschluss	1	-	3
Rx1_P	Ethernet-Empfangskanal 1 positiver Anschluss	2	-	3
Tx1_N	Ethernet-Sendekanal 1 negativer Anschluss	3	-	3
Rx1_N	Ethernet-Empfangskanal 1 negativer Anschluss	4	-	3
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

„PWR“ (XD10) Versorgungseingang, M12, 5-poliger Stecker				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1000 M12F5TxxN gruppe**	**Isolationsgruppe**
-	Nicht belegt	1	Braun	1
-	Nicht belegt	2	Weiß	1
P-	Masse der Hauptversorgung. Mit Pin 5 verbinden.*	3	Blau	1
CVI	Versorgung für Steuerung und Anwenderausgänge +18–32 V DC. **NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!**	4	Schwarz	1
P-	Masse der Hauptversorgung. Mit Pin 3 verbinden.*	5	Grau	1
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

2.1.5 Anschlussoption „STO“

Wenn die Motorbezeichnung MACxxxxx-x**R**xxxxx lautet, enthält der Motor die STO-Funktion und den M8-STO-Stecker. Die folgende Tabelle beschreibt die Anschlüsse.

Stecker „STO“ (X0), M8, 4-poliger Stecker				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1010 Pin M08M4TxxP**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
STOA	STO-Kanal A	1	Braun	1
GND	Masse für die STO-Signale	2	Innenschirm	1
STOB	STO-Kanal B	3	Schwarz	1
24-V-Ausgang	NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!	4	(nicht vorhanden)	1
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

2.1.6 I/O-Anschlussoption - 8-poliger Stecker

Wenn die Motorbezeichnung MACxxxxx-xxxx**D**xx oder MACxxxxx-xxxx**Q**Ax lautet, verfügt der Motor über den Basis-
I/O-Stecker mit RS485-Kommunikation und einer begrenzten Anzahl von I/Os in einem 8-poligen M12-Stecker. Die folgende Tabelle beschreibt die Anschlüsse.

Stecker „I/O“ (XG0), RS485 + I/O, M12, 8-polige Buchse.

Signal Beschreibung	Beschreibung	Pin-Nr.	JVL-Kabel WI1000 M12F5TxxN M8TxxN	Isolationsgruppe (siehe Hinweis)
IN1	Digitaleingang 1 (24 V) oder Analogeingang 0–5 V (siehe Abschnitt 2.6)	1	Weiß	1
IN2	Digitaleingang 2 (24 V) oder Analogeingang 0–5 V (siehe Abschnitt 2.6)	2	Braun	1
OUT1	Digitalausgang, max. 300 mA. Versorgung über CVO.	3	Grün	1
GND	Masse zur gemeinsamen Verwendung mit den übrigen Signalen dieses Steckers	4	Gelb	1
RS485: B0-	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	5	Grau	1
RS485: A0+	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	6	Rosa	1
IN3	Digitaleingang 3 (24 V) oder Analogeingang 0–5 V (siehe Abschnitt 2.6)	7	Blau	1
CVO	Versorgungsausgang. Intern mit der CVI-Klemme im PWR-Stecker verbunden. Max. 700 mA. **NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!**	8	Rot	1

Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.

2.1.7 I/O-Anschlussoption - 17-poliger Stecker

Wenn die Motorbezeichnung MACxxxxx-xxxx**E**xx oder MACxxxxx-xxxx**Q**5x lautet, verfügt der Motor über den erweiterten I/O-Stecker mit RS485-Kommunikation in einem 17-poligen M12-Stecker. Die folgende Tabelle beschreibt die Anschlüsse.

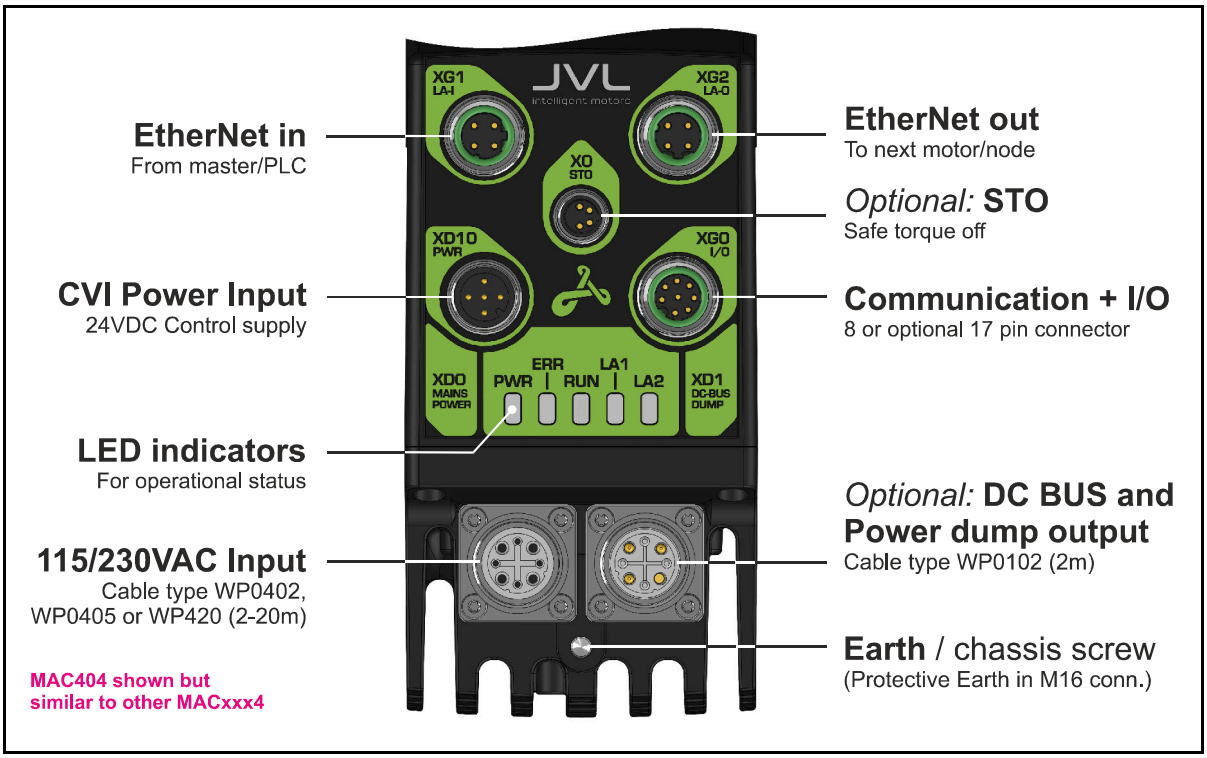
„I/O“ (XG0) RS485 + I/O, M12, 17-polige Buchse				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1009M12 M17TxxN**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
IO1	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	1	Braun	1
GND	Masse zur gemeinsamen Verwendung mit den übrigen Signalen dieses Steckers	2	Blau	1
IO2	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	3	Weiß	1
IO3	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	4	Grün	1
RS422: B1-	RS422I/OAnschluss B	5	Rosa	1
IO4	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	6	Gelb	1
RS422: A1-	RS422I/OAnschluss A	7	Schwarz	1
RS422: B1+	RS422I/OAnschluss B	8	Grau	1
CVO	Versorgungsausgang. Intern mit der CVI-Klemme im PWR-Stecker verbunden. Max. 700 mA. **NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!**	9	Rot	1
RS422: A1+	RS422I/OAnschluss A	10	Violett	1
IO5	I/OKanal 5. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	11	Grau/Rosa	1
IO6	I/OKanal 6. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	12	Rot/Blau	1
IO7	I/OKanal 7. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	13	Weiß/Grün	1
IO8	I/OKanal 8. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	14	Braun/Grün	1
RS485: B0-	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	15	Weiß/Gelb	1
GND	Masse zur gemeinsamen Verwendung mit den übrigen Signalen dieses Steckers	16	Gelb/Braun	1
RS485: A0+	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	17	Weiß/Grau	1
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

* Ab Hardwareversion 0.7 ist der Analogeingang für 0-10 V ausgelegt. Siehe auch Abschnitt 2.6.

2.1 Anschlussübersicht

Only MACxxx4

2.1.8 Anschlüsse MACxxx4 - Ausführungen mit 115/230-V-AC-Spannungsversorgung



2.1.9 Anschlussbeschreibung einschließlich Optionen

Die MAC-Motoren verfügen über robuste M8-, M12- und M16-Stecker und eignen sich dadurch ideal für Automatisierungsanwendungen und den Einsatz in rauen Umgebungen. Die Stecker bieten einen hohen mechanischen Schutz und sind einfach zu handhaben. Dieses Kapitel beschreibt einen MAC-Motor mit sämtlichen Anschlussoptionen, beispielsweise STO (Safe Torque Off), erweitertem I/O-Stecker sowie dem optionalen M16-Stecker für externen DC-Bus und/oder Bremswiderstand (Power Dump).
Die folgenden Tabellen enthalten die relevanten Angaben zu den einzelnen Steckern, Pins, Aderfarben sowie eine Kurzbeschreibung der verfügbaren Signale.

Bitte beachten: Beim Anschließen eines Kabels an einen M12-Stecker muss dieser mit 0,6 Nm angezogen werden. Dadurch wird verhindert, dass Flüssigkeiten und/oder Partikel in den Stecker eindringen und Fehlfunktionen verursachen.

2.1 Anschlussübersicht

Anschlussanordnung:

„PWR“ (XD10) Versorgungseingang, M12, 5-poliger Stecker				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1000 M12F5TxxN gruppe**	**Isolationsgruppe**
-	Nicht belegt	1	Braun	1
-	Nicht belegt	2	Weiß	1
P-	Masse der Hauptversorgung. Mit Pin 5 verbinden.*	3	Blau	1
CVI	Versorgung für Steuerung und Anwenderausgänge +18–32 V DC. **NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!**	4	Schwarz	1
P-	Masse der Hauptversorgung. Mit Pin 3 verbinden.*	5	Grau	1
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

„LAI“ (XG1) Ethernet-In-Stecker, M12, 4-polige Buchse, D-codiert				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1046-M12 M4TM4TxxT**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
Tx0_P	Ethernet-Sendekanal 0 positiver Anschluss	1	-	2
Rx0_P	Ethernet-Empfangskanal 0 positiver Anschluss	2	-	2
Tx0_N	Ethernet-Sendekanal 0 negativer Anschluss	3	-	2
Rx0_N	Ethernet-Empfangskanal 0 negativer Anschluss	4	-	2
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

„LAO“ (XG2) Ethernet-Out-Stecker, M12, 4-polige Buchse, D-codiert				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1046-M12 M4TM4TxxT**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
Tx1_P	Ethernet-Sendekanal 1 positiver Anschluss	1	-	3
Rx1_P	Ethernet-Empfangskanal 1 positiver Anschluss	2	-	3
Tx1_N	Ethernet-Sendekanal 1 negativer Anschluss	3	-	3
Rx1_N	Ethernet-Empfangskanal 1 negativer Anschluss	4	-	3
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

„MAINS POWER“ (XD0) M16-Stecker, 4-polig				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WP0402**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
Neutral	Neutralleiter für 115- oder 230-V-AC-Phaseneingang	A	Blau	4
L1	Versorgungseingang 115 V AC	B	Rot	4
L2	Versorgungseingang 230 V AC	C	Braun	4
PE (Schutzleiter)	Schutzleiteranschluss	Schutzleiter	Grün/Gelb	4
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

2.1.10 Anschlussoption „STO“

Wenn die Motorbezeichnung MACxxxxx-x**R**xxxxx lautet, enthält der Motor die STO-Funktion und den M8-STO-Stecker. Die folgende Tabelle beschreibt die Anschlüsse.

Stecker „STO“ (X0), M8, 4-poliger Stecker				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1010 Pin M08M4TxxP**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
STOA	STO-Kanal A	1	Braun	1
GND	Masse für die STO-Signale	2	Innenschirm	1
STOB	STO-Kanal B	3	Schwarz	1
24-V-Ausgang	NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!	4	(nicht vorhanden)	1
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

2.1.11 I/O-Anschlussoption - 8-poliger Stecker

Wenn die Motorbezeichnung MACxxxxx-xxxx**D**xx oder MACxxxxx-xxxx**Q**Ax lautet, verfügt der Motor über den Basis-
I/O-Stecker mit RS485-Kommunikation und einer begrenzten Anzahl von I/Os in einem 8-poligen M12-Stecker. Die folgende Tabelle beschreibt die Anschlüsse.

Stecker „I/O“ (XG0), RS485 + I/O, M12, 8-polige Buchse.				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1000 M12F5TxxN M8TxxN**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
IN1	Digitaleingang 1 (24 V) oder Analogeingang 0–5 V (siehe Abschnitt 2.6)	1	Weiß	1
IN2	Digitaleingang 2 (24 V) oder Analogeingang 0–5 V (siehe Abschnitt 2.6)	2	Braun	1
OUT1	Digitalausgang, max. 300 mA. Versorgung über CVO.	3	Grün	1
GND	Masse zur gemeinsamen Verwendung mit den übrigen Signalen dieses Steckers	4	Gelb	1
RS485: B0-	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	5	Grau	1
RS485: A0+	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	6	Rosa	1
IN3	Digitaleingang 3 (24 V) oder Analogeingang 0–5 V (siehe Abschnitt 2.6)	7	Blau	1
CVO	Versorgungsausgang. Intern mit der CVI-Klemme im PWR-Stecker verbunden. Max. 700 mA. **NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!**	8	Rot	1
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

2.1.12 I/O-Anschlussoption - 17-poliger Stecker

Wenn die Motorbezeichnung MACxxxxx-xxxx**E**xx oder MACxxxxx-xxxx**Q**5x lautet, verfügt der Motor über den erweiterten I/O-Stecker mit RS485-Kommunikation in einem 17-poligen M12-Stecker. Die folgende Tabelle beschreibt die Anschlüsse.

„I/O“ (XG0) RS485 + I/O, M12, 17-polige Buchse				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WI1009M12 M17TxxN**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
IO1	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	1	Braun	1
GND	Masse zur gemeinsamen Verwendung mit den übrigen Signalen dieses Steckers	2	Blau	1
IO2	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	3	Weiß	1
IO3	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	4	Grün	1
RS422: B1-	RS422I/OAnschluss B	5	Rosa	1
IO4	I/O-Kanal 1. Verwendbar als Digitaleingang, Digitalausgang 350 mA (24 V) oder Analogeingang 0–5 V*.	6	Gelb	1
RS422: A1-	RS422I/OAnschluss A	7	Schwarz	1
RS422: B1+	RS422I/OAnschluss B	8	Grau	1
CVO	Versorgungsausgang. Intern mit der CVI-Klemme im PWR-Stecker verbunden. Max. 700 mA. **NICHT >30 V an diese Klemme anschließen!**	9	Rot	1
RS422: A1+	RS422I/OAnschluss A	10	Violett	1
IO5	I/OKanal 5. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	11	Grau/Rosa	1
IO6	I/OKanal 6. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	12	Rot/Blau	1
IO7	I/OKanal 7. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	13	Weiß/Grün	1
IO8	I/OKanal 8. Als Eingang oder Ausgang bis 350 mA verwendbar.	14	Braun/Grün	1
RS485: B0-	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	15	Weiß/Gelb	1
GND	Masse zur gemeinsamen Verwendung mit den übrigen Signalen dieses Steckers	16	Gelb/Braun	1
RS485: A0+	RS485-MacTalk-Schnittstelle. Bei Nichtverwendung offen lassen.	17	Weiß/Grau	1
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

* Ab Hardwareversion 0.7 ist der Analogeingang für 0-10 V ausgelegt. Siehe auch Abschnitt 2.6.

2.1.13 Anschlussoption DC-BUS/DUMP

Wenn die Motorbezeichnung MACxxxxx-xxxxxx**8** lautet, ist der zusätzliche optionale Stecker für einen externen DC-Bus und einen externen Bremswiderstand (Power Dump) vorhanden. Die folgende Tabelle beschreibt die Anschlüsse.

Stecker „DC-BUS/DUMP“ (XD1), M16, 4-polige Buchse				
Signal Beschreibung	**Beschreibung**	**Pin-Nr.**	**JVL-Kabel WP0402**	**Isolationsgruppe (siehe Hinweis)**
BO	Interner DC-Bus-Ausgang	A	Weiß	4
PD	Ausgang zum externen Bremswiderstand	B	Gelb	4
CM	DC-Bus-Masse (Hochspannungsmasse)	C	Braun	4
PE (Schutzleiter)	Schutzleiteranschluss	Schutzleiter	Grün/Gelb	4
Das Steckergehäuse/Metall ist mit PE verbunden; bei von JVL gelieferten Kabeln ist außerdem der Kabelschirm damit verbunden.				

HINWEIS: Der Begriff „Isolationsgruppe“ in den Tabellen kennzeichnet, welche Anschlüsse bzw. Stromkreise galvanisch miteinander verbunden sind. Die Gruppen 1, 2, 3 und 4 sind jeweils vollständig voneinander galvanisch getrennt. Gruppe 5 entspricht dem Motorgehäuse, das über die DC- oder AC-Eingangsversorgung ebenfalls mit PE verbunden sein kann. Gruppe 5 ist von sämtlichen elektrischen Stromkreisen im Motor getrennt.

2.2 Statusanzeigen

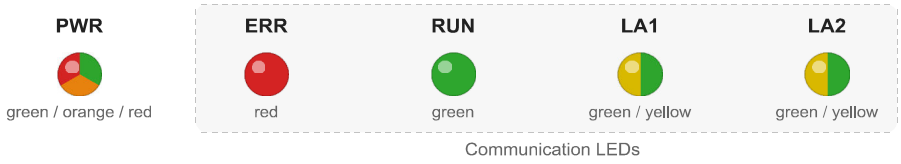
2.2.1 LED-Statusanzeigen

Der Motor signalisiert seinen Betriebszustand über fünf LEDs direkt am Motor.
Das Ablesen der LEDs ist die schnellste Möglichkeit, den aktuellen Motorzustand festzustellen, bevor ein PC oder eine Steuerung angeschlossen wird.
Alle fünf Anzeigen sind bei jedem Motor vorhanden. Was die vier Kommunikations-LEDs anzeigen, hängt vom verwendeten Protokoll ab.

- PWR (grün/orange/rot): Versorgung und allgemeiner Motorstatus.
- ERR (rot): EtherCAT-Fehleranzeige. Aus bedeutet, dass kein EtherCAT-Fehler vorliegt. Bei anderen Ethernet-Protokollen wird diese LED anders verwendet, beispielsweise als CIP Module Status bei EtherNet/IP.
- RUN (grün): Anzeige des Protokollstatus.
- LA1 (grün/gelb): Link und Aktivität am ersten Ethernet-Port.
- LA2 (grün/gelb): Link und Aktivität am zweiten Ethernet-Port.

Die PWR-LED wird unter Versorgungs-/Status-LED (PWR), *Seite 26*, ausführlich beschrieben; die vier Kommunikations-LEDs unter Industrial Ethernet, *Seite 28*.

Status indicators - all five LEDs



LED	Colours	What it reports
PWR	green, orange, red	Power and overall motor status
ERR	red	Protocol error. Off means no error
RUN	green	Protocol state
LA1	green, yellow	Link and activity, Ethernet port 1
LA2	green, yellow	Link and activity, Ethernet port 2

TT4095-17GB

All five LEDs are present on every motor. The blink patterns and the complete state lists are in the figures that follow.
The ERR and RUN states given in this manual are the EtherCAT states. Source: LED_description_MACG3_MISG3 v0.2.

Für alle LED-Tabellen in diesem Abschnitt gelten dieselben Blinkmuster:

- Dauerlicht: Die LED leuchtet kontinuierlich.
- Blinken: 200 ms ein, 200 ms aus (2,5 Hz).
- Einzelblitz: 200 ms ein, anschließend 1 s aus.
- Doppelblitz: zwei Impulse von jeweils 200 ms, anschließend 1 s aus.
- Flackern: schnelles Ein-/Ausschalten im Abstand von ca. 50 ms (10 Hz).

Es werden ausschließlich die in den Tabellen aufgeführten Kombinationen verwendet. Die PWR-LED kann technisch weitere Farb-/Blinkkombinationen darstellen; diese werden von der aktuellen Firmware jedoch nicht verwendet und haben keine Bedeutung. Wenn Sie ein nicht aufgeführtes Muster beobachten, notieren Sie genau, was angezeigt wurde, und wenden Sie sich an JVL, anstatt das Muster selbst zu interpretieren.

2.2 Statusanzeigen

2.2.2 Versorgungs-/Status-LED (PWR)

PWR (power / status) LED TT4084-10GB

LED	Pattern	Description	Action
	(off)	CVI is missing	Connect CVI
		CVI is applied and sufficient	-
		P+ is missing or voltage is too low	Connect or increase P+
		CVI applied but too low	Increase CVI voltage
		Identify device (from PLC or tool)	-
		Firmware is missing	Connect MacTalk, update firmware
		A warning is present	-
		Firmware update in progress	-
		An error is present	Clear the error

Pattern key: solid = constant | dashes = blinking (200 ms on/off, 2.5 Hz) | dots = flickering (approx. 50 ms, 10 Hz).

A warning shown here excludes P+ and CVI warnings, which have their own constant-colour rows above. When several conditions are present at once, only one is shown - see the priority figure. Source: LED_description_MACG3_MISG3 v0.2.

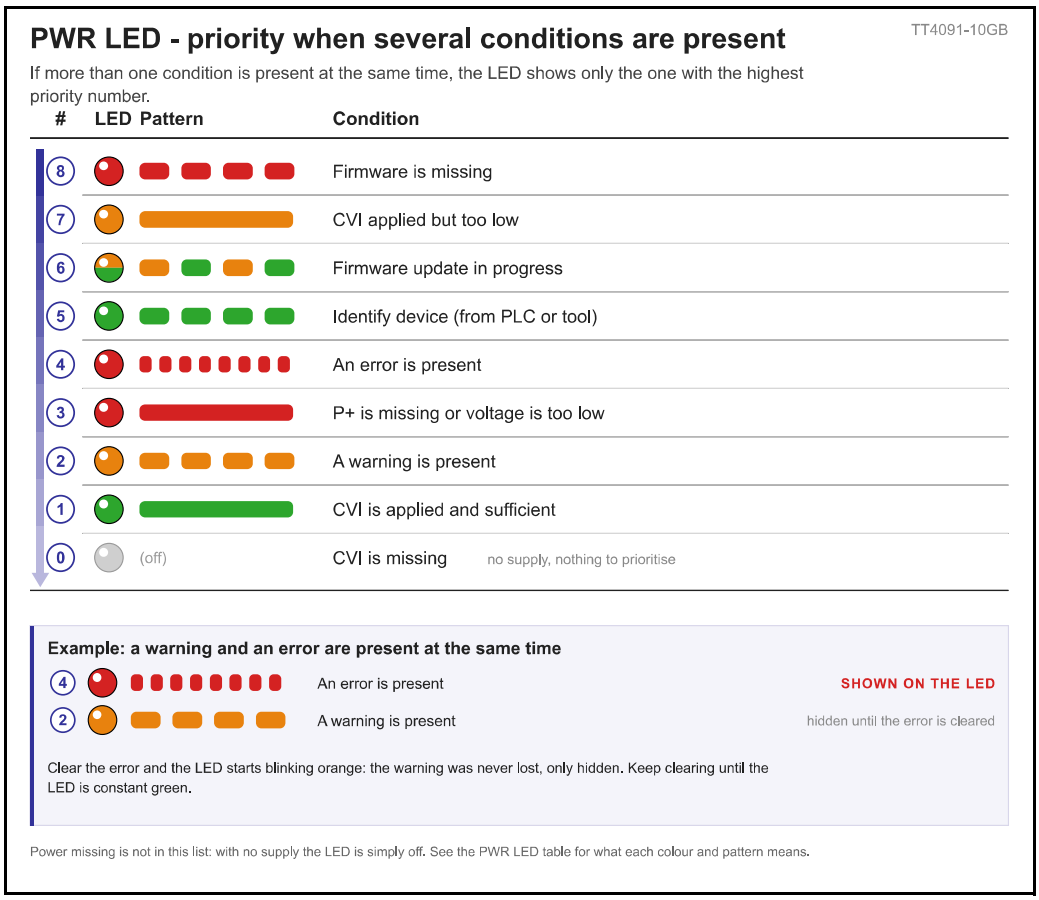
Die PWR-LED ist eine mehrfarbige Anzeige für den Gesamtzustand des Motors. Grundsätzlich gilt:

- Grün zeigt anliegende Versorgung und normalen Betrieb an.
- Orange steht für eine Information oder Warnung. Das Blinkmuster bestimmt die Bedeutung: Dauerhaft orange bedeutet, dass die Steuerspannung (CVI) anliegt, aber zu niedrig ist; blinkend orange bedeutet, dass eine Warnung vorliegt.
- Rot weist auf einen Fehler hin, der den normalen Betrieb verhindert.

Beachten Sie insbesondere: Dauerhaft rot bedeutet, dass die Steuerspannung (CVI) anliegt, die Hauptversorgung (P+) jedoch fehlt oder zu niedrig ist. Flackernd rot bedeutet dagegen, dass ein Fehler aktiv ist. Einzelheiten zum Fehler sowie zum Auslesen und Löschen siehe Kapitel 7 „Sicherheit, Diagnose und Fehlerbehandlung“.

2.2.2.1 Priorität bei mehreren gleichzeitig anliegenden Zuständen

Ein Motor kann mehrere Zustände gleichzeitig aufweisen. Da die LED nicht alle gleichzeitig darstellen kann, zeigt sie den in der nachfolgenden Liste am höchsten priorisierten Zustand an; die übrigen bleiben im Hintergrund erhalten. Wird der angezeigte Zustand beseitigt, erscheint der nächste.



Einzelheiten zu Fehlern und Warnungen sowie zum Auslesen und Löschen siehe „Sicherheit, Diagnose und Fehlerbehandlung“, Seite 157.

2.2.3 Kommunikations-LEDs

Motoren mit Feldbus-Schnittstelle verfügen über zusätzliche LEDs, die den Zustand des Busses und der physikalischen Verbindung anzeigen. Diese LEDs arbeiten unabhängig von der PWR-LED; deren Bedeutung bleibt unabhängig vom eingebauten Bus wie im vorherigen Abschnitt beschrieben.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Kommunikations-LEDs der jeweiligen Busfamilie. Es gilt jeweils nur der Abschnitt für die mit dem Motor bestellte Schnittstelle.

2.2.3.1 Industrial Ethernet

Communication LEDs - EtherCAT (ERR, RUN) and Ethernet ports (LA1/LA2) TT4085-11GB

LED	Pattern	Meaning
ERR (Red)		
off	(off)	No EtherCAT error
constant		Critical communication or controller error
blinking		General configuration error
single flash		Local error
double flash		Process-data / EtherCAT watchdog timeout
flickering		Booting error
RUN (Green)		
off	(off)	Device state = INIT
constant		Device state = Operational
blinking		Device state = Pre-Operational
single flash		Device state = Safe-Operational
flickering		Booting - not yet in INIT
LA1 / LA2 (Green/Yellow)		
off	(off)	No valid Ethernet connection
constant		Ethernet connected
flickering		Link / activity

blinking=200ms on/off (2.5Hz) | single flash=200ms on+1s off | double flash=2x200ms+1s off | flickering=approx.50ms (10Hz). Source: LED_description_MACG3_MISG3.

Dieser Abschnitt gilt für Motoren mit Industrial-Ethernet-Schnittstelle, also EtherCAT, EtherNet/IP, PROFINET und Modbus TCP.
Es sind vier Kommunikations-LEDs vorhanden. Die nachfolgend und in der Tabelle aufgeführten Zustände gelten für EtherCAT; die Entsprechungen für EtherNet/IP, PROFINET und Modbus TCP finden Sie in LB0077 Ethernet G3 NetX.

- ERR (rot): EtherCAT-Fehleranzeige. Aus bedeutet, dass kein EtherCAT-Fehler vorliegt. Bei anderen Ethernet-Protokollen wird diese LED anders verwendet, beispielsweise als CIP Module Status bei EtherNet/IP.
- RUN (grün): EtherCAT-Gerätestatus von INIT über Pre-Operational und Safe-Operational bis Operational.
- LA1 (grün/gelb): Link und Aktivität am ersten Ethernet-Port.
- LA2 (grün/gelb): Link und Aktivität am zweiten Ethernet-Port.

Die Port-LEDs LA1 und LA2 verhalten sich bei allen Ethernet-Protokollen gleich: Aus bedeutet keine gültige Verbindung an diesem Port, Dauerlicht bedeutet, dass eine Verbindung besteht, und Flackern zeigt Datenverkehr an.

Die in der Tabelle dargestellten ERR- und RUN-Zustände gelten für EtherCAT. Diese beiden LEDs werden direkt von der Protokoll-Firmware angesteuert; ihre Bedeutung entspricht daher dem Standard des Protokolls, mit dem der Motor bestellt wurde:

- EtherCAT: wie in der Tabelle oben dargestellt.
- EtherNet/IP: Die beiden LEDs entsprechen den von ODVA definierten Anzeigen Module Status und Network Status. Im Normalbetrieb leuchten sie dauerhaft grün; eine leuchtende LED ist daher für sich allein keine Fehleranzeige.
- PROFINET: Die beiden LEDs entsprechen den PROFINET-Diagnoseanzeigen.
- Modbus TCP/UDP: Modbus läuft parallel zum Echtzeitprotokoll und ersetzt dieses nicht. Die LEDs zeigen weiterhin den Zustand des Protokolls an, mit dem der Motor bestellt wurde; Modbus-Datenverkehr verändert die Anzeigen nicht.

Informationen zur Ethernet-Konfiguration und -Diagnose finden Sie in der separaten Anleitung LB0077 Ethernet G3 NetX.
Protokollzustand untersuchen. Ein Bus, der den Initialzustand nicht verlässt, weist in der Regel eher auf eine Konfigurationsabweichung zur Steuerung als auf einen Motorfehler hin.

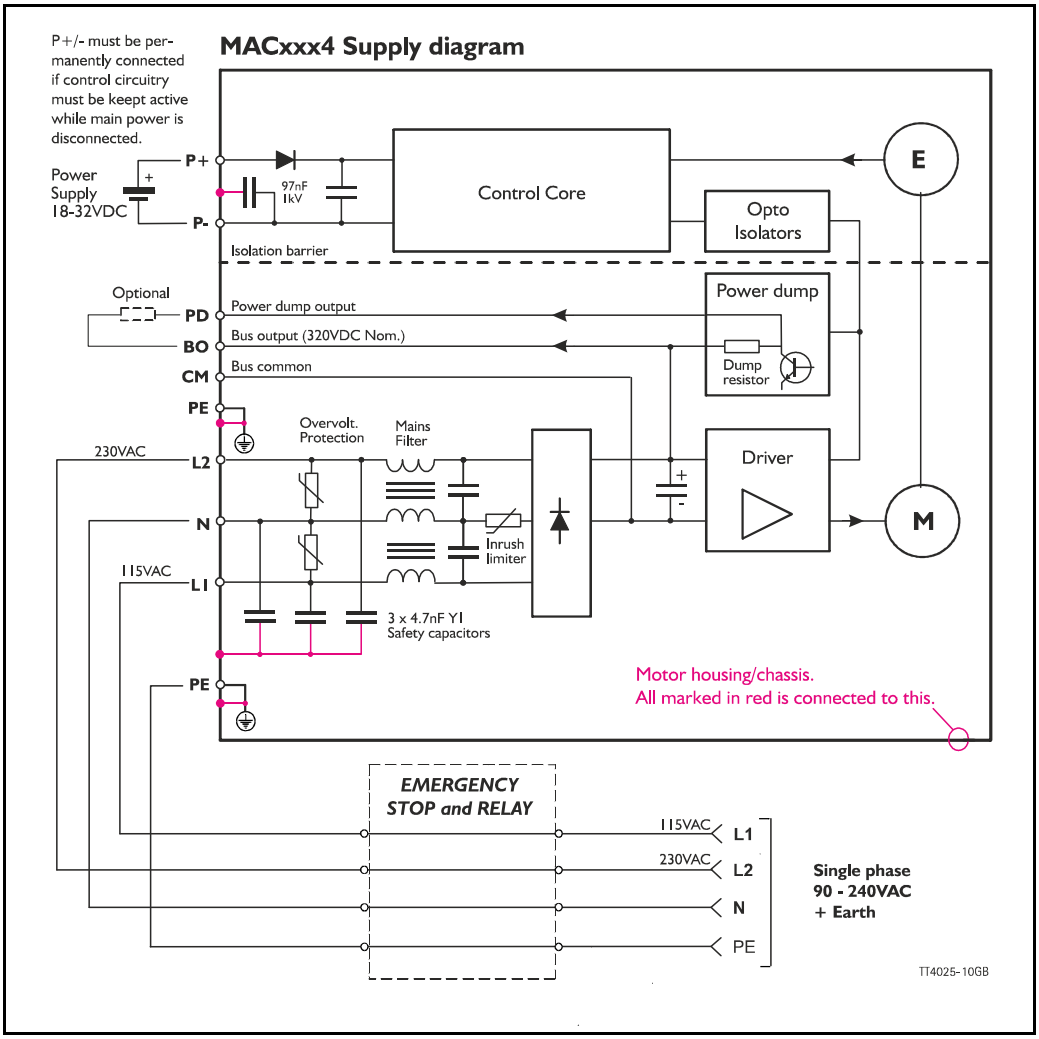
2.3 Spannungsversorgung

Only MACxxx4

2.3.1 Versorgungsschaltung - Ausführungen mit 115/230 V AC

Die Versorgung der MACxxx4-Motoren ist in zwei voneinander vollständig galvanisch getrennte Stromkreise aufgeteilt.

Die Steuerelektronik benötigt eine Spannung von 18 bis 32 V DC, der Leistungskreis muss mit 90 bis 240 V AC versorgt werden. Durch die beiden unabhängigen Versorgungskreise kann die Versorgung des Leistungskreises (90–240 V AC) aus Sicherheitsgründen abgeschaltet werden, während die Steuerelektronik weiterarbeitet. Dadurch bleibt der Positionszähler aktuell, und wichtige Funktionen wie die Kommunikation bleiben aktiv.



Die dargestellte Schaltung enthält ein Not-Halt-Relais. Dieses kann entfallen, wenn die Anwendung diese Sicherheitsfunktion nicht benötigt. Beispiele für Not-Halt und Relais finden Sie unter „Hinweise zum Not-Halt“, *Seite 250.*

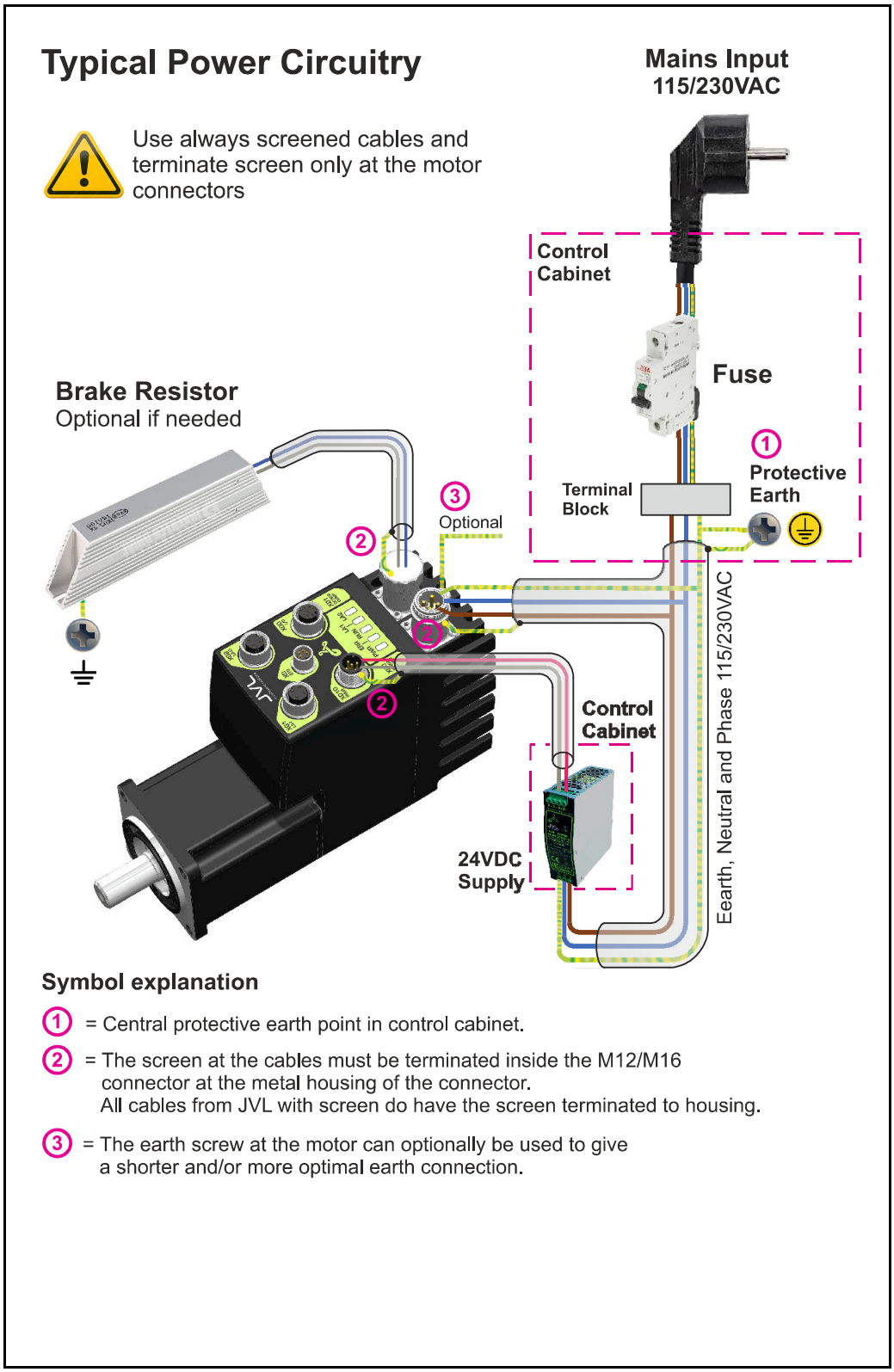
Der interne Bremswiderstand ist für 90 % aller Anwendungen ausgelegt. Wird jedoch die Fehlermeldung „Overvoltage on bus“ oder „Regenerative overload“ ausgegeben, muss zwischen den Klemmen PD und BO ein externer Bremswiderstand angeschlossen werden.

2.3 Spannungsversorgung

Only MACxxx4

2.3.2 Anschluss der Spannungsversorgung und zugehöriger Komponenten

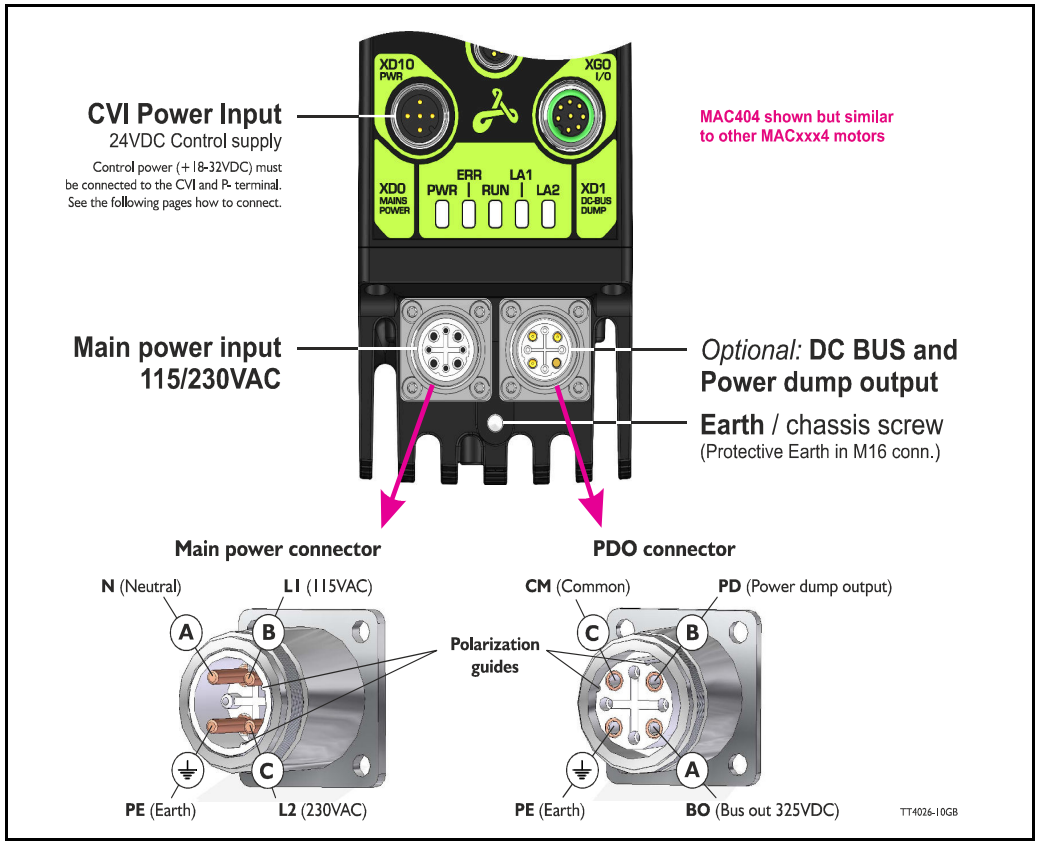
Die Abbildung zeigt den Anschluss des MAC-Motors an das Netz sowie den Anschluss der 24-V-Steuerspannung und - falls erforderlich - eines optionalen Bremswiderstands.



2.3 Spannungsversorgung

2.3.3 Leistungsstecker am Motor - Ausführungen mit 115/230 V AC

Die für MACxxx4-Motoren erforderliche Spannungsversorgung ist in zwei Stromkreise getrennt:
Steuerspannung nominal 24 V DC und Hauptversorgung 115/230 V AC.
Die folgenden Seiten beschreiben den Anschluss der 115/230-V-AC-Hauptversorgung.
Der Anschluss der 24-V-DC-Steuerspannung wird anschließend beschrieben.



Klemmenbezeichnungen des Hauptleistungssteckers:

L1	115-V-AC-Eingang (Phase)	WARNUNG: Auch bei nicht angeschlossener Klemme kann Hochspannung anliegen!
L2	230-V-AC-Eingang (Phase)	WARNUNG: Auch bei nicht angeschlossener Klemme kann Hochspannung anliegen!
N	115/230-V-AC-Eingang (Neutralleiter)	
PE	Erde, muss bei den Leistungseingangsklemmen L1, L2 und N verwendet werden.	

Klemmenbezeichnungen des optionalen PDO-Steckers:

PD	Power-Dump-Ausgang – siehe auch Externen Bremswiderstand anschließen, Seite 34.
BO	Bus-Ausgang, nominal 325 V DC.
CM	Common/Masse des internen DC-Busses.
PE	Erde, muss beim DC-Bus und bei den PD-Klemmen verwendet werden.

.....

HINWEIS: Verwenden Sie ausschließlich geschirmte Kabel. Der Schirm muss mit dem Metallgehäuse des Steckers verbunden werden, das intern ebenfalls mit dem Schutzleiter

verbunden ist.



2.3.4 Erdung des MACxxx4

Stellen Sie sicher, dass der Maschinenteil, auf dem der MACxxx4 montiert ist, ordnungsgemäß mit dem Hauptteil bzw. Maschinenkörper geerdet ist. Dadurch wird verhindert, dass größere Masse-/Erdströme durch den Motor fließen und andere Signalgruppen stören.

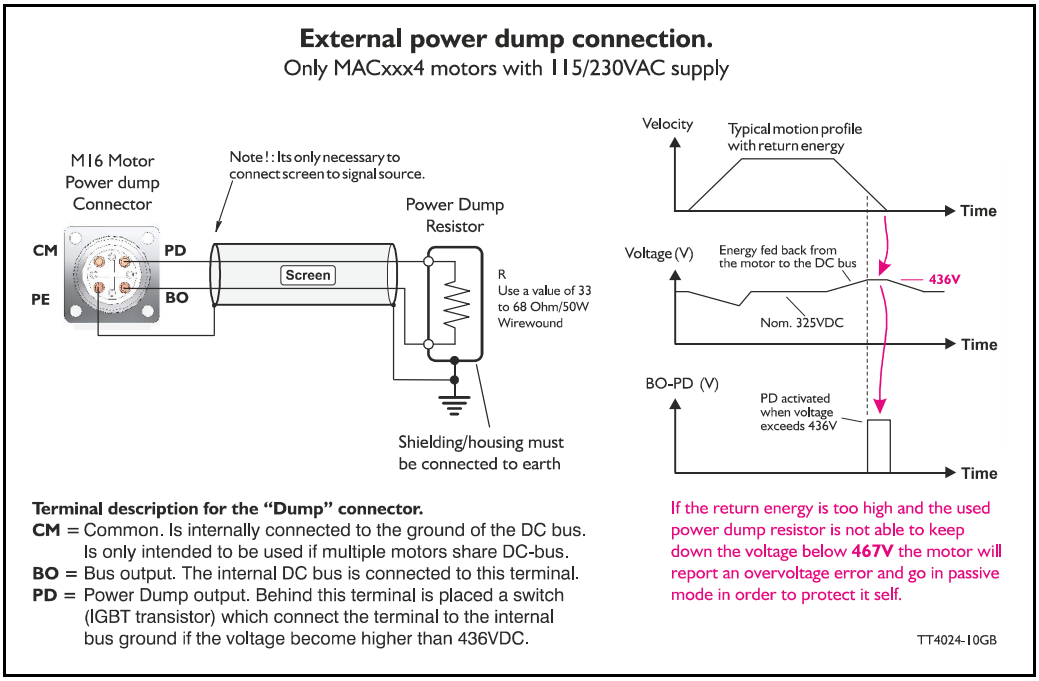
Der 115/230-V-AC-Leistungsstecker enthält einen Schutzleiteranschluss. Falls erforderlich, kann zusätzlich die dafür vorgesehene Erdungsschraube in der Nähe des Leistungssteckers verwendet werden.

2.3.5 Not-Halt

Siehe Kapitel „Hinweise zum Not-Halt“, *Seite 250*.

2.3 Spannungsversorgung

2.3.6 Anschluss eines externen Bremswiderstands



Der interne Power Dump kann folgende Leistungen aufnehmen:

Motorgröße	Max. Dauerleistung	Spitzenleistung	Motortypen
400 - 600W	4W	1460W	MAC404 und MAC604
750-1500 W	10W	1460W	MAC804, MAC1004 und MAC1404

Diese Werte sind für die meisten Anwendungen ausreichend.
Ist jedoch das angeschlossene Lastträgheitsmoment zu groß oder die Verzögerung zu hoch, kann der interne Power Dump nicht die gesamte rückgespeiste Energie aufnehmen. In diesem Fall wird die Fehlermeldung „Regenerative overload“ ausgegeben.
In dieser Situation sind nur folgende Lösungen möglich:

1. Beschleunigungs-/Verzögerungsparameter reduzieren.
2. Angeschlossenes Lastträgheitsmoment verringern.
3. Externen Leistungswiderstand anschließen.

Die Abbildung oben zeigt den Anschluss eines externen Leistungswiderstands. Empfohlen wird ein drahtgewickelter Widerstand, da dieser höhere Spitzenleistungen aufnehmen kann als andere Widerstandstypen. Verwenden Sie keinen Schichtwiderstand, da dieser in der Regel keine deutlich höheren Spitzenleistungen als seine Nennleistung aufnehmen kann.

Warnung: Stellen Sie sicher, dass der Widerstandswert im Bereich 33 bis 68 Ohm / 50 W liegt, da der Ausgang andernfalls beschädigt werden kann. Vermeiden

Sie außerdem einen Kurzschluss des Ausgangs.



2.3.7 Dimensionierung der externen Vorsicherung - Ausführungen mit 115/ 230 V AC

Empfohlene Dimensionierung der Vorsicherung in der Versorgungsleitung vor dem Motor:

Motorgröße	Sicherung bei 115 V AC	Sicherung bei 230 V AC	Motortyp
400W	T10A	T6.3A	MAC404
600W	T15A	T8A	MAC604
750W	T15A	T10A	MAC804
1000W	T15A	T10A	MAC1004
1500W	T20A	T12A	MAC1404

Empfohlene Schmelzsicherungen:
Für 115-V-Versorgung:
Zur Erfüllung der UL-Anforderungen muss die Vorsicherung der Klasse RK5 entsprechen, beispielsweise Typ FRN-R-xx von Cooper Bussmann Inc. Die Bemessung muss der Tabelle oben entsprechen.

Für 230-V-Versorgung:
Schmelzsicherung: Typ gG, D0 oder D in der Phasenleitung. Bemessen für 600 V/150 kA. Die Bemessung muss der Tabelle oben entsprechen.

Empfohlene Leitungsschutzschalter:
Wird für 115 oder 230 V AC ein Leitungsschutzschalter verwendet, ist „Class D“ zu wählen. Die Bemessung muss der Tabelle oben entsprechen.

.....

Grundsätzlich ist zu prüfen, ob die verwendete Sicherung die kurzzeitig auftretende 300-%-Spitzenleistung des Motors verträgt. Diese belastet die Sicherung und kann langfristig deren Lebensdauer verkürzen. Verwenden Sie deshalb grundsätzlich träge Sicherungen, die kurzzeitige Überlastungen zuverlässig verkraften.

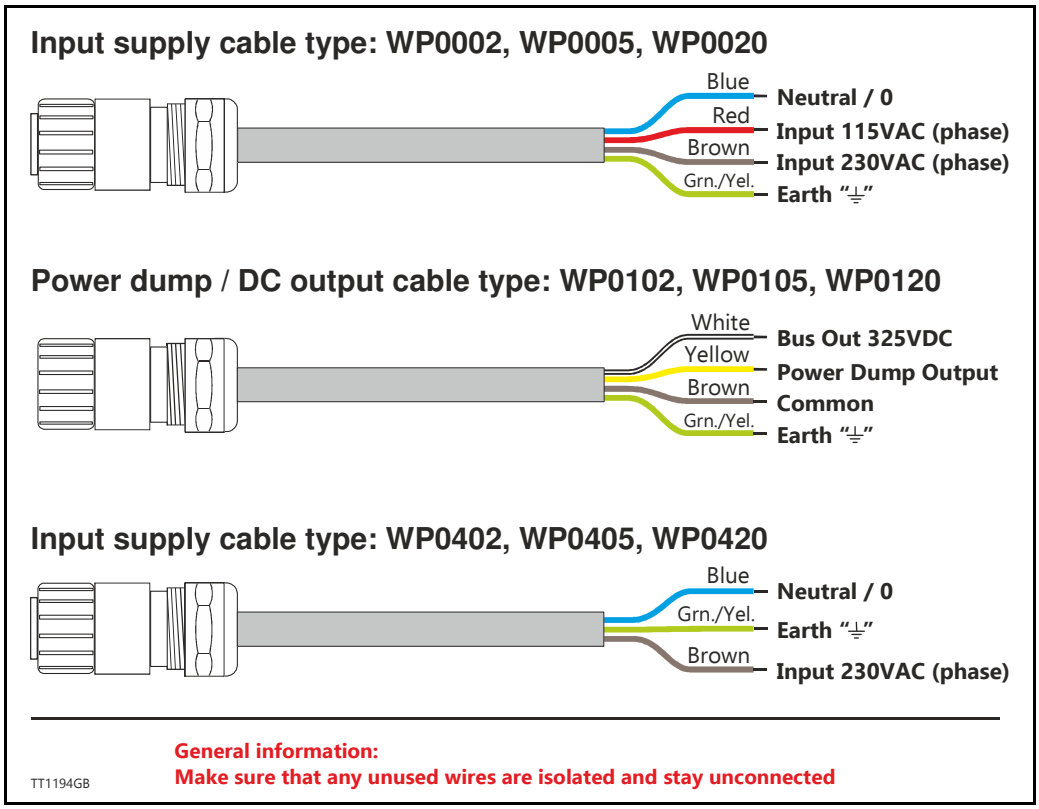
2.3 Spannungsversorgung

2.3.8 Zubehör - Leistungskabel für Ausführungen mit 115/230 V AC

Folgende Standardkabel sind bei JVL erhältlich:

JVL-Nr.	Type	Beschreibung
WP0002	MACxxx4	115/230-V-AC-Leistungskabel, 2 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Buchse
WP0005	MACxxx4	115/230-V-AC-Leistungskabel, 5 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Buchse
WP0020	MACxxx4	115/230-V-AC-Leistungskabel, 20 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Buchse
WP0102	MACxxx4	Bremswiderstandskabel, 2 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Stecker
WP0105	MACxxx4	Bremswiderstandskabel, 5 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Stecker
WP0120	MACxxx4	Bremswiderstandskabel, 20 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Stecker
WP0402	MACxxx4	230-V-Leistungskabel mit Schutzleiter, 2 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Buchse
WP0405	MACxxx4	230-V-Leistungskabel mit Schutzleiter, 5 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Buchse
WP0420	MACxxx4	230-V-Leistungskabel mit Schutzleiter, 20 m, gerader M16-Stecker, freies Ende, Buchse

Verwenden Sie beim Anschließen der Kabel die folgende Abbildung.
Warnung: Der Anschluss von 230 V an den 115-V-Eingang kann lebensgefährlich sein.



2.3.9 Teile für Leistungsstecker - Ausführungen mit 115/230 V AC

Hersteller: Hummel AG - Deutschland.
Allgemeine Website: http://www.hummel-group.com
US-Website: http://www.sealconusa.com

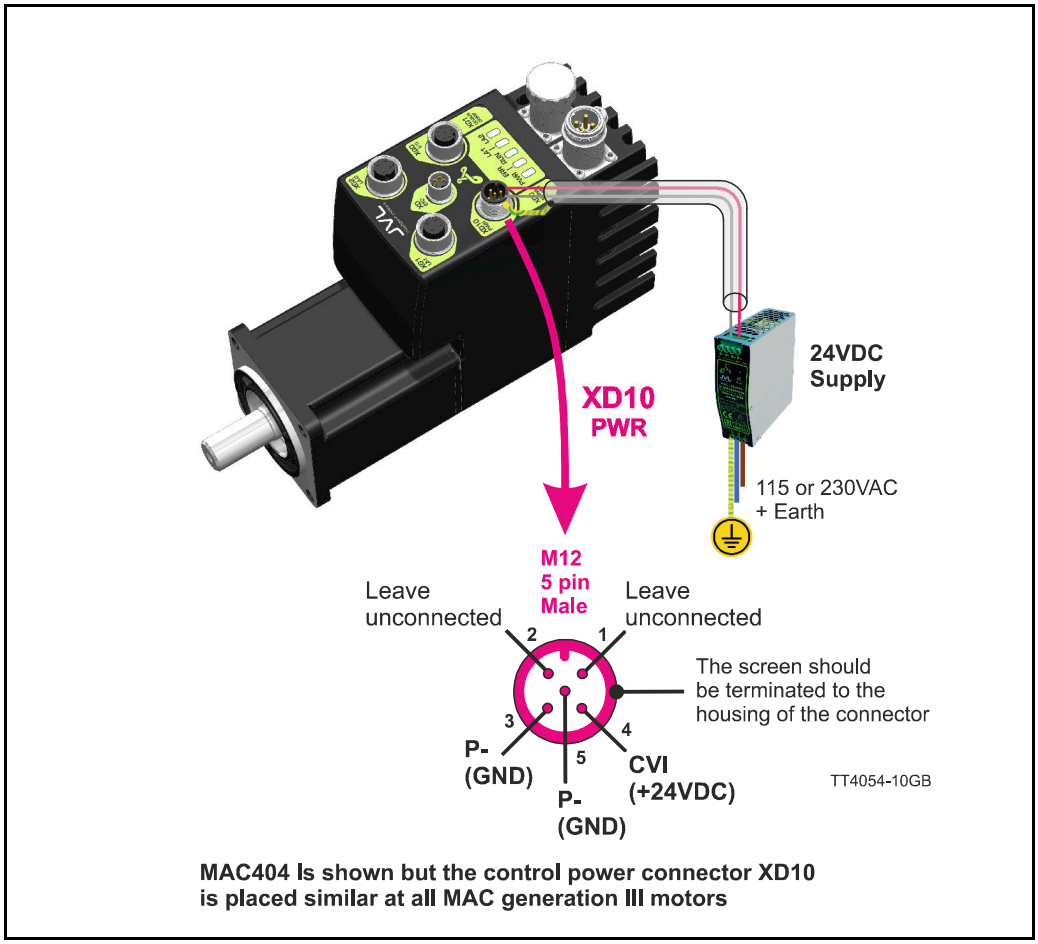
Verwendung für	Teilebeschreibung	Hummel-Nr. JVL-Nr.	Hummel-Nr. JVL-Nr.
Leistung 115/230 V AC	Steckersatz mit allen erforderlichen Teilen. Enthält: 1 x WG0227, 4 x WG0229, 1 x WG0230		MAC400-CONKIT1-PWR
Bremswiderstand/DC-Bus	Steckersatz mit allen erforderlichen Teilen. Enthält: 1 x WG0226, 4 x WG0228, 1 x WG0230		MAC400-CONKIT1-DCPD
Einzelkomponenten des Steckers:			
Leistung 115/230 V AC	M16-Buchseneinsatz, Nylon für 3 + PE Crimpbuchsen **1 Stück je Stecker**	7003.9431.02	WG0227
Leistung 115/230 V AC	M16-Crimpbuchse für Leitungen 0,34 bis 1,5 mm² / AWG16 bis AWG22 **4 Stück je Stecker**	7010.9816.02	WG0229
Leistung 115/230 V AC	Gerades M16-Metallgehäuse Geeignet für Kabel mit einem Außendurchmesser von 5,0 bis 9,0 mm / 0,2" bis 0,53" **1 Stück je Stecker**	7810.4000.00	WG0230
Leistung 115/230 V AC	Optional - wie oben, jedoch mit 90°-Gehäuse.	7830.4000.00	WG0231
Bremswiderstand/DC-Bus	M16-Steckereinsatz, Nylon für 3 + PE Crimpstifte **1 Stück je Stecker**	7003.9431.01	WG0226
Bremswiderstand/DC-Bus	M16-Crimpstift für Leitungen 0,34 bis 1,5 mm² / AWG16 bis AWG22 **4 Stück je Stecker**	7010.9816.01	WG0228
Bremswiderstand/DC-Bus	Gerades M16-Metallgehäuse Geeignet für Kabel mit einem Außendurchmesser von 5,0 bis 9,0 mm / 0,2" bis 0,53" **1 Stück je Stecker**	7810.4000.00	WG0230
Bremswiderstand/DC-Bus	Optional - wie oben, jedoch mit 90°-Gehäuse.	7830.4000.00	WG0231
Bremswiderstand/DC-Bus	Metall-Schutzkappe. Wird aufgesetzt, wenn der Stecker nicht verwendet wird.	7010.9001.62	WG0224
-	Crimpwerkzeug	7.000.900.904	Nicht zum Verkauf

2.4 Steuerspannungsversorgung

2.4.1 Anschluss des Steuerspannungseingangs

Zusätzlich zur Hauptversorgung des Motors mit 115/230 V AC oder 12-48 V DC - abhängig vom Motortyp - muss immer auch die Steuerspannung (CVI) angeschlossen werden.

CVI Der Steuerspannungseingang versorgt sämtliche internen Steuerstromkreise einschließlich Mikroprozessor, Encoder und Anwender-I/O-Schaltung. Die erforderliche Spannung liegt im Bereich 18-32 V DC und unterstützt damit auch Anwendungen mit 24-V-Batterieversorgung. Die Stromaufnahme liegt unter 250 mA (spannungsabhängig und sofern keine Anwenderausgänge aktiviert sind).



MAC404 Is shown but the control power connector XD10 is placed similar at all MAC generation III motors

2.4.2 Vorsichtsmaßnahmen für die CVI-Versorgung

Die CVI-Versorgung ist aufgrund der geringen Stromaufnahme (<250 mA) unkritisch. Stellen Sie lediglich sicher, dass die Spannung nominal 24 V DC beträgt und 32 V DC nicht überschreitet.

HINWEIS: Der Motor überwacht die Steuerspannung. Fällt sie unter ca. 12,35 V, wird die Endstufe gesperrt und der Fehler „Control voltage unstable“ gemeldet. Der Motor kann daher nicht mit einer Steuerspannung unterhalb des angegebenen Bereichs betrieben werden.

Warnung: CVI-Spannungen über 35 V DC führen zu dauerhaften Schäden.

2.5 Anwender-I/O

Option !

2.5.1 Verfügbare I/O-Optionen ermitteln

Der MAC-Motor bietet optional bis zu acht I/Os. Jeder I/O-Anschluss kann entweder als Digitaleingang oder als Digitalausgang verwendet werden. Vier der I/Os können zusätzlich als Analogeingänge 0-5 V DC genutzt werden (siehe Abschnitt 2.6).

Welche Varianten verfügbar sind, hängt von der Motortypnummer ab.
Die Tabelle unten zeigt die verfügbaren Optionen.

Extract from nomenclature for the MAC generation III product family

MAC xxxx _ _ - _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

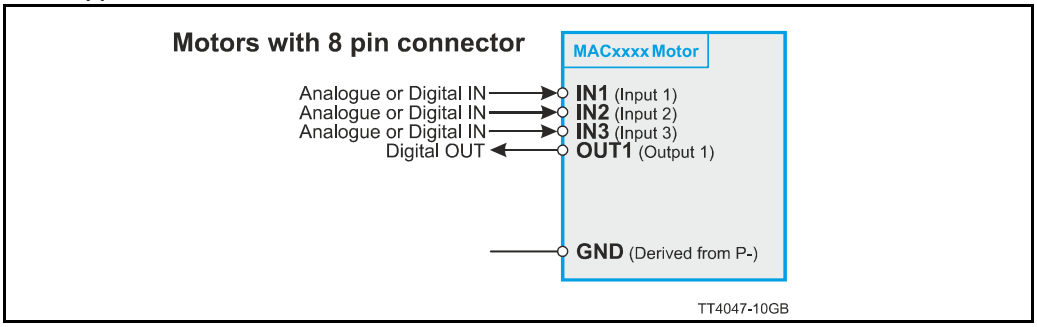
Type of I/Os and connectors available

	Digital IN	Digital OUT	Analog IN	Connector type
D_	3	1	3	8 pin M12 A-coded
E_	8	8	4	17 pin M12 A-coded
QA	8	8	4	17 pin M12 A-coded
Q5	3	1	3	8 pin M12 A-coded
W_	8	8	4	17 pin M12 A-coded

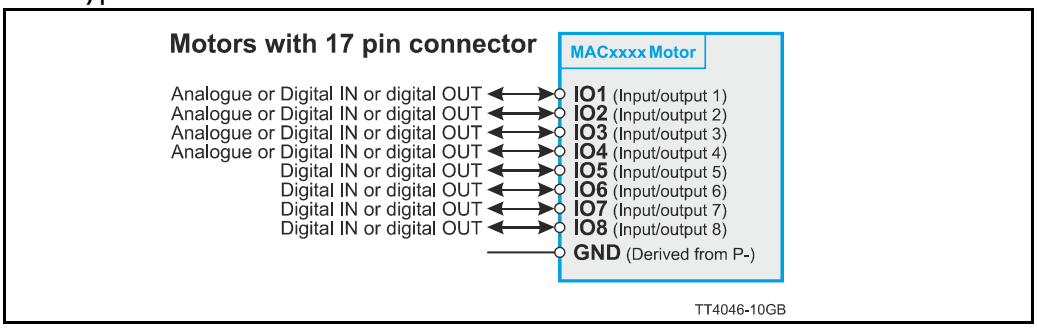
TT4045-10GB

Beispiele:

Motortyp **MAC404M2-HAAQDC2** bietet:



Motortyp **MAC404M5-HRAMEC2** bietet:



2.5.2 Digitale Anwender-Eingänge

Ist ein MAC-Motor mit digitalen Anwender-Eingängen ausgestattet, beschreibt dieser Abschnitt deren Verwendung.
Siehe außerdem „Verfügbare I/O-Optionen ermitteln“, Seite 39.

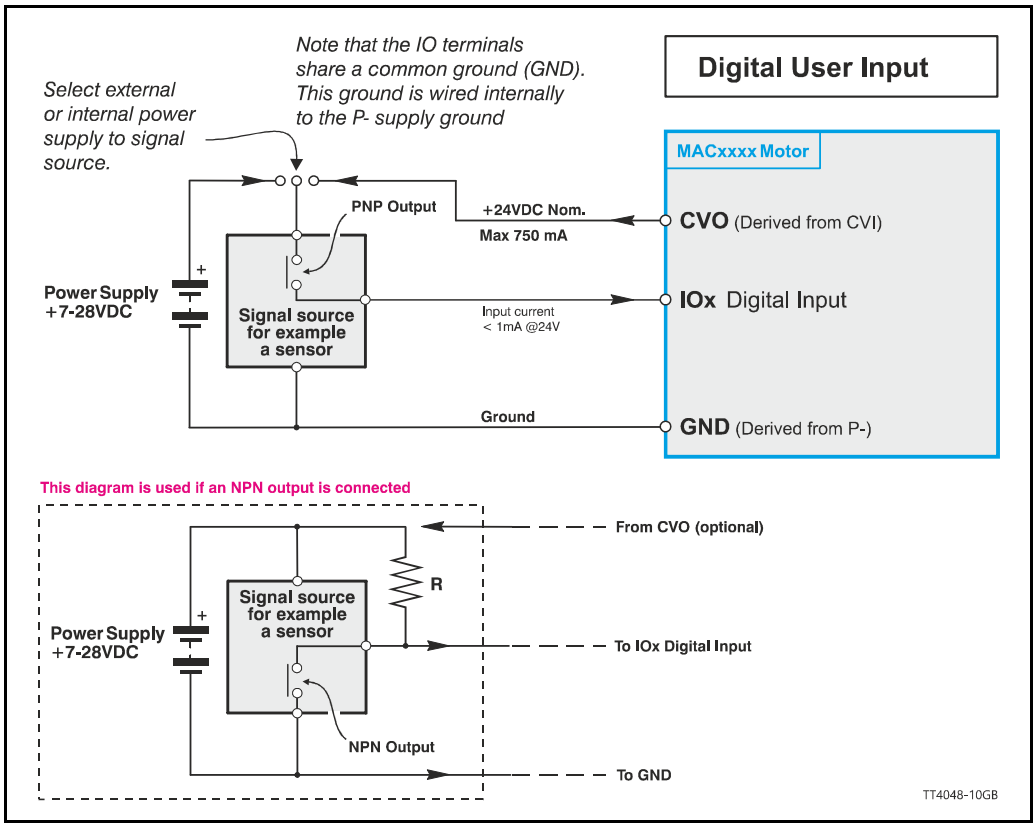
Die physische Anordnung der Stecker mit den I/O-Anschlüssen ist im Kapitel „Anschlussübersicht“, Seite 12, dargestellt.

Je nach I/O-Option stehen 3 oder 8 Digitaleingänge zur Verfügung.

Die Eingänge besitzen folgende Hauptmerkmale:

- Kompatibel mit TTL bis 30 V DC. Schaltschwellen LTL = 2,3 V und UTL = 2,65 V.
  • Hohe Eingangsimpedanz (>10 kOhm).
- Hohe Eingangsimpedanz (>10 kOhm).
- Keine galvanische Trennung, jedoch sehr robust gegenüber elektrischem Rauschen sowie Spannungsspitzen/Surges.
- Der Eingang für die Nullpunktsuche kann einem beliebigen Eingang zugeordnet werden.
- Verwendung als Endschaltereingänge möglich.

Die Abbildung unten zeigt den Anschluss eines externen Geräts an einen Eingang.



2.5.3 Allgemeine Eingangsbeschreibung

Der Motor ist optional mit mehreren Digitaleingängen ausgestattet. Jeder Eingang kann abhängig von der Anwendung für unterschiedliche Funktionen verwendet werden. Die Zustände der Eingänge können vom in den Motor geladenen ePLC-Programm ausgewertet oder über serielle Befehle über die Modbus-Schnittstelle bzw. optional über die Ethernet-Schnittstelle gelesen werden.

Die Eingänge sind nicht optisch von den übrigen Stromkreisen im Niederspannungs-Steuerteil des Motors getrennt.
Alle Eingänge haben eine gemeinsame Masseklemme mit der Bezeichnung GND. Jeder Eingang kann mit Spannungen von 5 V (TTL) bis 30 V DC betrieben werden. In der Regel sollten die Eingänge an einen PNP-Ausgang angeschlossen werden, da zum Aktivieren eines Eingangs ein positiver Strom eingespeist werden muss.
Beachten Sie, dass CVO (Steuerspannungsausgang) intern mit der CVI-Versorgungsklemme im PWR-Stecker verbunden ist. Dadurch können lokale Sensoren direkt vom Controller versorgt werden. CVO ist intern auf einen maximal zulässigen Strom von 700 mA abgesichert.

2.5.4 Anschluss eines NPN-Ausgangs

Wird ein Eingang an einen NPN-Ausgang angeschlossen, muss zwischen Eingang und positiver Versorgung ein Pull-up-Widerstand angeschlossen werden. Siehe auch die Abbildung oben.

Der erforderliche Widerstandswert hängt von der Versorgungsspannung ab. Empfohlen werden folgende Werte:

Versorgungs-spannung	Empfohlener Widerstand R
5-12VDC	1 kOhm / 0,25 W
12-18VDC	2,2 kOhm / 0,25 W
18-24VDC	3,3 kOhm / 0,25 W
24-28VDC	4,7 kOhm / 0,25 W

2.5.5 Anwendergesteuerter In-Position-Ausgang

Standardmäßig bildet der In-Position-Ausgang den automatischen In-Position-Status des Motors ab.
Soll die Anwendung diesen Ausgang manuell steuern, beispielsweise durch einen Schreibzugriff über die Ethernet-Schnittstelle oder aus einem ePLC-Programm, setzen Sie Bit 8 (Maske 0x100) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup).
Ist Bit 8 gesetzt, folgt der Ausgang nicht mehr dem In-Position-Status, sondern Bit 0 von Register 207, USEROUTVAL (Basic motor output 1 + 2):

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4056-12GB

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

Bit 8: User-controlled In-Position output (HW_SETUP_USER_INPOS)

Value	Function / Influence
0 (default)	In-Position output reflects the motor's automatic in-position status.
1	In-Position output is controlled by bit 0 of Register 207 (USEROUTVAL).

Bit 31 - 9 and Bit 7 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Basic motor output 1 + 2 (Reg 207) kann direkt über den Feldbus geschrieben oder aus einem ePLC-Programm gesetzt und gelöscht werden. Über Register 110 wird der Aus-

gang den physischen Ausgangskanälen zugeordnet. Die Polarität kann mit Bit 10 (HW_-SETUP_INV_INPOS_OUT) von HW Setup (Reg 39) invertiert werden.

HINWEIS: Die entsprechende Funktion für den Fehlerausgang ist Bit 9 (HW_SETUP_USER_ERROR). Dieses leitet den Ausgang auf Bit 1 von Basic motor output 1 + 2 (Reg 207) um.

2.5.6 In-Position-Ausgang invertieren

Wenn das In-Position-Signal einem oder mehreren Digitalausgängen zugeordnet wurde (siehe Register 110), kann sein aktiver Pegel mit Bit 10 (Maske 0x400) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), invertiert werden:

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4058-12GB

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

Bit 10: Invert In-Position output (HW_SETUP_INV_INPOS_OUT)

Value	Function / Influence
0 (default)	In-Position output active high: output high when motor is in position.
1	In-Position output active low: output high when motor is NOT in position.

Bit 31 - 11 and Bit 9 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Verwenden Sie diese Option, wenn die Steuerung oder SPS, die das In-Position-Signal empfängt, den entgegengesetzten aktiven Pegel erwartet. So kann die Polarität per Software angepasst werden, ohne die Verdrahtung zu ändern.

HINWEIS: Die entsprechende Invertierung des Fehlerausgangs wird über Bit 11 von HW Setup (Reg 39) (HW_SETUP_INV_ERROR_OUT) gesteuert.

2.5.7 Fehlerausgang invertieren

Standardmäßig ist der Fehlerausgang aktiv High: Im Fehlerzustand des Motors wird der Ausgang auf High gesetzt. Setzen Sie Bit 11 (Maske 0x800) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), um die Polarität auf aktiv Low zu invertieren. Dies ist hilfreich, wenn die empfangende SPS oder Sicherheitsschaltung im fehlerfreien Zustand ein High-Signal erwartet, sodass auch Drahtbruch oder Versorgungsausfall als Fehler erkannt werden.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4059-12GB

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

Bit 11: Invert Error output polarity (HW_SETUP_INV_ERROR_OUT)

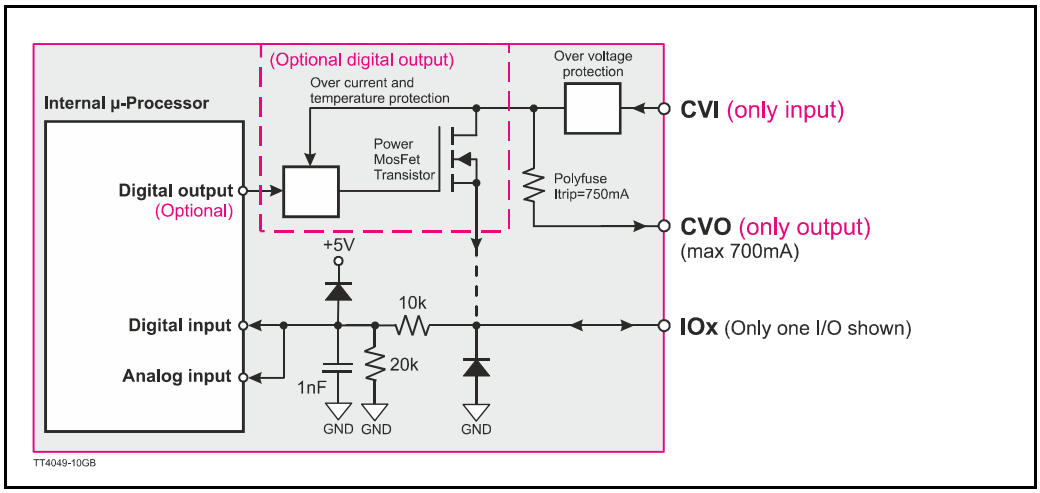
Value	Function / Influence
0 (default)	Error output active high: output high when error is present.
1	Error output active low: output high when no error is present.

Bit 31 - 12 and Bit 10 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Bit 11 wird von der Firmware kontinuierlich ausgewertet, daher wird eine Änderung sofort wirksam. Führen Sie „Save in Motor“ aus, damit die Einstellung nach einem Power Cycle erhalten bleibt.

2.5.8 Interne Schaltung hinter dem Ein-/Ausgangsanschluss

Funktionsschaltbild Ein-/Ausgang:



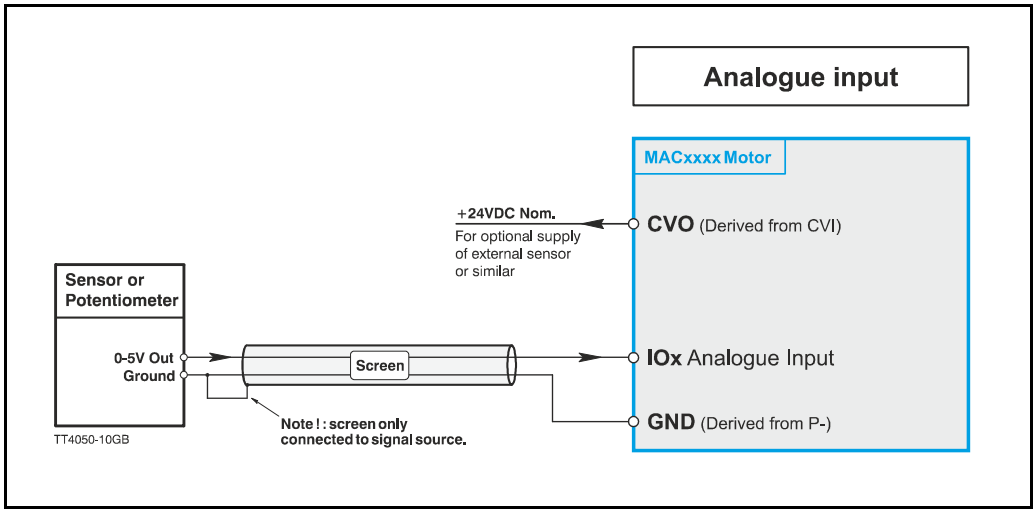
Die I/O-Klemme ist durch Klemmdioden, Sicherung und Hochfrequenzfilter umfassend geschützt, sodass sie elektrische Störungen und andere typische Einflüsse einer industriellen Umgebung zuverlässig verkraftet.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

Siehe auch „Typ des Multifunktions-I/O“, Seite 149, und „Dedizierte I/O-Funktionen“, Seite 155.

2.6 Analoge Eingänge

Option !



2.6.1 Allgemeines

Analogeingangsbereich 0-5 V / 0-10 V - abhängig von der Hardware-Revision:
Bei Motoren mit Hardware-Revision 0.7 oder neuer - mit entsprechend überarbeiteten internen Flexkabeln - messen die Analogeingänge 0-10 V. Motoren mit älteren Hardware-Revisionen messen 0-5 V.

HINWEIS: Firmware-Versionen bis einschließlich v3.1.1.0 unterstützen den Bereich 0-10 V noch nicht. Dies gilt auch für Firmware v3.1.3.0. Der Betrieb mit 0-10 V erfordert daher sowohl Hardware-Revision 0.7 oder neuer als auch eine zukünftige Firmware-Version.

Die Hardware-Revision ist auf dem Motor-Typenschild (QR-Code) angegeben und kann außerdem aus Register 205, HW_VERSION (HW Version), Bits [7:0], ausgelesen werden: [7:4] = Major, [3:0] = Minor (z. B. 0x07 = Revision 0.7).
Die Analogeingänge werden beispielsweise verwendet, wenn der Motor als Stand-alone-Einheit betrieben wird. In solchen Anwendungen kann es vorteilhaft sein, Drehzahl, Position, Beschleunigung usw. über ein Potentiometer, einen Joystick oder ein anderes Gerät einzustellen.

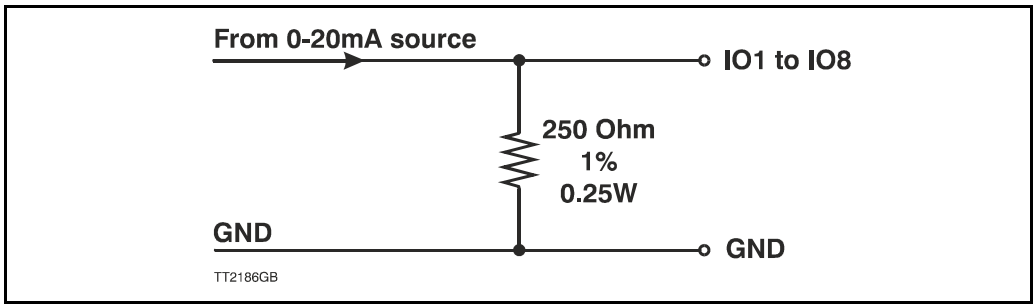
In diesen Betriebsarten wird der Motor auf eine Drehzahl, Position usw. geregelt, die durch die am Analogeingang anliegende Spannung bestimmt wird und proportional zu ihr ist.
Die Analogeingänge haben eine gemeinsame Masse mit der Klemme GND und sind nicht optisch von den übrigen Ein- und Ausgängen getrennt. Sie sind gegen Überspannungen bis 30 V Spitze geschützt und verfügen über einen integrierten Filter zur Unterdrückung von Störungen im Eingangssignal.
Verwenden Sie für die Quelle eines Analogeingangs stets ein geschirmtes Kabel, da der Motor oder andere Komponenten das Analogsignal leicht beeinflussen und Instabilität verursachen können.
Der Controller ist mit vier Analogeingängen ausgestattet: Analog input 1 bis 4 (Reg 216, 218, 220 und 260). Jeder Eingang wird über einen Analog-Digital-Wandler (ADC) mit 12-Bit-Auflösung gewandelt.
Das Wandlerergebnis wird vor dem Speichern im Register skaliert:

- 5,00 V an der Klemme ergeben 1024 Counts im Register, entsprechend 204,8 Counts pro Volt.
- Der interne Spannungsteiler führt zwei Drittel der Eingangsspannung zum Wandler.

Der Registerwert sättigt daher bei 1536 Counts; dies entspricht 7,5 V an der Klemme.

- Die Eingangsimpedanz gegen GND beträgt 30 kOhm und wird durch den 20-kOhm-/10-kOhm-Spannungsteiler gebildet.

Um die Analogeingänge als 0–20-mA-Eingänge zu verwenden, muss zwischen Analogeingang und GND ein Widerstand von 250 Ohm mit 1 % Toleranz angeschlossen werden.



Bitte beachten: Die Anzahl der verfügbaren I/O-Anschlüsse kann je nach Motortyp und Steckerkonfiguration variieren. Siehe Kapitel „Verfügbare I/O-Optionen ermitteln“, Seite 39.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

Auswahl des Analogeingangs zur Motorsteuerung
Die analogen Betriebsarten, Sensor Homing und Analogue Bi-position Mode lesen alle ein einziges Register, Analogue input (Reg 170). Die Bits 0–3 in Register 222, IOSETUP (Analog input selector), legen fest, welcher physische Eingang dorthin kopiert und welches Offset-Register addiert wird:

– Wert 0 (Werkseinstellung): Analog input 1 mit Analogue input offset (Reg 171).
– Wert 1: Analog input 1 mit Analog input 1 offset (Reg 217).
– Wert 2: Analog input 2 mit Analog input 2 offset (Reg 219).
– Wert 3: Analog input 3 mit Analog input 3 offset (Reg 221).

In MacTalk erfolgt die Auswahl im Feld Analog input selection; zur Auswahl stehen Analog input 1 (Reg 216), Analog input 2 (Reg 218) und Analog input 3 (Reg 220). Analog input 1 bis 4 (Reg 216, 218, 220 und 260) werden unabhängig von der Einstellung des Analog input selector (Reg 222) stets mit ihren eigenen Rohwerten aktualisiert. Nicht ausgewählte Eingänge können daher weiterhin über einen Feldbus oder aus einem ePLC-Programm gelesen werden. Nach Änderung des Analog input selector (Reg 222) „Save in Motor“ ausführen.

Digitale Filterung des Analogeingangs
Der oben genannte Filter ist ein Hardwarefilter. Zusätzlich durchläuft der Wert, der schließlich in Analog input (Reg 170) steht, zwei digitale Filterstufen. Beide sind in der Werkseinstellung deaktiviert. In MacTalk befinden sie sich in der Gruppe Analog input filter setting.

Register 227, AIFILT_MAXSLOPE (Analog input filter slope), begrenzt, um wie viele Counts sich der Wert von einer Abtastung zur nächsten ändern darf. Die Werkseinstellung ist 65535 und liegt damit weit oberhalb des Eingangsbereichs; es findet somit keine Begrenzung statt.

Register 228, AIFILT_FILTFACT (Analog input filter factor), wendet einen exponentiel-

len Tiefpass an, bei dem jede Abtastung mit 1/2 ^ N des neuen Werts eingeht; N ist der Registerwert. Die Werkseinstellung 0 lässt den Eingang ungefiltert passieren. Bei einem Wert von 10 gehen beispielsweise 1/1024 des neuen Messwerts und 1023/1024 des vorherigen gefilterten Werts ein.

Der Eingang wird einmal pro Servo-Abtastperiode erfasst, bei der werkseitigen Abtastzeit von 1,0 ms also 1000-mal pro Sekunde, geteilt durch Register 157, OUTLOOPDIV (Sample time divider).

HINWEIS: Bit 18 in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), verhindert, dass die Firmware Analogue input (Reg 170) aktualisiert, und hebt den Schreibschutz dieses Registers auf. Eine Anwendung kann den Wert dann selbst schreiben, beispielsweise um eine analoge Betriebsart ohne angeschlossenes Signal zu testen.

Siehe auch „Positionserfassung über Analogeingang“, Seite 152.

2.6.2 Analogeingang als Digitaleingang

In einigen Betriebsarten wird der Analogeingang statt als proportionale Sollwertvorgabe als Digitalsignal ausgewertet. Eine Spannung oberhalb des Schwellwerts wird als logisch High (aktiv), eine Spannung darunter als logisch Low (passiv) erkannt. Der Schwellwert hängt von der Funktion ab:

- Sensor-Homing (Homing mode Sensor type 1 und Sensor type 2): 4,5 V, d. h. Analogue input (Reg 170) >= 920 Counts.
- Analogue Bi-position Mode (Betriebsart 20): 1,88 V bei steigender und 0,63 V bei fallender Spannung, d. h. Analogue input (Reg 170) >= 384 Counts bzw. unter 128 Counts. Die beiden Pegel bilden eine Hysterese.
- Positionserfassung über einen Analogeingang: 5,00 V, d. h. Analog input 1 (Reg 216) > 1024 Counts. Derselbe Pegel gilt für Analog input 2 (Reg 218), wenn die Erfassung für Analogeingang 2 aktiviert ist.

Register 41, T_HOME (Home torque), beeinflusst außerdem die Polarität beim Sensor-Homing: Die Firmware wertet den Sensor als Exklusiv-ODER aus „Analogue input (Reg 170) über 4,5 V“ und einem negativen Home torque (Reg 41) aus. Ein negatives Homing-Drehmoment invertiert somit die Polarität, sodass eine Spannung unter 4,5 V zum aktiven Pegel wird.

Schwellwert ändern

In diesen Betriebsarten wird das Offset-Register vor dem Vergleich immer zum Messwert addiert. Die physikalische Auslösespannung ergibt sich daher aus Schwellwert minus Offset. Beispiel: Soll der Sensor-Homing-Schwellwert von 4,5 V auf 3,0 V abgesenkt werden, schreiben Sie 4,5 V - 3,0 V = 1,5 V = 307 Counts in das Offset-Register. Register 222, IOSETUP (Analog input selector), Bits 0-3, legt sowohl fest, welcher physische Eingang nach Analogue input (Reg 170) kopiert wird, als auch welches Offset-Register addiert wird: Wert 0 = Analogeingang 1 mit Analogue input offset (Reg 171), Wert 1 = Analogeingang 1 mit Analog input 1 offset (Reg 217), Wert 2 = Analogeingang 2 mit Analog input 2 offset (Reg 219), Wert 3 = Analogeingang 3 mit Analog input 3 offset (Reg 221). Die Positionserfassung verwendet nicht Analogue input (Reg 170), sondern vergleicht Analog input 1 (Reg 216) und Analog input 2 (Reg 218) jeweils direkt mit dem zugehörigen Offset-Register.

2.7 Anwenderausgänge

Option !

2.7.1 Anwenderausgänge

Ist ein MAC-Motor mit digitalen Anwenderausgängen ausgestattet, beschreibt dieser Abschnitt deren Verwendung.
Siehe außerdem „Verfügbare I/O-Optionen ermitteln“, Seite 39.

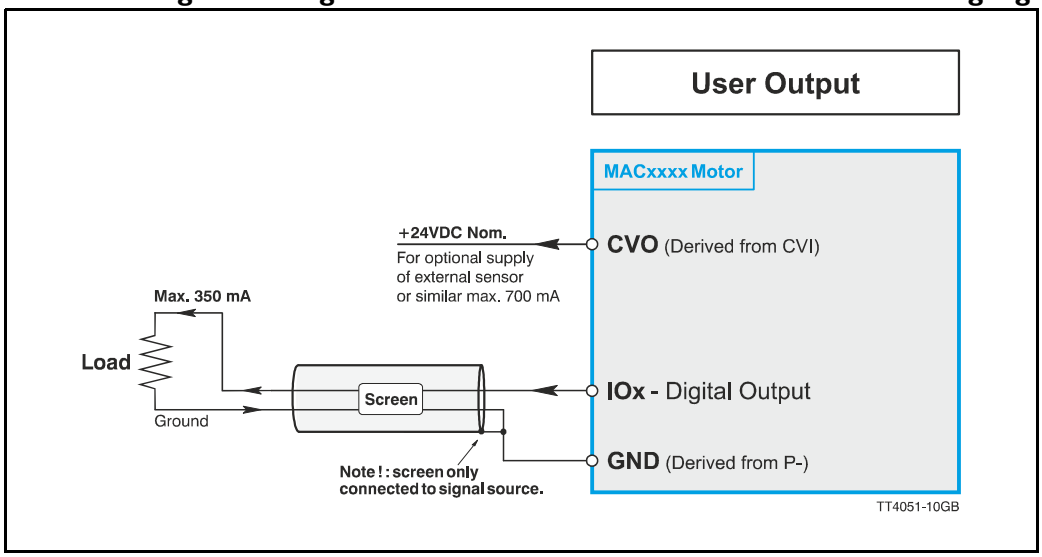
Die physische Anordnung der Stecker mit den I/Os ist im Kapitel „Anschlussübersicht“, Seite 12, dargestellt.

Je nach I/O-Option verfügt der Motor über 1 oder 8 Digitalausgänge.

Die Ausgänge besitzen folgende Hauptmerkmale:

- Überstrom- und Übertemperaturschutz.
- Kurzschlussschutz gegen Masse; die betroffenen Ausgänge werden abgeschaltet, bis der Kurzschluss beseitigt ist - siehe Beschreibung
- Für hohe induktive Lasten geschützt.
- Keine galvanische Trennung, jedoch sehr robust gegenüber elektrischem Rauschen sowie Spannungsspitzen/Surges.
- Ausgangsstrom bis 350 mA je Ausgang.
- Die Ausgänge sind Source-/PNP-Ausgänge und mit 18–32 V DC kompatibel.
- Die optionalen *Signale „In* Position“ *und* „Error“ können jedem der Ausgänge 1 bis 8 zugeordnet werden.

Die Abbildung unten zeigt den Anschluss einer externen Last an einen Ausgang.



2.7 Anwenderausgänge

Option !

2.7.2 Allgemeines

Abhängig von der gewählten Option ist der Motor mit einem oder acht Digitalausgängen ausgestattet.

Jeder Ausgang kann abhängig von der grundlegenden Betriebsart des Motors für unterschiedliche Zwecke verwendet werden. Die Ausgänge sind nicht galvanisch von anderen Stromkreisen im Motor getrennt.

Die Ausgangsschaltung wird über die Steuerspannungsklemme CVI versorgt.

Die Ausgangsschaltung arbeitet mit Spannungen im Bereich von 18–32 V DC.

Jeder I/O-Kanal 1–8 kann kontinuierlich bis zu 350 mA liefern. Der dedizierte Ausgang OUT1 am 8-poligen I/O-Stecker ist auf 300 mA begrenzt und wird über CVO versorgt. Alle Ausgänge sind als Source-Treiber ausgeführt. Wird ein Ausgang aktiviert, wird die Steuerspannung CVI mit dem entsprechenden Ausgangsanschluss verbunden. Siehe Abbildung oben.

2.7.3 Überlastung der Anwenderausgänge

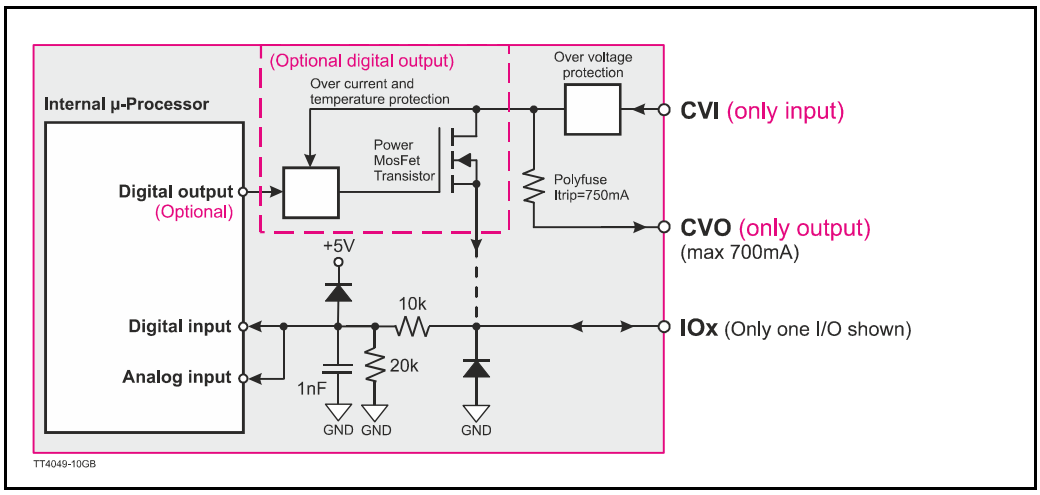
Alle Ausgänge sind kurzschlussfest. Bei einem Kurzschluss trennt der Ausgangstreiber die betroffenen Ausgänge automatisch ab und nimmt den normalen Betrieb wieder auf, sobald der Kurzschluss beseitigt wurde. Der Ausgang funktioniert erst nach Beseitigung des Kurzschlusses wieder normal.

HINWEIS: Legen Sie an CVI keine Spannung über 32 V DC an. Andernfalls kann die Ausgangsschaltung schwer beschädigt werden und eine Reparatur im Werk erforderlich sein.

Werden ein oder mehrere Ausgänge kurzgeschlossen, trennt der Ausgangstreiber die betroffenen Ausgänge selbsttätig ab. Motor und laufendes ePLC-Programm werden nicht gestoppt; der Zustand wird beim MAC G3 auch nicht in einem Register gemeldet.

2.7.4 Interne Schaltung hinter dem Ein-/Ausgangsanschluss

Funktionsschaltbild Ein-/Ausgang:



Die I/O-Klemme ist durch Klemmdioden, Sicherung und Hochfrequenzfilter umfassend geschützt, sodass sie elektrische Störungen und andere typische Einflüsse einer industriellen Umgebung zuverlässig verkraftet.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

Siehe auch „Fehlerausgang: Positionsvergleich“, Seite 154, und „Dedizierte I/O-Funktionen“, Seite 155.

2.8 Kommunikationsschnittstelle

2.8.1 Serielle Schnittstellen

Der Controller bietet optional zwei serielle Schnittstellen:

- RS485 - symmetrische 2-Draht-Schnittstelle für bis zu 32 Teilnehmer in Mehrachsanwendungen und für Modbus-Kommunikation (Standard).
- Optional: Ethernet-Schnittstelle für Industrial-Ethernet-Protokolle wie EtherNet/IP, EtherCAT, PROFINET einschließlich PROFIdrive-Profil und weitere. Siehe auch „Industrial Ethernet“, Seite 187.

Ethernet und RS485 können gleichzeitig verwendet werden.



Bitte beachten: Die Anzahl der verfügbaren I/O-Anschlüsse kann je nach Motortyp und Steckerkonfiguration variieren. Siehe Kapitel „Anschlussübersicht“, Seite 12.

2.8 Kommunikationsschnittstelle

2.8.2 RS485-Schnittstelle

2.8.2.1 RS485 - Allgemeine Beschreibung

Die RS485-Schnittstelle bietet im Vergleich zu USB oder RS232 eine deutlich höhere Störfestigkeit. Bis zu 32 Motoren können an denselben Schnittstellenbus angeschlossen werden.

Beim Anschluss der RS485-Schnittstelle an eine zentrale Steuerung sind folgende Regeln zu beachten:

1 Verdrillte Adernpaare verwenden.

2 Geschirmtes Kabel verwenden.

3 Sicherstellen, dass auch GND angeschlossen ist.

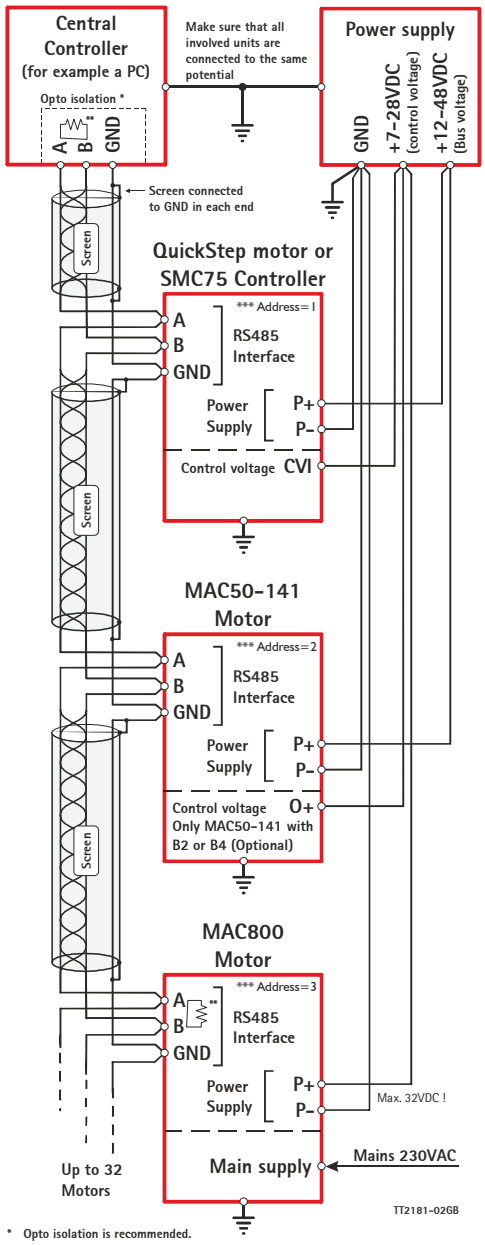
4 Alle beteiligten Geräte ordnungsgemäß mit Schutzleiter/Erde verbinden, damit sie sich auf dasselbe Bezugspotenzial beziehen.

5 Jeweils das letzte Gerät an beiden Enden des Netzwerks mit einem 120-Ohm-Abschlusswiderstand zwischen A und B terminieren.

6 Versorgungsleitungen möglichst einzeln ausführen, um Spannungsabfälle zwischen den Motoren zu reduzieren.

7 RS485-Schnittstelle der zentralen Steuerung: Sofern verfügbar, wird dringend eine Ausführung mit optischer Trennung empfohlen.

RS485 network with 1 x QuickStep, 1 x MAC140 and 1 x MAC800 mounted with MAC00-B1, B2 or B4 modules.



* Opto isolation is recommended.

** The last unit in each end of the line must be terminated. The MAC00-B1, B2 and B4 contain this feature. See the individual module descriptions. The QuickStep motor does not have a resistor built-in, the resistor has to be mounted externally, for instance in the M12 connector.

*** Each unit connected must be setup with an address via The MacTalk program. If only one unit is connected no address is needed.

Standardkonfiguration:
Datenbits = 8

Baudrate = 115200
Stoppbit = 1
Parität = keine

USB-zu-RS485-Konverter: https://de.jvl.dk/1247/usb-rs485-konverter-m12

2.8.2.2 RS485 - Serielles Frameformat

Register 213, UART1_SETUP (UART1: Setup serial RS422/MF1), konfiguriert die serielle Schnittstelle an den Multifunktions-I/O-Anschlüssen (A1+/A1-, B1+/B1-). Darüber laufen Modbus- und SerialGear-Kommunikation, wenn Bits 0-1 von HW Setup (Reg 39) den seriellen Modus auswählen (Werkseinstellung). Der B0-/A0+-RS485-MacTalk-Port wird dadurch nicht beeinflusst. Standardmäßig (Wert 0x300B27) arbeitet der Port mit 8-O-1-Format (8 Datenbits, ungerade Parität, 1 Stoppbit) bei 1 Mbaud mit dem JVL-Module-Modbus-Protokoll. Bits 11-13 wählen die Parität, Bits 14-15 die Stoppbits.

Bits 11-13 (UARTX_PARITY_MASK): 0 = gerade Parität; 1 = ungerade Parität (Werkseinstellung, 8-O-1); 2-7 = keine **Parität.** HINWEIS: Wenn das Protokollfeld (Bits 4-7) JVL Module Modbus (Protokoll 2) auswählt, verwendet die Firmware unabhängig von diesem Feld immer ungerade Parität.

Bits 14-15 (UARTX_STOPBITS_MASK): 0 = 1 Stoppbit (Werkseinstellung); 1 = 1 Stoppbit (1,5 Stoppbits werden nicht unterstützt); 2 = 2 Stoppbits; 3 = reserviert (1 Stoppbit).

Register 213 - UART1: Setup serial RS422/MF1 (UART1_SETUP)

TT4071-12GB

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

Bits 11-13: RS485 parity (UARTX_PARITY_MASK)

Value	Function / Influence
0 (default)	No parity: 8N1 frame format.
1	Odd parity: 8O1 frame format.
2	Even parity: 8E1 frame format.

Bit 31 - 14 and Bit 10 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Register 213 - UART1: Setup serial RS422/MF1 (UART1_SETUP)

TT4072-12GB

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

Bits 14-15: RS485 stop bits (UARTX_STOPBITS_MASK)

Value	Function / Influence
0 (default)	1 stop bit.
1	2 stop bits.

Bit 31 - 16 and Bit 13 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Nach Änderung des Frameformats „Save in Motor“ ausführen und den Motor zurücksetzen. Alle Geräte im RS485-Netzwerk müssen dasselbe Frameformat verwenden.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

2.8 Kommunikationsschnittstelle

2.8.3 SerialGear Master-/Slave-Rolle

Der MAC-Motor kann in einem SerialGear-Netzwerk betrieben werden, in dem ein Master-Motor Positionsdaten über die RS485-Verbindung an einen oder mehrere Slave-Motoren überträgt. Bits 24-25 (UARTX_OPT_SM_MASK) von Register 213, UART1_-SETUP (UART1: Setup serial RS422/MF1), wählen die Rolle aus.

Wert 0 (Werkseinstellung): Standard-Modbus-Slave. Der Motor wartet passiv auf Befehle eines externen Modbus-Masters.

Wert 1: SerialGear-Slave. Der Motor folgt den Positionstelegrammen des SerialGear-Masters und meldet einen Modbus-Kommunikationsfehler, wenn innerhalb der Timeout-Zeit kein Telegramm empfangen wird.

Wert 2: SerialGear-Master. Der Motor überträgt seine Actual position (Reg 10) an den Slave und überwacht den Fehlerstatus des Slaves.

Wert 3: RxP-Master. Das eingebettete ePLC/eRxP-Programm arbeitet als Modbus-Master.

Register 213 - UART1: Setup serial RS422/MF1 (UART1_SETUP)

TT4069-12GB

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

Bits 24-25: SerialGear master/slave role (UARTX_OPT_SM_MASK)

Value	Function / Influence
0 (default)	Standard Modbus slave: passive, waits for commands from an external master.
1	SerialGear slave: follows master position telegrams; raises Modbus Com. Error on timeout.
2	SerialGear master: sends actual position to the slave; monitors slave error status.
3	RxP master: embedded ePLC/eRxP program acts as the Modbus master.

Bit 31 - 26 and Bit 23 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Nach Änderung der Bits 24-25 „Save in Motor“ ausführen und den Motor zurücksetzen. Der Dateninhalt des SerialGear-Masters kann mit Bits 8-10 von Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), erweitert werden; siehe die Abschnitte zu ZUP_Px_OFFSET, ZUP_PSOLL_PAIR und ZUP_VSOLL_PAIR.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

2.8.4 SerialGear-Master-Datenoptionen

Wenn Bits 24-25 von Register 213, UART1_SETUP (UART1: Setup serial RS422/MF1), auf SerialGear-Masterbetrieb (Wert 2) eingestellt sind, steuern drei Bits in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), welche Positions- und Drehzahldaten der Master an den Slave überträgt.

Bit 8 (ZUP_Px_OFFSET, Maske 0x100): Standardmäßig sendet der Master Actual position (Reg 10). Ist das Bit gesetzt, sendet der Master stattdessen Actual position (Reg 10) plus Position Reg 6 (Reg 59). Dadurch kann der mechanische Nullpunkt des Slaves gegenüber dem Master versetzt werden.

Bit 9 (ZUP_PSOLL_PAIR, Maske 0x200): Ist das Bit gesetzt, überträgt der Master den Positionssollwert Requested position (Reg 3) anstelle von Actual position (Reg 10). Der Slave folgt damit der Sollposition des Masters (Vorsteuerung), wodurch sich der Schleppfehler in hochdynamischen Systemen verringern kann.

Bit 10 (ZUP_VSOLL_PAIR, Maske 0x400): Ist das Bit gesetzt, überträgt der Master den Drehzahlsollwert Velocity (Reg 5) anstelle einer Position. Das Telegramm enthält dann nur diesen Einzelwert, der in Velocity (Reg 5) des Slaves geschrieben wird. Solange Bit 10 gesetzt ist, haben Bit 8 und Bit 9 keine Wirkung.

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4081-12GB



Bit 8: SerialGear master sends position offset (ZUP_Px_OFFSET)

Value	Function / Influence
0 (default)	SerialGear master transmits actual position P_IST to slave.
1	SerialGear master transmits P_IST + POS5 (position offset) to slave.

Bit 31 - 9 and Bit 7 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4082-12GB



Bit 9: SerialGear master sends P_SOLL (ZUP_PSOLL_PAIR)

Value	Function / Influence
0 (default)	SerialGear master transmits actual position P_IST to slave.
1	SerialGear master transmits position setpoint P_SOLL instead of P_IST.

Bit 31 - 10 and Bit 8 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4083-12GB



Bit 10: SerialGear master sends V_SOLL (ZUP_VSOLL_PAIR)

Value	Function / Influence
0 (default)	SerialGear master transmits position data only to slave.
1	SerialGear master also transmits velocity setpoint V_SOLL (feed-forward).

Bit 31 - 11 and Bit 9 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Diese Bits haben nur bei aktivem SerialGear-Masterbetrieb Wirkung, d. h. wenn Bits 24-25 von UART1: Setup serial RS422/MF1 (Reg 213) = 2 sind. Die betreffenden Bits in Setup Bits special (Reg 236) setzen, anschließend „Save in Motor“ ausführen und den Motor zurücksetzen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

2.8.5 FastMac-Befehle

Ein FastMac-Befehl ist ein Ein-Byte-Befehl (Wert 0-127), mit dem der Motor einen Satz vorgeladener Register aktiviert oder eine kleine integrierte Funktion ausführt. Der Befehlssatz stammt aus dem FastMac-Protokoll, das bei früheren MAC-Motorgenerationen zwischen Schnittstellenmodulen und Basismotor verwendet wurde. Der MAC G3 besitzt weder Schnittstellenmodule noch einen seriellen FastMac-Kanal, unterstützt den Befehlssatz jedoch vollständig. Damit lassen sich Bewegungen mit einem einzigen Register-Schreibzugriff sehr schnell auslösen.
Der Befehlswert wird wie folgt interpretiert:
Werte 0-95: Bits 6-5 wählen die Betriebsart; die übrigen Bits wählen und aktivieren eines der vorgeladenen Register. Wird beispielsweise P4 im Position Mode aktiviert, wird P4 nach Requested position (Reg 3) kopiert und die Bewegung gestartet.

Registerauswahl (Befehlswerte 0-95)
Der Befehlswert ist die Summe aus Betriebsarten-Offset und Registerindex N. Der Offset beträgt 0 für Passive, 32 für Velocity und 64 für Position Mode; N (0–31) wählt das Register:

- N = 0–7: Position Reg 1 bis Position Reg 8 (Reg 49–63, in Zweierschritten) – in MacTalk als P1–P8 dargestellt. Die gewählte Position wird sofort nach Requested position (Reg 3) kopiert; die Bewegung startet unmittelbar.
- N = 8–15: Velocity Reg 1 bis Velocity Reg 8 (Reg 65–72) – V1–V8.
- N = 16–19: Acceleration Reg 1 bis Acceleration Reg 4 (Reg 73–76) – A1–A4.
- N = 20–23: Torque Reg 1 bis Torque Reg 4 (Reg 77–80) – T1–T4.
- N = 24–27: Load Reg 1 bis Load Reg 4 (Reg 81–84) – L1–L4.
- N = 28–31: In position window 1 bis In position window 4 (Reg 85–88) – Z1–Z4.

Beispiel: Der Befehlswert 32 + 9 = 41 – als 169 in Special Command (Reg 211) geschrieben – wählt den Velocity Mode und aktiviert Velocity Reg 2 (Reg 66), in MacTalk als V2 angezeigt.

Sonderbefehle (Befehlswerte 96-127)
Die Befehlswerte 96–127 führen eine integrierte Funktion aus, anstatt ein Register zu aktivieren. N ist im Folgenden die Befehlsnummer, also der Befehlswert minus 96; der Wert in Klammern muss in Special Command (Reg 211) geschrieben werden:

- N = 1 (225): Fehlerbits in Error status (Reg 35) löschen.
- N = 2 (226): Requested position (Reg 3) = 0 setzen und In-Position-Status löschen.
- N = 3 (227): Actual position (Reg 10) = 0 setzen.
- N = 4 (228): P_FNC (Reg 8) = 0 setzen und In-Position-Status löschen.
- N = 5 (229): Velocity (Reg 5) = 0 setzen.
- N = 6 (230): Torque (Reg 7) = 0 setzen.
- N = 7 (231): Löscht die Statusbits In Position, Accelerating und Decelerating.
- N = 8 und 9 (232 und 233): Startet eine relative Bewegung um die in Position Reg

7 (Reg 61) bzw. Position Reg 8 (Reg 63) festgelegte Anzahl Counts unter Verwendung von P_FNC (Reg 8). P_FNC (Reg 8) wird mit dem aktuellen Follow error (Reg 20) abzüglich der gewählten Position geladen.

- N = 12–15 (236–239): Registersatz 1–4 aktivieren. Position, Drehzahl, Beschleunigung, Drehmoment, Last und In-Position-Fenster mit demselben Index werden gemeinsam geladen; anschließend startet die Bewegung.
- N = 16 (240): Homing-Sequenz starten. Die Modusnummer aus Bits 8–15 von Home mode (Reg 42) wird nach Operating mode (Reg 2) kopiert. Ist dieses Feld null, geschieht nichts.
- N = 17 und 18 (241 und 242): Requested position (Reg 3) = Actual position (Reg 10) + Position Reg 7 (Reg 61) bzw. + Position Reg 8 (Reg 63).
- N = 20 (244): Absolute Positionierung verwenden.
- N = 21 (245): Relative Positionierung über Requested position (Reg 3) verwenden.
- N = 22 (246): Relative Positionierung über P_FNC (Reg 8) verwenden.
- N = 23 (247): Position absolut synchronisieren – Actual position (Reg 10) und Requested position (Reg 3) werden beide auf Resynchronize position (Reg 4) gesetzt.
- N = 24 (248): Position relativ synchronisieren – Actual position (Reg 10) und Requested position (Reg 3) werden beide um Resynchronize position (Reg 4) erhöht.

Die übrigen Befehlsnummern – 0, 10, 11, 19 und 25–31 – sind entweder ohne Funktion oder gehören zum seriellen FastMac-Kanal, den der MAC G3 nicht besitzt. Die vom High-Resolution-Modus beeinflussten Sonderbefehle sind im Kapitel Servoabstimmung aufgeführt.
Durch Schreiben des Befehlswerts + 128 in Register 211, COMMAND_REG (Special Command). Dies funktioniert über jede Schnittstelle, die Register schreiben kann: MacTalk, RS485, Modbus oder Industrial Ethernet. Beispiel: Wird 248 (128 + 120) in Special Command (Reg 211) geschrieben, wird FastMac-Befehl 120 ausgeführt.
Aus einem ePLC-Programm mit dem Befehl Send FastMac – siehe Kapitel MacTalk.

2.8.6 Registeräquivalente der MacTalk-Schaltflächen

Die in MacTalk am häufigsten verwendeten Schaltflächen werden sämtlich durch Schreibzugriffe auf Register 211, COMMAND_REG (Special Command), umgesetzt. Sie können daher auch von einer SPS, einem Industrial-Ethernet-Master oder einem ePLC-Programm ausgeführt werden, ohne dass MacTalk verbunden ist.

- Reset Motor: Wert 1 in Special Command (Reg 211) schreiben. Der Motor führt sofort und bedingungslos einen CPU-Reset aus. Nicht im Flash gespeicherte Setup-Änderungen gehen verloren.
- Save in Motor: Wert 2 in Special Command (Reg 211) schreiben. Die Setup-Register werden im Flash gespeichert. Der Befehl wird nur akzeptiert, wenn Operating mode (Reg 2) = 0 (Passive Mode) oder 15 (Safe Mode) ist. In allen anderen Betriebsarten wird er ohne Meldung ignoriert – es wird nichts gespeichert und kein Fehler gesetzt. Nach Abschluss des Speichervorgangs setzt sich der Motor automatisch zurück.
- Clear Errors: Wert 225 in Special Command (Reg 211) schreiben. Dies ist der oben beschriebene FastMac-Sonderbefehl 1. Es werden ausschließlich die Fehlerbits in Error status (Reg 35) gelöscht; Status- und Steuerbits im selben Register bleiben erhalten. Weiterhin anliegende Fehler werden sofort erneut gesetzt.
- Start Homing: Wert 240 in Special Command (Reg 211) schreiben. Dies ist FastMac-Sonderbefehl 16. Der Motor startet die durch Bits 15:8 von Home mode (Reg 42) gewählte Homing-Betriebsart. Ist dieses Feld 0, geschieht nichts. Siehe „Homing-

Konfiguration über Motorregister“ im Kapitel „Grundlegender Motorbetrieb“. Um ein Setup zuverlässig zu speichern, setzen Sie zunächst Operating mode (Reg 2) auf 0 und damit den Motor in den Passive Mode. Schreiben Sie anschließend den Wert 2 in Special Command (Reg 211). Warten Sie, bis der Motor den automatischen Reset abgeschlossen hat und wieder hochgefahren ist, bevor die Kommunikation fortgesetzt wird.

HINWEIS: Fehler dürfen nicht durch Schreiben von 0 in Error status (Reg 35) gelöscht werden. Dieses Register enthält auch Status- und Steuerbits - beispielsweise Bit 14, das die Software-Positionsgrenzen deaktiviert. Wird das gesamte Register auf 0 geschrieben, werden diese Bits ebenfalls gelöscht.

2.9 EMV-Hinweise

2.9.1 Allgemeines

Die MAC-Motorfamilie vermeidet die typischen Störprobleme herkömmlicher Systeme mit langen Motorkabeln, die Störungen abstrahlen, und Rückführleitungen, die empfindlich auf externe Störquellen reagieren.
Dennoch müssen mögliche Störungen auf Kommunikationsleitungen sowie an den acht universellen Ein- und Ausgängen berücksichtigt werden.
Bei jeder schnellen Pegeländerung eines digitalen Signals entsteht eine Störspitze. Diese koppelt auf andere Adern im selben Kabel und in geringerem Maß auch auf Leitungen in benachbarten Kabeln ein. Ein typisches Beispiel ist ein Digitalausgang des MAC-Motors, der von Low auf High schaltet, um ein Relais anzusteuern. Wird dieses Digitalsignal gemeinsam mit RS485-Signalen in einem mehradrigen Kabel geführt, besteht ein erhebliches Risiko, dass die RS485-Kommunikation so stark gestört wird, dass Übertragungsfehler entstehen und Wiederholungen durch die Software erforderlich werden.
Werden während des Betriebs Kommunikationssignale gemeinsam mit digitalen Ein- oder Ausgangssignalen verwendet, sind entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung von Störungen erforderlich.
Die folgenden Abschnitte beschreiben Maßnahmen zur Behebung von Störproblemen. In den meisten Installationen sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich. Treten jedoch Störprobleme auf oder müssen diese sicher vermieden werden, wird dringend empfohlen, die folgenden Hinweise zu beachten.

2.9.2 Kurze Kabel verwenden

Je kürzer ein Kabel ist, desto geringer ist die Störbeeinflussung. Halten Sie die Kabel daher so kurz wie möglich. Überschüssige Leitungslänge sollte nicht aufgewickelt, sondern auf die tatsächlich benötigte Länge gekürzt werden.

2.9.3 Getrennte Kabel verwenden

Digitale Signale möglichst nicht im selben mehradrigen Kabel wie RS485-Kommunikationssignale führen.
Der Stecker enthält sowohl die RS485-Signale als auch die Ein- und Ausgänge.
In vielen Anwendungen werden längst nicht alle Ein- und Ausgänge verwendet. Werden höchstens vier I/Os benötigt, sollten nach Möglichkeit nur I/O 5 bis 8 verwendet werden, die normalerweise über einen anderen Stecker am Motor verfügbar sind.

2.9.4 Filter verwenden

Werden mehr als vier I/Os benötigt, können I/O 1 bis 4 vorzugsweise als Eingänge und I/O 5 bis 8 als Ausgänge verwendet werden. Üblicherweise lässt sich vor Eintritt der digitalen Eingangssignale in das Kabel ein Hardwarefilter einsetzen. Mit einem geeigneten Filter verursachen diese Signale in der Regel keine Probleme auf der RS485-Leitung.
Auch Ausgänge können gefiltert werden, dies ist jedoch aufwendiger. Eine Möglichkeit besteht darin, vom Motor kurze Leitungen zu den Filtern und von dort längere Leitungen zu den angeschlossenen Lasten zu verwenden. Alternativ kann unmittelbar am Motor eine Verteilerbox eingesetzt werden, von der I/Os und RS485 in getrennten Kabeln weitergeführt werden.

2.9 EMV-Hinweise

2.9.5 RS485-Signale mit Abschlusswiderständen terminieren.

RS485 wird typischerweise verwendet, um einen Master-PC oder eine SPS mit einem oder mehreren Motoren in Linienstruktur zu verbinden. An beiden Enden der Linie muss ein 120-Ohm-Abschlusswiderstand zwischen A+ und B- angeschlossen werden. Im Master-PC bzw. in der SPS ist üblicherweise bereits ein Abschlusswiderstand vorhanden. In den Motoren selbst ist keine Terminierung integriert. Daher muss am Kabelende hinter dem letzten Motor ein externer Widerstand angeschlossen werden. Hat der letzte Motor kein weiterführendes Anschlusskabel, sollte ein Stecker verwendet werden, in dem der Widerstand zwischen A+ und B- eingelötet ist.

Alternativ kann ein Stecker mit kurzem Kabel verwendet werden, bei dem der Widerstand zwischen den beiden Adern für A- und B+ eingelötet ist. Verwenden Sie bei Bedarf einzeln geschirmte Adern.
Einzeln geschirmte Kabel verwenden.

In Installationen, in denen RS485-Signale gemeinsam mit schnell schaltenden Digitalsignalen geführt werden müssen, sollten zusätzlich zu kurzen Kabellängen und Abschlusswiderständen hochwertige Kabel verwendet werden, bei denen jede Ader gegenüber den übrigen Adern separat geschirmt ist, beispielsweise durch Metallfolie. Diese Kabel sind teurer, können jedoch aufgrund der geforderten Störfestigkeit wirtschaftlicher sein als eine vollständige Trennung der Leitungswege.

2.9.6 Einfache Gesamtschirmung verwenden

Auch Kabel mit einem gemeinsamen Schirm für alle Signaladern verbessern die Störfestigkeit, gewährleisten bei gemischten Signalen jedoch nicht in jedem Fall einen vollständig stabilen Betrieb. Führt ein Kabel ausschließlich RS485 oder ausschließlich digitale I/Os, wird diese einfache und kostengünstige Schirmungsart empfohlen.

2.9.7 Gestörte Kommunikation prüfen

Ein EMV-Test kann die Kommunikation stören, ohne den Motor anzuhalten. Eine Störung, die lediglich einige Wiederholungen verursacht, hinterlässt keinen dauerhaften Hinweis im Motorstatus. Ein Motor, der während einer Beaufschlagung weiterläuft, beweist daher nicht, dass die Kommunikation störungsfrei blieb. Der Motor zählt jedoch Kommunikationsfehler; diese Zähler können vor und nach jeder Beaufschlagung ausgelesen werden.
Lesen Sie die Zähler unmittelbar vor Beginn der Beaufschlagung und erneut direkt nach deren Ende aus und verwenden Sie die Differenz zwischen beiden Messwerten. Nur diese Differenz ist aussagekräftig. Die Zähler sind kumulativ und werden beim Motorstart nicht zurückgesetzt; ihre Absolutwerte sagen daher nichts über den Test aus.
Elf Zähler sind relevant; die nachfolgende Tabelle enthält die vollständige Liste. Die letzte Spalte nennt anhand der Bezeichnungen aus der Anschlussübersicht das Kabel, das geprüft werden sollte, wenn sich ein Zähler verändert hat.

Zähler	Register	Gezählte Ereignisse	Zu prüfendes Kabel
Kommunikationsfehler der seriellen Schnittstelle	208	Fehler im MacTalk-Telegramm	XG0 (I/O): Adernpaar, Schirm, Terminierung
Modbus Frame-/Parameterfehlerzähler	240	Framing-, Overrun-, Paritätsfehler XG0 (I/O)	XG0 (I/O)
Modbus-CRC-Fehlerzähler	241	Fehlerhafte Modbus-Prüfsumme XG0 (I/O)	XG0 (I/O)
Serial 1	18221	Prüfsumme, serielle Schnittstelle XG0 (I/O)	XG0 (I/O)
Ethernet 1	18222	Framefehler auf Ethernet	XG1 (LA-I), XG2 (LA-O): Kabel, Schirm, Switch
internal a	18216	Interne Kommunikation	Beliebiges Kabel einschließlich Schutzleiter
internal b	18218	Interne Kommunikation	Beliebiges Kabel einschließlich Schutzleiter
internal c	18219	Interne Kommunikation	Beliebiges Kabel einschließlich Schutzleiter
internal d	18220	Interne Kommunikation	Beliebiges Kabel einschließlich Schutzleiter
internal e	245	Interne Kommunikation	Beliebiges Kabel einschließlich Schutzleiter
internal f	18217	Interne Kommunikation, Firmware-Update	Beliebiges Kabel einschließlich Schutzleiter

HINWEIS: Von den Zählern in der Tabelle sind nur die ersten drei in MacTalk benannt. Die übrigen werden über eine Registerschnittstelle anhand ihrer Nummer ausgelesen. Besonders zu beachten: MacTalk zeigt ein Register „SPI CRC error count“ unter Adresse 16423 an. Diese Adresse wird von der aktuellen Firmware nicht verwendet und liefert stets 0; der funktionierende Zähler befindet sich unter 18216.

2.9.7.1 Welches Kabel zuerst prüfen?

Die letzte Spalte der Tabelle nennt das jeweils zuerst zu prüfende Kabel. Ein Fall ist in der Tabelle nicht enthalten: eine Störung der Encoder-Verbindung. Beim MAC G3 gibt es dafür keinen Zähler; die Störung zeigt sich stattdessen als Positionsfehler oder Follow Error. Dabei ist keines der Kommunikationskabel beteiligt - prüfen Sie das Encoderkabel und dessen Schirmung.
Sind die in der letzten Spalte genannten Kabel geprüft und steigt ein Zähler weiterhin, wenden Sie sich an den JVL-Support. Übermitteln Sie die Zählerstände vor und nach der Beaufschlagung, den Event Log und den Motortyp. Damit lässt sich der Zähler der zugehörigen Verbindung zuordnen und eine genauere Diagnose erstellen, als es die Tabelle allein zulässt.

HINWEIS: ModBus CRC err. cnt. (Reg 241) ist ein einzelner Zähler, der von mehreren Protokollen und mehreren seriellen Kanälen gemeinsam genutzt wird. Er kann einen Modbus-RTU-CRC16-Fehler nicht von einem OMRON-XOR-FCS-Fehler unterscheiden und auch nicht bestimmen, auf welchem seriellen Kanal der Fehler auftrat. Ein steigender Wert zeigt daher beschädigte Telegramme an, nicht jedoch die betroffene Verbindung.

HINWEIS: Die beiden Modbus-Zähler erfassen nicht dieselben Telegramme. Arbeitet der Motor als Modbus-Slave, zählt Modbus frmn/Par. err. cnt. (Reg 240) nur Fehler in Telegrammen, die an diesen Motor adressiert oder als Broadcast gesendet wurden; außerdem deckt dieser Zähler nicht jeden seriellen Kanal des Motors ab. ModBus CRC err. cnt. (Reg 241) wird dagegen nicht nach Adresse gefiltert. Die beiden Zähler ändern sich daher nicht zwangsläufig um denselben Betrag; eine Differenz zwischen ihnen ist für sich allein kein Fehlerhinweis.

Die Zähler liefern Summenwerte; der Event Log liefert Zeitpunkte. Der Motor führt im nichtflüchtigen Speicher einen Event Log mit 512 Einträgen, jeweils mit 40-Bit-Zeitstempel. Der Log bleibt über einen Power Cycle erhalten und kann in MacTalk ausgelesen oder als Datei 158 aus dem Motor übertragen werden.
Da jeder Eintrag mit einem Zeitstempel versehen ist, zeigt das Protokoll, wann ein Fehler auftrat, und nicht nur, wie viele Fehler insgesamt vorlagen. Dadurch lässt sich ein Fehler einem bestimmten Beaufschlagungsschritt des Tests zuordnen. Es lohnt sich daher, das Protokoll auch dann auszulesen, wenn sich die Zähler nur um wenige Counts verändert haben. Siehe auch „Ereignisprotokoll“, Seite 175.

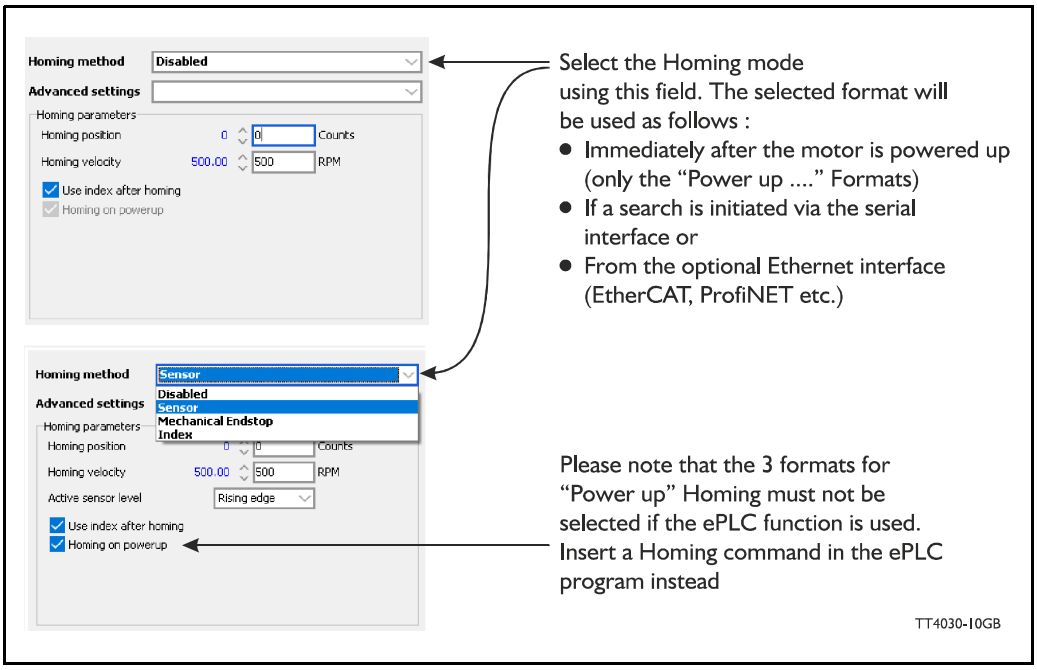
HINWEIS: Fehlerzähler und Event Log sind voneinander unabhängige Mechanismen. Ein beschädigtes Telegramm erhöht einen Zähler, erzeugt aber nicht automatisch einen Eintrag im Event Log. Lesen Sie daher beides aus.

3 Grundlegender Motorbetrieb

3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

3.1.1 Homing-Verfahren

In jedem Positioniersystem muss nach dem Einschalten oder zu bestimmten Zeitpunkten während des Betriebs eine mechanische Nullposition gefunden werden können. Der MAC-Motor bietet hierfür fünf unterschiedliche Homing-Verfahren, *die im* MacTalk-Hauptfenster oder durch einen Befehl über eine der seriellen Schnittstellen ausgewählt werden können.
Jedes der fünf *Homing-Verfahren* kann außerdem automatisch beim Einschalten gestartet oder während des normalen Betriebs durch einen Befehl ausgelöst werden.



Das Feld Homing method bietet vier Auswahlmöglichkeiten, die über das Feld Advanced settings weiter spezifiziert werden. Daraus ergeben sich folgende Kombinationen:

Homing-Methode	Precision	Genauigkeit Externer Sensor erforderlich
Disabled (kein *Homing*)	-	-
Mechanical Endstop	Niedrig	Nein
Sensor (unidirektional)	Mittel	Ja
Sensor (bidirektional)	Hoch	Ja
Index (Standard)	Hoch	Nein
Index (Schnell)	Mittel	Nein

Die Felder auf der Homing-Seite haben folgende Funktionen.

Homing method

Wählt das grundlegende Homing-Verfahren: Disabled, Sensor, Mechanical Endstop oder Index. Zusammen mit dem Feld Advanced settings bestimmt es die Modusnummer, die beim Start eines Homing in Operating mode (Reg 2) geschrieben wird: Mechanical Endstop verwendet Mode 12, Sensor Mode 13 (unidirektional) bzw. Mode 14 (bidirektional), Index Mode 25 bzw. Mode 26.

Erweiterte Einstellungen

Präzisiert die gewählte Homing-Methode. Für Mechanical Endstop stehen Forward und

Reverse zur Auswahl. Für Sensor sind dies Unidirectional Forward, Unidirectional Reverse, Bidirectional Forward und Bidirectional Reverse. Bei Index wird hier eine der beiden später in diesem Abschnitt beschriebenen Index-Homing-Varianten gewählt. Die Richtung wird als Vorzeichen von Home velocity (Reg 40) im Motor gespeichert: Ein negativer Wert bewirkt die Suche in Rückwärtsrichtung.

Active sensor level
Nur vorhanden, wenn Homing method = Sensor gewählt ist. Hier wird festgelegt, welche Polarität des Nullpunktsensors als Aktivierung gilt. Im Motor wird die Polarität über das Vorzeichen von Home torque (Reg 41) gespeichert: Der Sensor gilt als aktiviert, wenn die Spannung am Analogeingang über 4,5 V liegt; bei negativem Home torque wird diese Auswertung invertiert.

Homing parameters
Homing position (Counts) ist der Positionswert, der dem gefundenen Nullpunkt zugewiesen wird. Er wird in Home offset (Reg 38) gespeichert; siehe „Nullpunkt-Offset definieren“ weiter unten. Homing velocity (RPM) ist die während der Suche verwendete Drehzahl und wird in Home velocity (Reg 40) gespeichert. Homing torque (%) wird in Home torque (Reg 41) gespeichert und dient beim Verfahren Mechanical Endstop als Drehmomentgrenze zur Erkennung des mechanischen Anschlags.

Use index after homing
Ist dieses Kontrollkästchen aktiviert, ermittelt der Motor nach Abschluss des Homing die interne Encoder-Indexposition und verwendet sie als Nullpunkt. Siehe „Indexposition nach dem Homing ermitteln“ weiter unten.

Homing on powerup
Ist dieses Kontrollkästchen aktiviert, wird die Modusnummer des gewählten Homing in Bits 0-7 von Home mode (Reg 42) gespeichert; der Motor startet nach jedem Einschalten automatisch in dieser Homing-Betriebsart anstatt im normalen Startmodus. Ist das Kontrollkästchen nicht aktiviert, sind Bits 0-7 = 0 und der Motor startet im normalen Startmodus. Die Modusnummer, die bei einem Homing-Startbefehl über eine serielle Schnittstelle verwendet wird, steht in Bits 8-15 desselben Registers.

3.1.2 Beschreibung der grundlegenden Homing-Verfahren

Disabled (Standard)
Homing *ist* deaktiviert.

Mechanical Endstop
Die *Homing-Funktion* sucht die Nullposition, bis eine mechanische „Kollision“ erkannt wird. Der Punkt, an dem das Motordrehmoment dem eingestellten Wert von Homing torque *(Reg* 41) entspricht, wird als Nullposition definiert.

Sensor
Die Homing-Funktion sucht die Nullposition, bis ein externer Sensor aktiviert wird. Der Aktivierungspunkt des Sensors wird als Nullpunkt definiert.

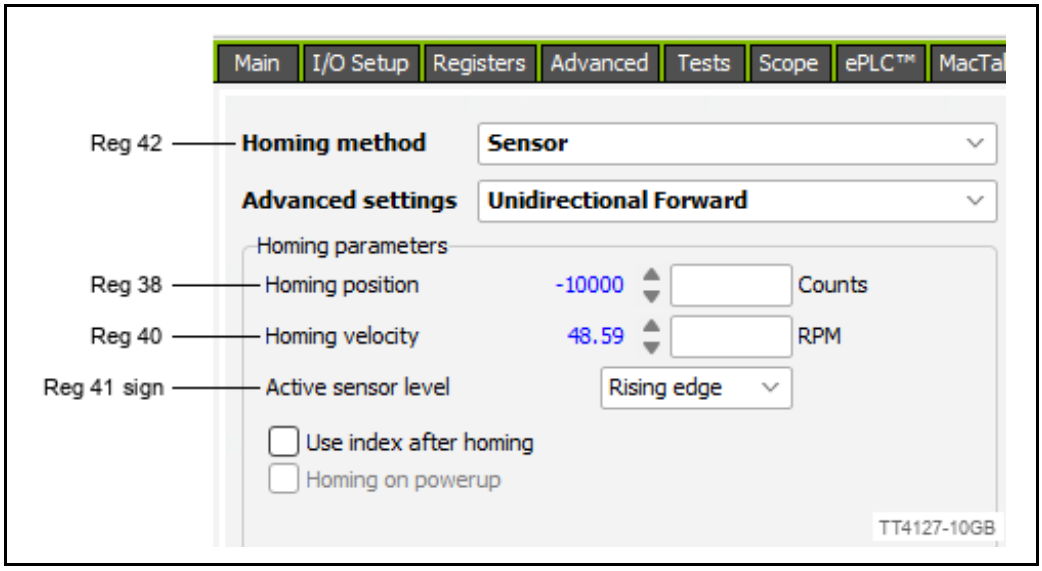
Index
Die *Homing-Funktion* bewegt den Motor um bis zu 1,5 Umdrehungen und ermittelt die Indexposition des internen Encoders. Die gefundene Position wird als Nullpunkt definiert. Es stehen vier Einstellungen zur Verfügung: *Standard Forward/Reverse* und *Quick Forward/Reverse*. *Standard* ist *genauer,* aber langsamer als *Quick*.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die grundlegenden Homing-Verfahren *im Detail.*

3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

3.1.3 Homing starten

Ist Homing *mode auf* Disabled gesetzt, *wird zu keinem* Zeitpunkt *eine* Referenzfahrt ausgeführt.

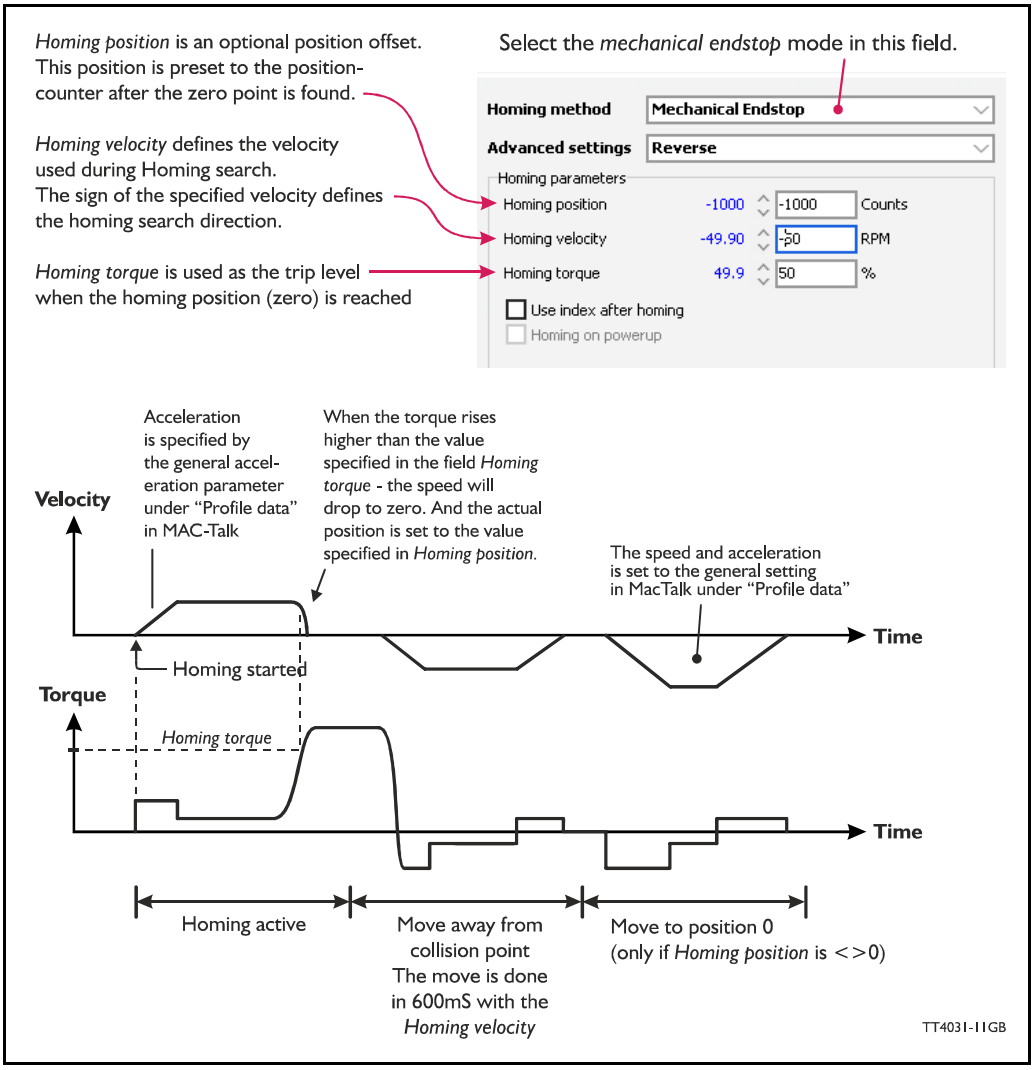


Ist Homing on powerup ausgewählt, wird das Homing-Verfahren bei jedem Neustart bzw. Power Cycle des MAC-Motors ausgeführt.
Homing kann außerdem über die Schaltfläche Start Homing auf der Homing-Seite gestartet *werden*.
Eine entsprechende Schaltfläche befindet sich auch auf *der Seite* Tests.
Derselbe Befehl ist über jede Registerschnittstelle verfügbar - siehe „Homing-Konfiguration über Motorregister“, *Seite 69*.
Weitere Einzelheiten finden Sie in den detaillierten Beschreibungen der Homing-Verfahren auf den folgenden Seiten.

3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

3.1.4 Mechanical Endstop

Mechanical Endstop wird entsprechend der folgenden Abbildung ausgeführt.



Die *Referenzfahrt* gegen einen *mechanischen Anschlag* ist eine kostengünstige und einfache Methode zur Ermittlung der mechanischen Nullposition. Dabei sind jedoch folgende kritische Punkte zu beachten.

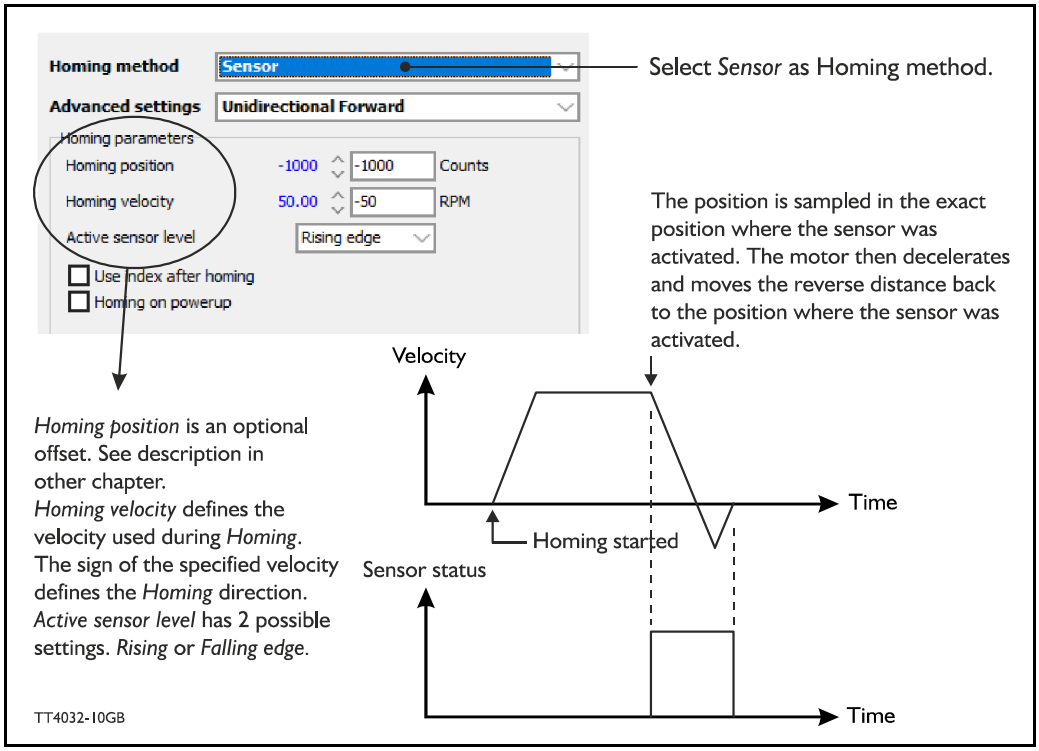
- Stellen Sie sicher, dass *Homing torque* (Reg 41) auf einen geeigneten Wert oberhalb der mechanischen Reibung im System eingestellt ist, damit nicht fälschlicherweise ein Reibmoment als Nullpunkt erkannt wird. Eine sinnvolle Vorgehensweise besteht darin, den Motor im Velocity Mode mit derselben Drehzahl laufen zu lassen, die später für Homing verwendet wird, und das tatsächliche Motordrehmoment zu beobachten. Dieser Wert wird im Statusbereich rechts im Hauptfenster *angezeigt*. Stellen Sie Homing torque anschließend 10-20 % höher als den dabei beobachteten Wert ein.

- Für eine hohe Wiederholgenauigkeit des Nullpunkts muss der mechanische „Kollisionspunkt" möglichst steif und eindeutig definiert sein.

3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

3.1.5 Sensor Homing

Die sensorbasierte *Referenzfahrt* erfolgt entsprechend der folgenden Abbildung.



Der Nullpunktsensor muss an einen der Analogeingänge (AIN) angeschlossen werden, der während des Homing als Digitaleingang arbeitet.
Anschlussinformationen und elektrische Daten siehe Analoge Eingänge, Seite 44.

Unidirektionales und bidirektionales Sensor Homing
Beim unidirektionalen Sensor Homing fährt der Motor mit Home velocity (Reg 40), bis der Nullpunktsensor aktiv wird. In diesem Moment stoppt der Motor und der Positionszähler wird auf Null gesetzt. Der Nullpunkt ist somit der Aktivierungspunkt des Sensors.

Bidirektionales Sensor Homing verwendet dagegen die gegenüberliegende Sensorflanke. Sobald der Sensor aktiv wird, kehrt der Motor mit deutlich geringerer Geschwindigkeit um - einem Vierundsechzigstel von Home velocity plus einem Count pro Abtastung - und fährt weiter, bis der Sensor wieder inaktiv wird. Der Nullpunkt ist dieser Deaktivierungspunkt. Da die Sensorflanke mit sehr geringer Geschwindigkeit verlassen wird, ist die Wiederholgenauigkeit deutlich höher als bei der Aktivierungsflanke, die mit voller Homing-Drehzahl erreicht wird. Bidirektionales Homing liefert daher einen genaueren Nullpunkt als unidirektionales Homing, benötigt jedoch mehr Zeit.

Beide Varianten berücksichtigen auch einen Sensor, der beim Start des Homing bereits aktiv ist. Der Motor fährt zunächst in Gegenrichtung, bis der Sensor inaktiv wird, und beginnt erst danach die eigentliche Suche in der gewählten Richtung. Vor dem Start ist daher keine besondere mechanische Vorbereitung erforderlich. MacTalk bezeichnet die beiden Varianten im Tooltip des Felds Advanced settings weiterhin als Sensor type 1 (unidirektional) und Sensor type 2 (bidirektional); frühere Anleitungen verwendeten diese Bezeichnungen durchgängig. Beachten Sie außerdem, dass einige MacTalk-Feldbezeichnungen noch die ältere Terminologie verwenden: Zero search position, Zero search velocity und Zero search torque entsprechen Home offset (Reg 38), Home velocity (Reg

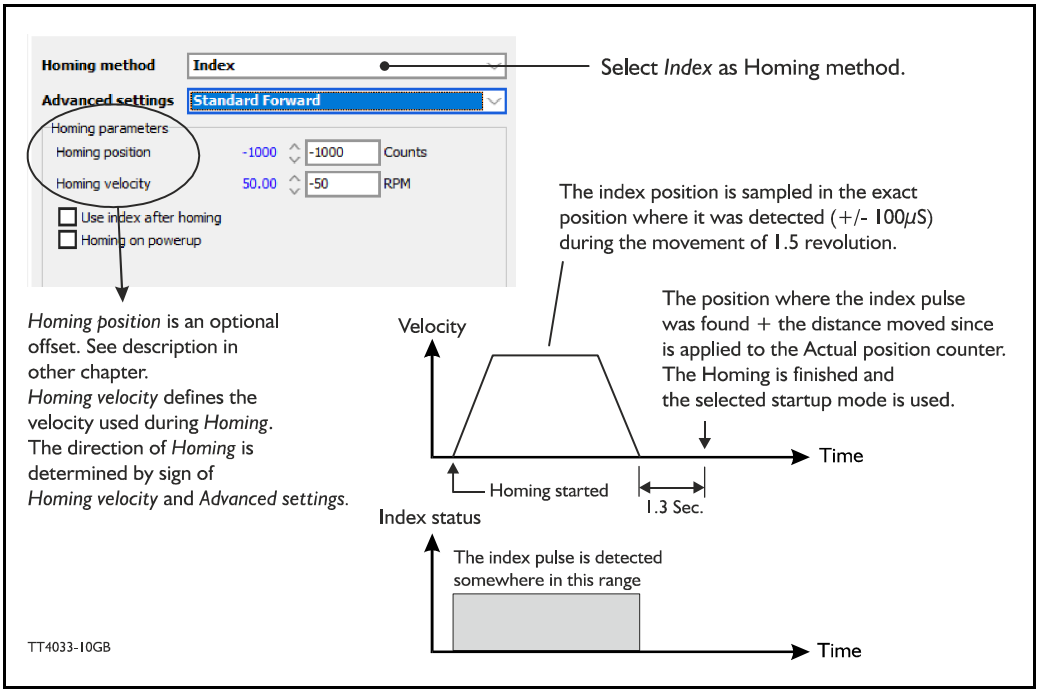
40) und Home torque (Reg 41); das Kontrollkästchen für die Indexfunktion heißt Use index after zero search.
(Fortsetzung)
In beiden Varianten ist der endgültige Nullpunkt der Mittelwert aus 32 Positionsabtastungen, die nach einer Einschwingzeit von 1000 Servozyklen - bei werkseitiger Abtastzeit ungefähr 1 Sekunde - aufgenommen werden; anschließend wird Register 38, P_HOME (Home offset), addiert.

3.1.6 Index Homing

Der Motor stellt außerdem einen eindeutigen Punkt pro Motorumdrehung bereit, den sogenannten Indexpunkt. Beim MAC G3 handelt es sich dabei nicht um einen separaten Impulsausgang des Encoders, sondern um die feste Nullposition der absoluten Singleturn-Messung. Die aktuelle Singleturn-Position steht in Register 209, INDEX_IST (Single turn position), zur Verfügung und zählt über eine mechanische Umdrehung von 0 bis 8191. Bei Anwendungen mit einem Arbeitsbereich von höchstens einer Umdrehung kann dieser Punkt als mechanischer Nullpunkt verwendet werden. Dadurch entfallen externe Sensoren, und Mechanik sowie Verkabelung werden vereinfacht.

Für dieses Homing-Verfahren stehen vier Einstellungen zur Verfügung: Standard *Forward, Standard Reverse, Quick* Forward oder Quick Reverse. Standard ist langsamer, aber deutlich genauer, da die Indexposition bei stillstehendem Motor gemessen und über 32 Abtastungen gemittelt wird. Abhängig von Homing-Drehzahl und Gesamtbeschleunigung *kann* der Vorgang einige Sekunden dauern.

Beim Index-Homing bewegt sich der Motor im Standard Mode insgesamt exakt 1,5 Umdrehungen. Anschließend wird eine Pause von ca. einer Sekunde (1024 Servozyklen) verwendet, um die Motorposition zu stabilisieren und verschiedene Berechnungen durchzuführen.
Im Quick Mode stoppt der Motor, sobald der Indexpuls gefunden wurde; eine Pause wird nicht verwendet.



3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

3.1.7 Homing-Konfiguration über Motorregister

Wird die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, Profibus, CANopen oder eine andere direkte Schnittstelle zum Basismotor vorgenommen, gelten die folgenden Angaben.

Standard Index Homing starten:
Dezimalwert 25 in Register 2, MODE_REG (Operating mode), schreiben. Die Referenzfahrt *startet* sofort. Der Wert ist 32 Bit unsigned.

Quick Index *Homing* starten:
Dezimalwert 26 in Operating mode (Reg 2) schreiben. Die Referenzfahrt *startet* sofort. Der Wert ist 32 Bit unsigned.

Homing-Drehzahl einstellen:
Drehzahlwert in Register 40, V_HOME (Home velocity), schreiben. Das Vorzeichen bestimmt die Homing-Richtung.
Eine Drehzahl von 100 U/min muss als 218 geschrieben werden (bei werkseitiger Abtastzeit und Auflösung gilt 1 U/min = 2,18). Der Wert wird als vorzeichenbehafteter 32-Bit-Wert angegeben.

Zum Einstellen der Homing-Position in Home offset (Reg 38) siehe „Nullpunkt-Offset definieren“, *Seite 70.*

Homing-Verfahren auswählen und per Befehl starten:
Register 42, HOME_MODE (Home mode), enthält in den unteren beiden Bytes zwei unabhängige Modusnummern. Bits 7:0 wählen das Homing-Verfahren, das der Motor bei jedem Start automatisch ausführt. Ist dieses Feld 0, startet der Motor stattdessen in dem in Register 37, START_MODE (Start mode), hinterlegten Modus. Bits 15:8 wählen das Homing-Verfahren, das bei einem Start-Homing-Befehl ausgeführt wird.

Zum Auslösen des Befehls Wert 240 in Register 211, COMMAND_REG (Special Command), schreiben. Der Motor kopiert die Modusnummer aus Bits 15:8 von Home mode (Reg 42) nach Operating mode (Reg 2); Homing startet sofort. Sind Bits 15:8 = 0, geschieht nichts. Dieser Befehl entspricht der Schaltfläche Start Homing in MacTalk.

Beide Felder verwenden dieselben Modusnummern wie Operating mode (Reg 2): 12 für Mechanical Endstop, 13 für Sensor (unidirektional), 14 für Sensor (bidirektional), 25 für Index Homing Standard und 26 für Index Homing Quick. Wird einer dieser Werte wie oben beschrieben direkt in Operating mode (Reg 2) geschrieben, startet Homing sofort, ohne Home mode (Reg 42) zu verwenden.

Abschluss eines Homing erkennen:
Nach Abschluss einer Homing-Sequenz setzt der Motor Bit 16 in Home mode (Reg 42) und Bit 18 „Homing done“ in Error status (Reg 35). Beide Bits werden beim Start eines neuen Homing sowie nach Reset oder Power Cycle wieder gelöscht. Daher kann jedes der beiden Bits abgefragt werden, um den Abschluss einer angeforderten Referenzfahrt zu erkennen.

3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

3.1.8 Nullpunkt-Offset definieren

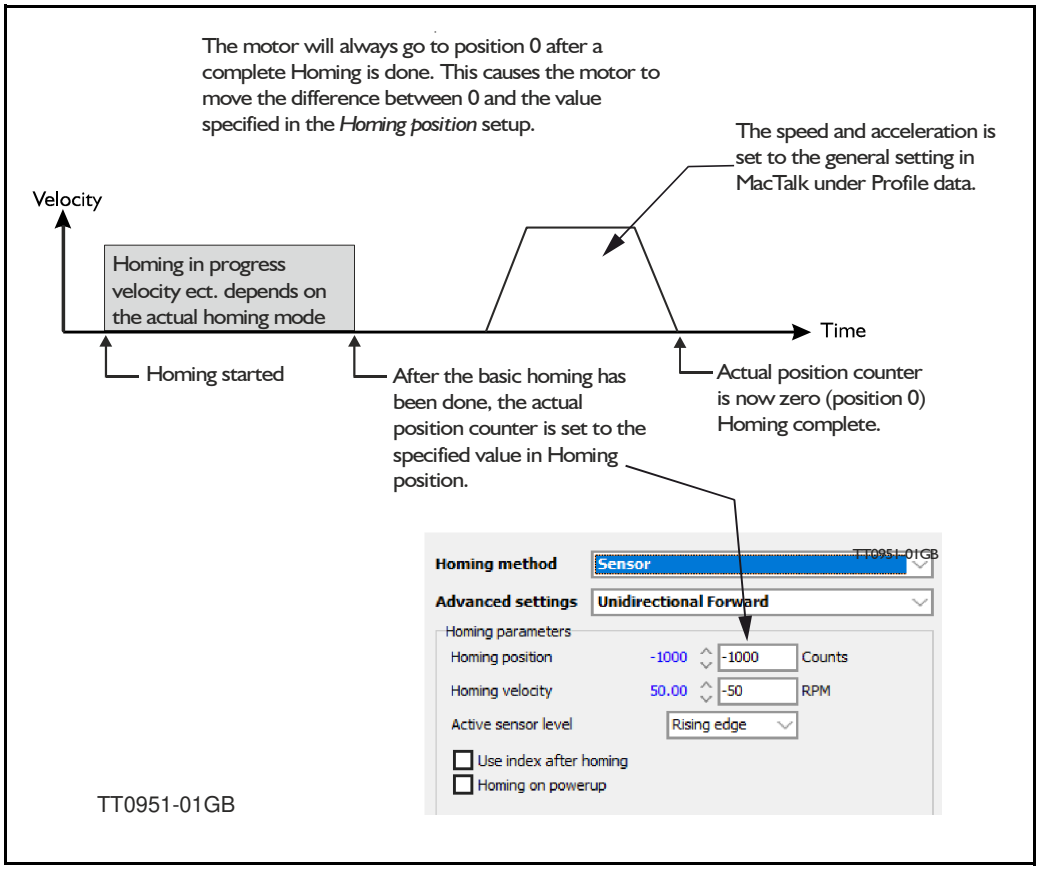
Bei allen *Homing-Verfahren* kann der Nullpunkt optional an einer anderen Position als dem physikalischen Referenzpunkt (Anschlag, Sensor oder Index) liegen. Der Offset wird im Feld „Homing position“ (Reg 38) eingetragen. Sobald der Referenzpunkt gefunden wurde, wird der Positionszähler (Reg 10) auf diesen Wert statt auf 0 gesetzt.
Wann ist ein Nullpunkt-Offset sinnvoll?

- Wenn der Arbeitsbereich zweckmäßige positive Positionen (0 bis +n) verwenden soll. Ohne Offset ist dies nicht immer möglich, da der Referenzpunkt und damit Position 0 weit außerhalb oder in der Mitte des Arbeitsbereichs liegen kann.
- Wenn der Motor nach einem Power-up-Homing automatisch eine definierte Start-position anfahren soll.

Der Offsetwert wird im Feld „Homing *position*“ eingetragen.
Der vollständige *Homing-Ablauf* erfolgt in folgender Reihenfolge:

1. Das Homing wird entweder automatisch beim Einschalten oder durch einen Befehl über die Schnittstelle gestartet.
2. Das grundlegende Homing ist abgeschlossen, und der Positionszähler wird auf den im Feld Homing position eingetragenen Wert gesetzt.
   3. Weicht der Homing-Positionswert von Position 0 ab, fährt der Motor nun auf Position 0.
4. Das *Homing* ist damit abgeschlossen. Der Motor wechselt in den Normalbetrieb, also in die im Hauptfenster im Feld „Startup mode“ gewählte Betriebsart.

Die Abbildung unten zeigt den vollständigen Ablauf.



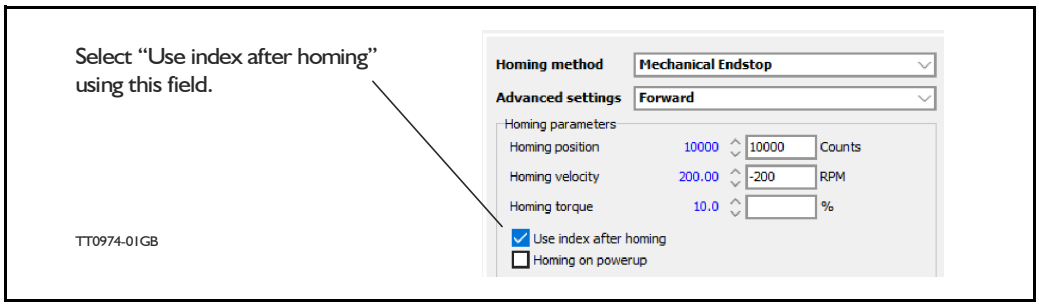
3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

3.1.9 Indexposition nach dem Homing ermitteln

Der Motor besitzt pro Umdrehung einen eindeutigen Punkt, den Indexpunkt. Er wird aus dem absoluten Singleturn-Encoder an dessen fester Nullposition erzeugt und liegt daher immer an derselben physikalischen Position.
Durch Aktivieren der Funktion Use index after homing kann ein besonders genauer Nullpunkt definiert werden.

HINWEIS: Der Nullpunkt wird rechnerisch anhand der absoluten Singleturn-Position verfeinert und nicht durch Suche nach einem Impuls. Die Funktion arbeitet daher mit jedem in dieser Anleitung behandelten Motortyp, einschließlich Varianten mit absolutem Multiturn-Encoder.

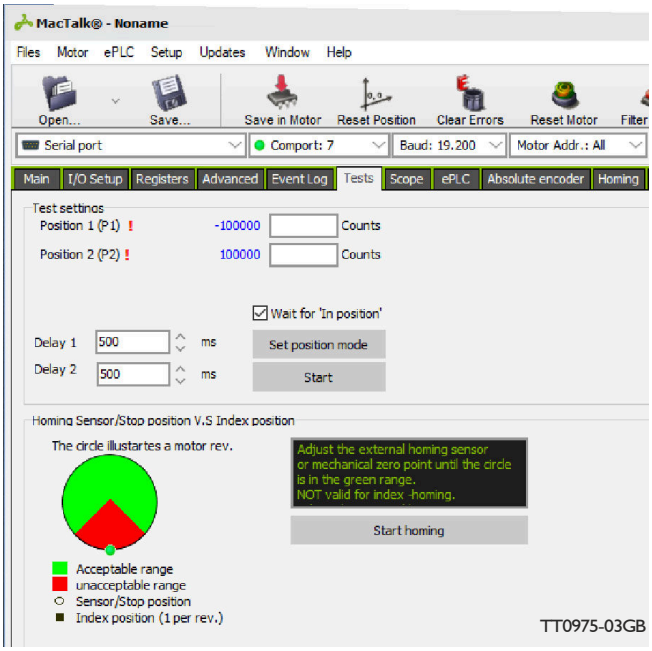
Wenn der Nullpunktsensor oder der mechanische Anschlag erreicht wird, speichert der Motor die aktuelle Singleturn-Position. Am Ende der Homing-Sequenz wird dieser gespeicherte Wert auf den berechneten Nullpunkt angewendet. Damit wird die Referenz vom tatsächlichen Sensor-Schaltpunkt auf einen festen Punkt innerhalb dieser Umdrehung verschoben. Die Wiederholgenauigkeit des Nullpunkts wird somit durch den Encoder und nicht durch den Sensor bestimmt.
Diese Funktion ist vorgesehen, wenn der externe Sensor nicht die erforderliche Genauigkeit bietet. Sie kann nach jedem grundlegenden Homing-Verfahren verwendet werden, einschließlich Mechanical Endstop. *Aktivieren* Sie Use index after *homing im* Homing-Fenster.



Bei aktivierter Funktion ist es sehr wichtig, den externen Homing-Sensor so *einzustellen,* dass er innerhalb des richtigen Positionsbereichs und mit ausreichendem Abstand zum Indexpunkt schaltet. Dadurch wird sichergestellt, dass bei jeder Referenzfahrt *derselbe* Index verwendet wird. Schaltet der externe Sensor zu nahe an einem Indexpunkt, können kleine Abweichungen dazu *führen,* dass die Referenzfahrt auf den Indexpunkt der benachbarten Umdrehung bezogen abgeschlossen wird. Dies entspricht in der Praxis einem Positionsfehler von einer vollständigen Motorumdrehung. *Die* Einstellung des Homing-Punkts ist unabhängig vom gewählten *Homing-Verfahren* erforderlich.

3.1 Mechanische Referenzfahrt (Homing)

Die folgende Abbildung zeigt die Registerkarte Tests ***in*** MacTalk, die zum Einstellen des Homing-Punkts verwendet *werden* muss.



HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

3.2 Elektromechanische Bremse

Only MACxxxx-y5-zzzzzzz and MACxxxx-y6-zzzzzzz

Dieser Abschnitt gilt nur für MAC-Motoren mit Bremsoption -5 oder -6.
Die Typbezeichnung lautet entsprechend MACxxxx-y**5-zzzzzzz oder MACxxxx-y6-zzzzzzz.**

3.2.1 Einführung

Der Motor kann mit einer elektromechanischen Bremse ausgestattet werden, um die Position im Passive Mode sowie bei abgeschalteter Versorgung zu halten, wenn der Motor selbst kein Drehmoment erzeugt. Dies ist beispielsweise bei vertikalen Achsen sinnvoll.
Die Bremsensteuerung stellt stets sicher, dass die Bremse aktiviert wird und den Motor hält, sobald der Motor nicht bestromt ist und sich dadurch unkontrolliert aus der Sollposition bewegen könnte.
Zum Aktivieren und Deaktivieren der Bremse ist kein Eingriff des Anwenders erforderlich.

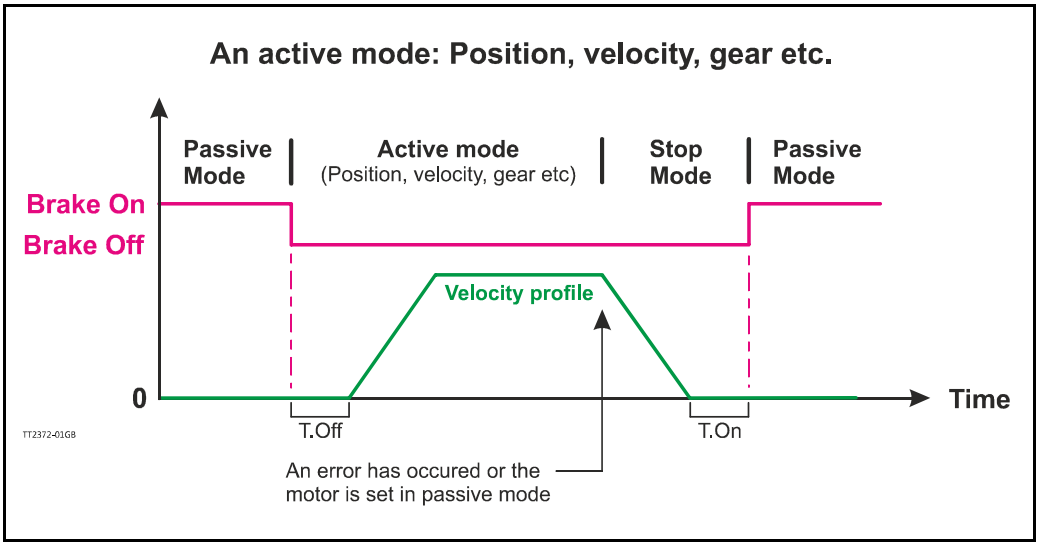
3.2.2 Zeitverhalten der Bremse

Im Passive Mode ist die Bremse immer aktiv, da der Motor kein Drehmoment erzeugt. Beim Wechsel in eine aktive Betriebsart wird zunächst der Halte-/Standby-Strom angelegt und die Bremse gelöst. Da das vollständige Lösen einige Millisekunden benötigt, entsteht eine kurze Verzögerung, bevor der Motor fahren kann.

Ab Firmware-Version 3.1 können die Verzögerungen für Anziehen und Lösen der Bremse parametriert werden.

Register 287, BRAKE_TIME_MS (Brake On Time), steuert die Anzugsverzögerung - die Zeit, die die Firmware nach dem Abbremsen bis zum Stillstand wartet, bevor die Bremse greifen darf.

Register 288, UNBRAKE_TIME_MS (Brake Off Time), steuert die Löseverzögerung - die Zeit, die die Firmware nach dem Anlegen des Standby-Stroms wartet, bevor der Motor fahren darf. Die Werte werden in Millisekunden angegeben, maximal 1000 ms. Die Standardwerte wurden je Rotorgröße ermittelt: MAC404 und MAC604 verwenden 64 ms zum Anziehen und 78 ms zum Lösen; MAC802, MAC804, MAC1004, MAC1202, MAC1403 und MAC1404 verwenden 74 ms zum Anziehen und 66 ms zum Lösen. Die gemessenen Zeiten werden mit einem Sicherheitsfaktor multipliziert - 1,3 beim Anziehen und 1,6 beim Lösen - damit eine belastete Vertikalachse nicht absackt, bevor die Bremse sicher greift. Eine Verkürzung reduziert diese Sicherheitsreserve. Änderungen werden sofort wirksam; speichern Sie die Einstellungen jedoch dauerhaft mit „Save in Motor“, da sie sonst beim nächsten Ausschalten verloren gehen.



3.2.3 Brake Power Save

Ab Firmware-Version 3.1.2.0 reduziert der Motor die Leistung der Bremsspule, nachdem die Bremse gelöst wurde. Ein Motor mit Bremse wird wärmer als derselbe Motor ohne Bremse. Bei hoher Last oder hoher Umgebungstemperatur kann diese zusätzliche Wärme die dauerhaft mögliche Einschaltdauer reduzieren.
Beim Lösen der Bremse wird zwei Sekunden lang die volle Leistung angelegt, damit sie zuverlässig öffnet. Danach wird die Leistung auf einen Haltewert reduziert, standardmäßig 62,5 %. Zum Offenhalten der Bremse ist weniger Leistung erforderlich als zum Öffnen; die Reduzierung verringert daher die Verlustleistung der Bremsspule und damit die in den Motor eingebrachte Wärme. Gemessen an einem MAC1202 sinkt der Bremsstrom von 0,51 A bei voller Leistung auf 0,19 A bei der Werkseinstellung.
Die zwei Sekunden sind fest vorgegeben und können nicht geändert werden. Der Haltepegel wird mit den Bits 31–29 in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), eingestellt. Das Feld ist ein vorzeichenbehafteter Drei-Bit-Wert; die Reihenfolge ist daher nicht fortlaufend:

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

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

Bit 31 - 29: Brake holding power, applied 2 seconds after the brake is released

Value	Function / Influence
0 (default)	62.5 % holding power
1	75 %
2	87.5 %
3	100 % - the power is not reduced, Brake Power Save is off
4	12.5 %
5	25 %
6	37.5 %
7	50 %

The value is a signed three-bit field, so the order is not sequential.
The other bits of Register 236 are used for other purposes - do not overwrite them.

TT4104-11GB

Wert 3 deaktiviert die Funktion. Werkseinstellung ist 0, da diese Bits zuvor reserviert waren und 0 lieferten. Brake Power Save ist deshalb nach einem Firmware-Update ohne Änderung durch den Anwender aktiv.

3.2 Elektromechanische Bremse

Only MACxxxx-y5-zzzzzzz and MACxxxx-y6-zzzzzzz

Der Prozentwert bezieht sich auf die Leistung, die der Motor zum Lösen der Bremse verwendet; diese wird bereits entsprechend der tatsächlichen Steuerspannung (CVI) kompensiert. Die Bremse erhält daher bei 18 V und bei 32 V CVI denselben Haltewert. Der Wert ist ein PWM-Tastverhältnis und keine geregelte Spannung.

VORSICHT: Reduzieren Sie die Halteleistung nicht stärker, als es die Anwendung erlaubt. Ist sie zu niedrig, können Vibrationen oder mechanische Stöße dazu führen, dass die Bremsplatte Kontakt bekommt. Dies erzeugt mechanische Reibung und kann im ungünstigsten Fall den Motor während des Betriebs abbremsen. Die Werkseinstellung von 62,5 % ist bewusst konservativ gewählt, um eine Sicherheitsreserve für zuverlässiges Lösen zu gewährleisten. Eine Einstellung von 0 % existiert nicht, da die Bremse sonst einfallen würde.

Beispiel: Ein MAC1404 mit Bremse treibt in einem Schaltschrank bei 40 °C eine vertikale Achse an, und der Motor erreicht bei langen Zyklen seine thermische Grenze. Werden die Bits 31-29 auf 7 gesetzt, sinkt die Halteleistung auf 50 %, wodurch sich der Bremsstrom nochmals ungefähr halbiert. Prüfen Sie an der Maschine unter Vibration, dass die Bremse weiterhin zuverlässig gelöst bleibt, bevor diese Einstellung in die Produktion übernommen wird. Die Einstellung wird sofort wirksam; speichern Sie sie dauerhaft mit „Save in Motor“, da sie sonst beim nächsten Ausschalten verloren geht.

3.2 Elektromechanische Bremse

Only MACxxxx-y5-zzzzzzz and MACxxxx-y6-zzzzzzz

3.2.4 Bremsregister

Durch Setzen von Bit 7 in Register 36, CNTRL_BITS (Control bits), kann die Bremse deaktiviert werden. Der Motor kann dann unabhängig von Betriebsart oder Zustand frei drehen.

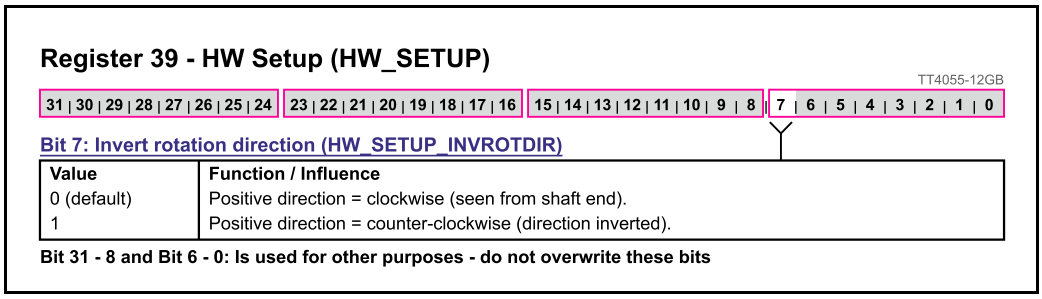
Externe Bremse: Ist eine externe Bremse vorhanden, setzen Sie Bit 8 (Maske 0x100) in Register 246, SETUP2_BITS (Scope/Samp.bits). Ausgang OUT1 folgt dann dem internen Bremsausgang. Die externe Bremse zieht und löst mit demselben Zeitverhalten wie die interne Bremse unter Verwendung von Brake On Time (Reg 287) und Brake Off Time (Reg 288); ein ePLC-Programm ist nicht erforderlich. Beachten Sie, dass OUT1 bei gesetztem Bit nicht als In-Position-Ausgang verwendet werden kann.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

3.3 Drehrichtung umkehren

Standardmäßig dreht ein positiver Wert von Requested position (Reg 3) oder Velocity (Reg 5) die Motorwelle im Uhrzeigersinn, vom Wellenende aus gesehen. Erfordert die mechanische Installation die entgegengesetzte Definition, kann die positive Richtung umgekehrt werden, ohne das Vorzeichen jedes Sollwerts, Übersetzungsverhältnisses oder jeder Homing-Drehzahl ändern zu müssen.

Setzen Sie Bit 7 (Maske 0x80) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup). Ist das Bit gesetzt, invertiert der Motor das angeforderte Drehmoment sowie die gemessene Drehzahl- und Positionsrückführung gemeinsam. Ein positiver Befehl dreht die Welle dann gegen den Uhrzeigersinn. Indexbasiertes Homing wird automatisch angepasst, sodass der Nullpunkt auch bei umgekehrter Richtung korrekt gefunden wird.



HINWEIS: HW Setup (Reg 39) wird nur einmal beim Einschalten/Reset gelesen. Nach Änderung von Bit 7, beispielsweise in der Registeransicht von MacTalk, muss der Motor zurückgesetzt oder aus- und wieder eingeschaltet werden, damit die neue Drehrichtung wirksam wird.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

3.4 Rundtischoption

3.4.1 Allgemeine Beschreibung

Die Rundtischoption - auch als Teilapparat, Indexiertisch oder Drehtisch bezeichnet - lässt den Motor in drei verschiedenen Varianten arbeiten, bei denen Actual position (Reg 10) und Requested position (Reg 3) auf einen kleineren Positionsbereich als im Normalbetrieb begrenzt werden. Dies ist für bestimmte mechanische Systeme besonders hilfreich.

Eine wesentliche Funktion ist die automatische Berechnung des kürzesten Wegs zu einer neuen Zielposition.
Die Option kann außerdem so verwendet werden, dass der Motor bei jedem Zielpositionswert stets in derselben Richtung fährt, auch wenn die neue Zielposition kleiner als die vorherige ist. In diesem Fall dreht der Motor in der konfigurierten CW- oder CCW-Richtung weiter, bis er die neue, kleinere Zielposition erreicht.
Die Istposition läuft auch dann nicht über, wenn der Motor beliebig lange in derselben Richtung dreht.

Grundprinzip ist die Definition eines Positionsbereichs mit einem frei wählbaren Minimum- und Maximumwert innerhalb des normalen Motorpositionsbereichs von -67 Millionen bis +67 Millionen Counts. Überschreitet die Istposition das Maximum, erfolgt ein Wrap-around, und die Zählung wird am Minimum in unveränderter Bewegungsrichtung fortgesetzt.

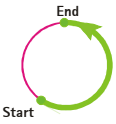
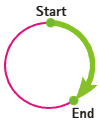
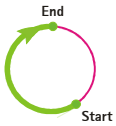
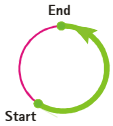
Unterschreitet die Position das Minimum, erfolgt entsprechend ein Wrap-around, und die Zählung wird vom Maximum aus nach unten fortgesetzt.

Im Betrieb ist die Hauptbetriebsart des Motors üblicherweise der Position Mode, wobei Operating mode (Reg 2) auf 2 gesetzt ist. Eine neue Zielposition wird durch Schreiben eines neuen Werts in Register 3, P_SOLL (Requested position), vorgegeben. Siehe auch Betriebsarten außer Position Mode, Seite 83.

Der in Requested position (Reg 3) geschriebene Wert sollte innerhalb des Rundtisch-Positionsbereichs liegen. Liegt der Wert außerhalb des durch *„Turn table pos. min.“* bzw. *„Turn table pos. max“* festgelegten Arbeitsbereichs, wird er auf die dort *angegebenen Grenzwerte* begrenzt. *Für eine* vollständige Umdrehung im CW- oder CCW-Betrieb wird ein Multiturn-Betrieb unterstützt - siehe folgende Abbildung. Die im Normalbetrieb für Software-Positionsgrenzen verwendeten Register definieren im Rundtischbetrieb den Arbeitsbereich.

3.4 Rundtischoption

Die fünf Betriebsvarianten des Rundtischbetriebs sind im folgenden Schema dargestellt:

Basic setup: Working range min./max= 0 to 7999 counts equal to one revolution. Examples based on MAC800	**Situation 1**	**Situation 2**
1 Singleturn CW rotation	 Setup : Start position 0 Target postion = 3000	 Setup : Start position 3000 Target postion = 0
2 Singleturn CCW rotation	 Setup : Start position 0 Target postion = 5000	 Setup : Start position 5000 Target postion = 0
3 Shortest path	 Setup : Start position 0 Target postion = 3000	 Setup : Start position 0 Target postion = 5000
4 Multiturn CW rotation	 Setup: Start position 0 Target postion = 19000 Result: P_SOLL = 3000 since the remainder after 19000 / 8000 is 3000.	 Setup : Start position 3000 Target postion = -1000 Result: Actual position (P_SOLL) =0 since the value is limited to the working range minimum
5 Multiturn CCW rotation	 Setup : Start position 5000 Target postion = 12345 Result: Actual position (P_SOLL) = 7999 since the value is imited against the working range maximum	 Setup: Start position 0 Target postion = -21000 Result: P_SOLL = 5000 since the remainder after 21000 / 8000 is 5000. TT1186GB

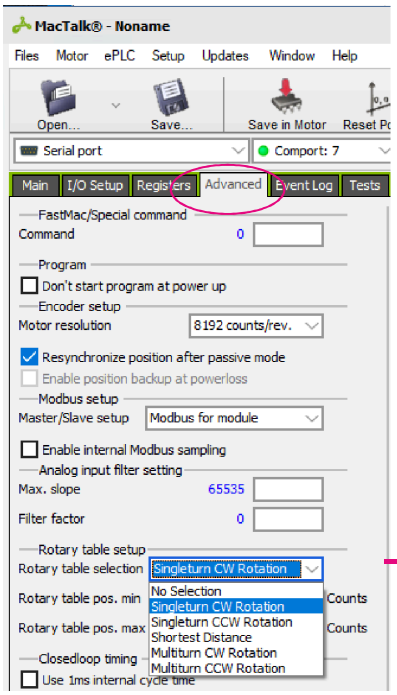
Note 1: In general, Actual position (P_SOLL) will be modified to be within the valid rotary table position working range if a value outside this range is written to the Actual position register (P_SOLL).

Note 2: When using the multiturn options (4 and 5) the position is limited as follows:
- Multiturn CW rotation (4). Values below working range minimum are limited to the minimum.
- Multiturn CCW rotation (5). Values above working range maximum are limited to the maximum.

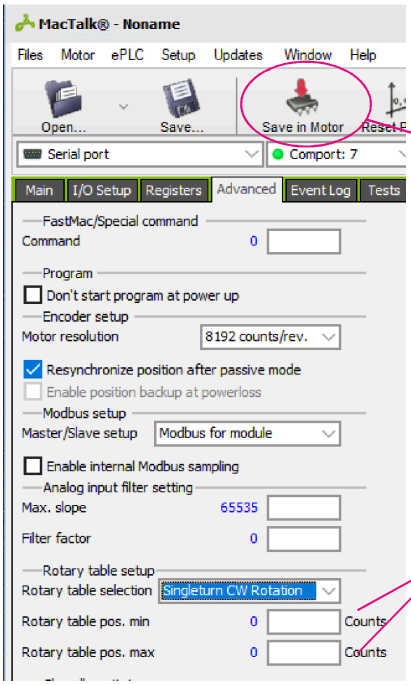
3.4 Rundtischoption

3.4.2 Konfiguration über MacTalk

Bei der Konfiguration mit MacTalk werden folgende Parameter verwendet:



The desired *Rotary table selection* is selected here at the *Advanced* tab.



After the setup is done please remember to save it in the permanent memory by pressing the *Save in Motor* button.

The working range can be defined here after selecting the type of turn table mode. Minimum is the lowest position possible to reach and maximum is the highest position that can be reached. Both in encoder counts. Both values are refering to the zero position found during the optional *Homing* or alternatively the zero point defined if using an absolute multiturn encoder.

TT1185-01GB

3.4 Rundtischoption

3.4.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, Profibus, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.
Der grundlegende Rundtischbetrieb wird über die Bits 24 und 25 in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), gewählt. Die Unterstützung des Multiturn-Rundtischbetriebs wird über Bit 26 desselben Registers aktiviert.

Register 28, MIN_P_IST (Minimale Position)

Enthält die minimale Position des Rundtisch-Arbeitsbereichs.

Register 30, MAX_P_IST (Maximum position)

Enthält die maximale Position des Rundtisch-Arbeitsbereichs.
Beachten Sie, dass die Firmware Minimum und Maximum automatisch vertauscht, wenn der Minimalwert größer als der Maximalwert ist.

Register 39, HW_SETUP (HW Setup)

Nur Bits 24, 25 und 26. Der Wert der Bits 25 und 24 definiert die Rundtischoption:

Bit 26	Bit 25	Bit 24	Gewählte Betriebsart
0	0	0	Kein Rundtischbetrieb (normaler Motorbetrieb mit vollem Positionsbereich)
0	0	1	Singleturn-CW-Drehung
0	1	0	Singleturn-CCW-Drehung
0	1	1	Rundtischbetrieb mit kürzestem Weg.
1	0	0	Nicht belegt.
1	0	1	Multiturn-CW-Drehung
1	1	0	Multiturn-CCW-Drehung
1	1	1	Nicht belegt.

Bit 26 in HW Setup (Reg 39) aktiviert den Multiturn-Betrieb. Dieses Bit wird nur zusammen mit den CW- und CCW-Betriebsarten verwendet und ermöglicht vollständige Umdrehungen, die an derselben mechanischen Position enden, an der sie begonnen haben. Dazu wird in Requested position (Reg 3) eine Zielposition außerhalb des Rundtisch-Positionsbereichs vorgegeben. Beträgt der Arbeitsbereich beispielsweise 0 bis 8191 (8192 gültige Positionen, entsprechend einer vollständigen Motorwellenumdrehung bei MAC-G3-Motoren) und die aktuelle Zielposition 3000, bewirkt das Schreiben von 11192 (3000 + 8192) genau eine vollständige Umdrehung. Danach stehen sowohl Requested position (Reg 3) als auch Actual Position Rotary Table Offset (Reg 25) wieder auf 3000.

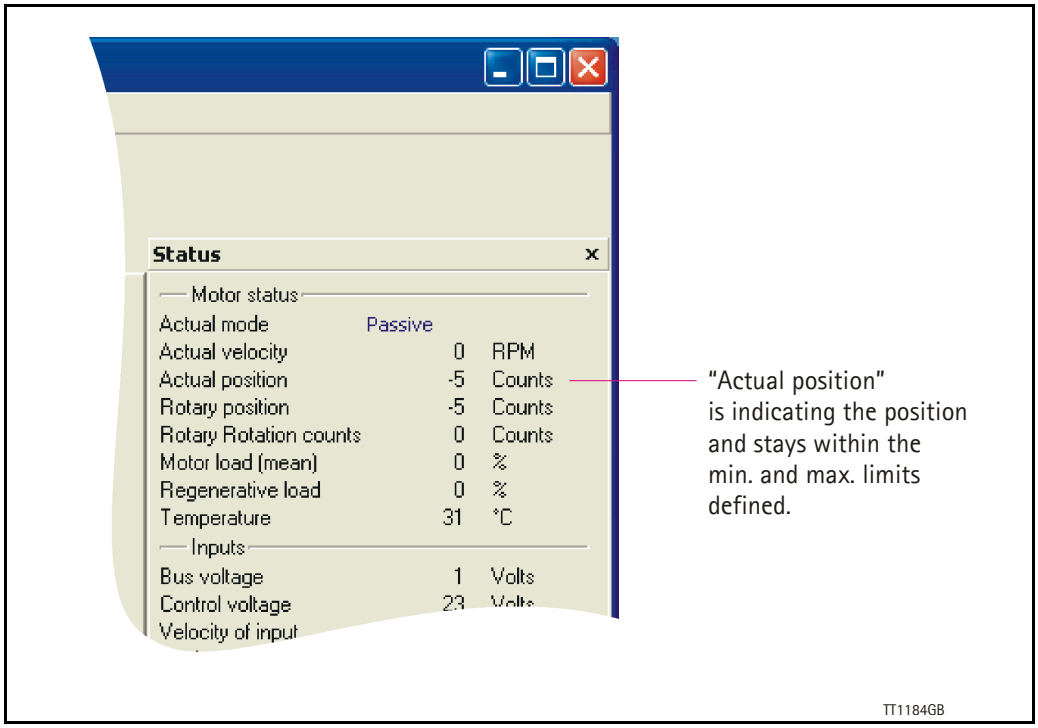
Im Allgemeinen wird Requested position (Reg 3) auf den gültigen Rundtisch-Arbeitsbereich angepasst, wenn ein Wert außerhalb dieses Bereichs in Requested position (Reg 3) geschrieben wird.

Wichtig: Speichern Sie die Parametrierung mit Save in Motor dauerhaft, bevor sie vom Motor verwendet wird.

3.4 Rundtischoption

3.4.4 Statusanzeige über MacTalk

Bei Verwendung von MacTalk zur Statusanzeige werden die Daten wie folgt dargestellt:



3.4.5 Status über Motorregister auslesen

Erfolgt die Statusabfrage nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 25, P_IST_TURNTAB (Actual Position Rotary Table Offset)

Enthält die aktuelle Position innerhalb des Rundtisch-Arbeitsbereichs.

Register 27, TURNTAB_COUNT (Rotary Table Wrap Around Counter)

Zählt die Wrap-arounds seit dem letzten Reset des Motors. Das Register kann vom Anwender jederzeit mit einem anderen Wert beschrieben werden.

Register 10, P_IST (Actual position)

Enthält weiterhin die „reale“ interne Istposition des Motors, sollte im Rundtischbetrieb jedoch grundsätzlich nicht verwendet werden. Actual position (Reg 10) wird von der Firmware infolge von Schreibzugriffen auf Requested position (Reg 3) angepasst.

3.4.6 Hinweise zum Rundtischbetrieb

- Startpositionen.
Bei Verwendung eines Standardencoders starten Actual position (Reg 10) und Requested position (Reg 3) normalerweise mit dem Wert 0. Bei einem Absolutencoder wird die aus dem Encoder gelesene Position verwendet, gegebenenfalls korrigiert durch das Register Abs Enc. offset (Reg 225).
Liegt der Startwert nicht innerhalb des Rundtisch-Positionsbereichs, wird er durch Addieren oder Subtrahieren von N mal der Anzahl gültiger Positionen des Rundtischbereichs so angepasst, bis er innerhalb des Bereichs liegt.

- Gültiger Positionsbereich.
Wenn der Motor einen Wrap-around ausführen muss, bewegt sich der Wert von Actual position (Reg 10) vorübergehend außerhalb des gültigen Rundtisch-Positionsbereichs.

Im Normalbetrieb ohne Multiturn gilt:
Bei Betriebsart „Singleturn CW rotation" kann Actual position (Reg 10) vorübergehend bis zu einem vollständigen Arbeitsbereich unter Minimum position (Reg 28) liegen.
Bei Betriebsart „Singleturn CCW rotation" kann Actual position (Reg 10) vorübergehend bis zu einem vollständigen Arbeitsbereich über Maximum position (Reg 30) liegen.

Bei Shortest Path kann Actual position (Reg 10) entweder um einen vollständigen Arbeitsbereich über Maximum position (Reg 30) oder unter Minimum position (Reg 28) liegen.
Bei „Multiturn CW rotation" bzw. „Multiturn *CCW rotation" hängt* die *Anzahl der Bereiche, um die* Actual position (Reg 10) vorübergehend außerhalb des Arbeitsbereichs liegen kann, vom in Requested position (Reg 3) geschriebenen Wert ab. Sie entspricht der Anzahl der erforderlichen vollständigen Umdrehungen plus eins.
Dies ist zu beachten, wenn Actual position (Reg 10) dadurch den absoluten Positionsarbeitsbereich des Motors von –67 Millionen bis +67 Millionen überschreiten könnte.

- Betriebsarten außer Position mode
Bei aktiviertem Rundtischbetrieb verhalten sich auch andere Hauptbetriebsarten als Position mode leicht verändert.

Die Software-Positionsgrenzen versetzen den Motor nicht in Passive mode, wenn Actual position (Reg 10) diese Grenzen überschreitet. Bei aktivem Rundtischbetrieb definieren Minimum position (Reg 28) und Maximum position (Reg 30) stattdessen den Rundtisch-Arbeitsbereich; die normale Positionsgrenzüberwachung ist deaktiviert. Dies gilt ebenso für die Hardware-Positionsgrenzeingänge (Reg 210): Solange der Rundtischbetrieb aktiv ist, stoppen weder Softwaregrenzen noch Hardware-Endschaltereingänge den Motor.

Actual Position Rotary Table Offset (Reg 25) wird weiterhin aktualisiert und zeigt die auf den Rundtischbereich bezogene Istposition - auch wenn Actual position (Reg 10) außerhalb von Minimum position (Reg 28) bzw. Maximum position (Reg 30) liegt.

Eine häufige Möglichkeit zur manuellen Verstellung ist eine JOG-Funktion im Velocity Mode. Nach einer JOG-Bewegung kann Actual position (Reg 10) außerhalb des Rundtisch-Positionsbereichs liegen, sodass der Wechsel zurück in den Position Mode eine unerwartete Motorbewegung verursachen kann. Es wird daher empfohlen, beim Beenden des JOG-Betriebs die maximale Drehzahl in Velocity (Reg 5) auf null zu setzen, Actual position (Reg 10) und Requested position (Reg 3) auf die gewünschten Werte zu aktualisieren und erst danach Velocity (Reg 5) wieder auf einen Wert ungleich null zu setzen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

3.5 Absoluter Multiturn-Encoder

Only MACxxxx-yy-Hzzzzzz and MACxxxx-yy-Jzzzzzz

3.5.1 Einführung

Der absolute Multiturn-Encoder ist als Option **für** die Motoren MAC404, MAC604, MAC802, MAC804, MAC1004, MAC1202, MAC1403 und MAC1404 erhältlich.

Der Vorteil besteht darin, dass nach einmaliger Definition des mechanischen Nullpunkts nach dem Einschalten keine erneute *Referenzfahrt* oder Initialisierungssequenz erforderlich ist. Der Motor kennt seine Position stets bezogen auf den ursprünglich definierten Nullpunkt - unabhängig davon, ob die Versorgung nur kurz oder über längere Zeit abgeschaltet war.

Bitte beachten Sie, dass **diese Funktion NUR bei MAC-Motoren mit der Erweiterung „H“ oder „J“ enthalten** ist (MACxxxx-yy-Hzzzzzz bzw. MACxxxx-yy-Jzzzzzz).

Der integrierte Multiturn-Encoder arbeitet mit Energy-Harvesting-Technologie. Dadurch wird keine Batterie benötigt, um die Position nach dem Ausschalten zu erhalten. Batterien müssen nach einer bestimmten Betriebsdauer oder Anzahl von Lade-/Entladezyklen ausgetauscht werden. Die in den MAC-Motoren eingesetzte Lösung ist daher wartungsfrei.

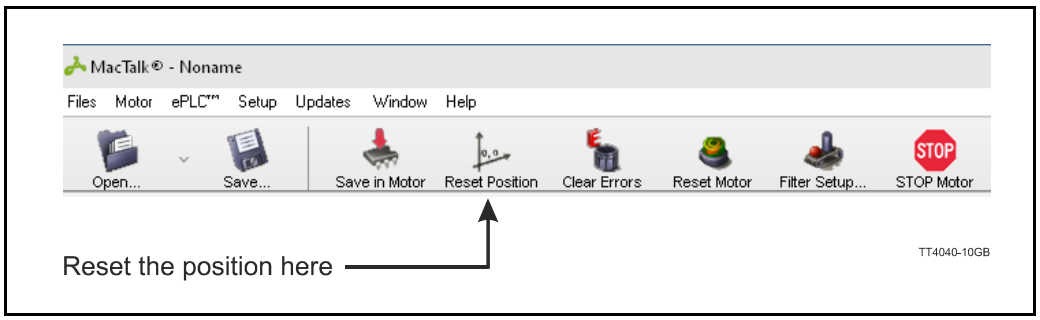
3.5.2 Auflösung des absoluten Multiturn-Encoders

Der gesamte Positionsbereich des Encoders beträgt 32 Bit und enthält Singleturn- und Multiturn-Informationen. Daraus ergibt sich:

13 Bit Singleturn-Information = 8192 Counts pro Umdrehung und
19 Bit Multiturn-Information = +/-262144 Umdrehungen.

3.5.3 Mechanischen Nullpunkt einstellen

Befindet sich das mechanische System an der gewünschten Nullposition „0“ (Home), kann der Positionszähler mit der Schaltfläche „Reset Position“ in MacTalk auf 0 zurückgesetzt werden.



Vorgehensweise zur Einstellung des Nullpunkts:

1. Motor in die Anwendung einbauen und auf die gewünschte mechanische Nullposition fahren, an der Actual position (Reg 10) den Wert 0 erhalten soll.

2. „Reset *Position“ drücken, um* „Actual position“ *(Reg 10) zurückzusetzen.* Der aktuelle Positionszähler wird dauerhaft mit dieser neuen Position (0) gespeichert.

3.5 Absoluter Multiturn-Encoder

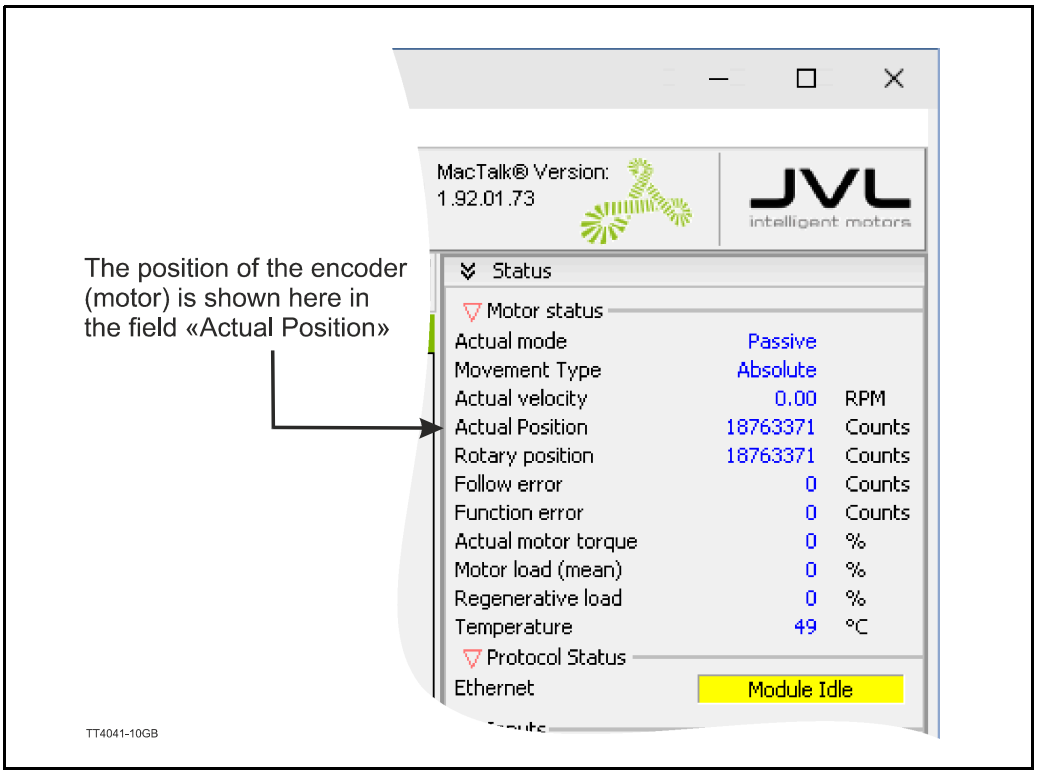
Only MACxxxx-yy-Hzzzzzz and MACxxxx-yy-Jzzzzzz

3.5.4 Aktuelle Position auslesen

Die aktuelle Encoder-/Motorposition ist jederzeit auf der Hauptregisterkarte von MacTalk im Feld Actual position verfügbar. Siehe unten.

Der Motor behält die Multiturn-Position ohne Save in Motor. Er schreibt die Position selbsttätig ungefähr alle 100 Millisekunden in einen nichtflüchtigen FRAM-Speicher und verwendet abwechselnd zwei durch Prüfsummen geschützte Kopien, sodass ein Spannungsausfall während eines Schreibvorgangs nicht beide Kopien beschädigen kann. Beim nächsten Start liest der Motor den gespeicherten Wert zurück und kombiniert ihn mit dem absoluten Encoderwert.

Save in Motor ist daher zum Erhalt der Position nicht erforderlich. Der gespeicherte Wert kann allerdings einige hundert Millisekunden alt sein. Wird die Welle innerhalb dieses Zeitfensters gedreht und fällt gleichzeitig die Steuerspannung aus, kann der Motor mit einer Position starten, die um die in diesem Intervall zurückgelegte Strecke abweicht. Encoder mit Wiegand-Option sind davon nicht betroffen, da sie Umdrehungen auch ohne Versorgung zählen und der Motor die Bewegung beim Start rekonstruiert.



3.5 Absoluter Multiturn-Encoder

Only MACxxxx-yy-Hzzzzzz and MACxxxx-yy-Jzzzzzz

3.5.5 Position ohne MacTalk zurücksetzen oder vorbelegen

Zum Zurücksetzen oder Vorbelegen des Zählers *„Actual position“* (Reg 10) gehen Sie wie folgt vor.

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

3.5 Absoluter Multiturn-Encoder

Only MACxxxx-yy-Hzzzzzz and MACxxxx-yy-Jzzzzzz

Das *Register „Actual* Position“ (Reg 10) ist wie folgt verfügbar.

Register 10, P_IST (Actual position) .

Das Register ist les- und schreibbar. Es kann mit einem neuen Wert überschrieben werden, der auch nach Abschalten der Versorgung des Motors gespeichert bleibt.



Bitte beachten: Schreiben Sie während einer Motorbewegung nicht in Actual position (Reg 10), da der Positionszähler dadurch sehr ungenau werden und sich eine unbeabsichtigte Positionsabweichung aufsummieren kann.

Eine sicherere Alternative besteht darin, den Schreibvorgang von der Firmware ausführen zu lassen. Schreiben Sie die neue Position in Register 4, P_NEW (Resynchronize position), und schreiben Sie anschließend entweder 247 in Register 211, COMMAND_REG (Special Command), oder setzen Sie Bit 6 in Register 36, CNTRL_BITS (Control bits), während Bit 8 gelöscht bleibt. Der Motor setzt dann im selben Regelzyklus sowohl Actual position (Reg 10) als auch Requested position (Reg 3) auf den Wert in Resynchronize position (Reg 4), aktualisiert die interne Funktionsposition P_FNC (Reg 8) entsprechend und bewertet bei aktivierter Option den Rundtisch-Positionsbereich neu.

Bit 6 ist der Trigger und wird vom Motor nach erfolgter Synchronisierung wieder gelöscht. Bit 8 wählt lediglich zwischen absoluter (Bit 8 = 0) und relativer (Bit 8 = 1) Synchronisierung und wird vom Motor nicht gelöscht. Daher muss Bit 8 vor Auslösen einer absoluten Synchronisierung ausdrücklich gelöscht werden. Die relative Variante, bei der Resynchronize position (Reg 4) zur vorhandenen Position addiert statt diese zu ersetzen, wird weiter unten unter „Erweiterter Encoderbetrieb - endlose Relativbewegungen“ beschrieben.

3.5.6 Erweiterter Encoderbetrieb - endlose Relativbewegungen

In manchen Anwendungen bewegt sich der Motor bei jeder Bewegung um eine bestimmte Strecke in dieselbe Richtung.
Da der Positionszähler (Reg 10) einen begrenzten Arbeitsbereich besitzt, kommt es bei einem solchen Betrieb früher oder später zu einem Überlauf bzw. Wrap-around.

Um diesen Überlauf/Wrap-around zu vermeiden, kann die aktuelle Motorposition per Befehl verschoben werden. Dieser Offset ist jederzeit möglich, ohne Positionsinformationen zu verlieren.

Dadurch bleibt der Positionszähler innerhalb seines Arbeitsbereichs.

Für einen relativen Positionsoffset gehen Sie wie folgt vor:

1. Gewünschte Offsetstrecke in Counts in Register 4, P_NEW (Resynchronize position), schreiben.

2. Zum tatsächlichen Verschieben des Positionswerts eine der folgenden Aktionen ausführen:
   - 248 in Register 211, COMMAND_REG (Special Command), schreiben oder alternativ …
   - Bits 6 und 8 in Register 36, CNTRL_BITS (Control bits), setzen, ohne die übrigen Bits zu verändern.

Dadurch wird der in Punkt 1 angegebene Wert sowohl zu Actual position (Reg 10) als auch zu Requested position (Reg 3) addiert.

Für eigentliche Relativbewegungen gibt es zwei sichere Varianten und eine weniger sichere bzw. weniger genaue Variante.

Option 1, Relativbewegungen mit Requested position (Reg 3).

1. Relativbewegung mit Register 3, P_SOLL (Requested position), vorbereiten, indem FastMac-Befehl 117 (96+21) ausgeführt wird. Dies ist nur einmal nach dem Start erforderlich. Damit wird festgelegt, was geschieht, wenn eines der Positionsregister P1 bis P8 (Reg 49-63) durch einen FastMac-Befehl aktiviert wird.
2. Die relative Fahrstrecke vorbereiten, indem sie in eines der allgemeinen Positionsregister P1 bis P8 geschrieben wird.
3. Führen Sie einen FastMac-Befehl aus, der das Px-Register „aktiviert". FastMac-Befehle können aus MacTalk (siehe Send FastMac command im Kapitel MacTalk) oder über jede Registerschnittstelle wie RS485 oder Ethernet gesendet werden – siehe Abschnitt FastMac-Befehle im Kapitel Installation.

Diese Relativbewegung setzt Requested position (Reg 3) = Actual position (Reg 10) + Px auf sichere Weise und vermeidet den bei Option 3 beschriebenen Fehler. Bei wiederholter Verwendung überschreiten Requested position (Reg 3) und Actual position (Reg 10) jedoch früher oder später ihren Arbeitsbereich. Dann muss das oben für den Absolutencoder beschriebene Verfahren für den relativen Positionsoffset verwendet werden.

Option 2, Relativbewegungen mit P_FNC (Reg 8).

1. Relativbewegungen mit Register 8, P_FNC, vorbereiten, indem FastMac-Befehl 118 (96+22) ausgeführt wird. Dies ist nur einmal nach dem Start erforderlich. Damit wird festgelegt, was geschieht, wenn eines der Positionsregister P1 bis P8 durch einen FastMac-Befehl aktiviert wird.
2. Die relative Fahrstrecke vorbereiten, indem sie in eines der allgemeinen Positionsregister P1 bis P8 geschrieben wird.
3. Führen Sie einen FastMac-Befehl aus, der das Px-Register „aktiviert". FastMac-Befehle können aus MacTalk (siehe Send FastMac command im Kapitel MacTalk) oder über jede Registerschnittstelle wie RS485 oder Ethernet gesendet werden – siehe Abschnitt FastMac-Befehle im Kapitel Installation.

Bei dieser Variante wird Requested position (Reg 3) nicht verändert, sodass keine Wrap-around-Behandlung erforderlich ist.

Option 3 (weniger genaue Variante):

In Requested position (Reg 3) einen Wert schreiben, der Actual position (Reg 10) plus/minus der gewünschten Wegstrecke entspricht. Diese Methode ist unsicher bzw. ungenau, weil sich die Istposition in der Zeit zwischen Lesen, Berechnen und Zurückschreiben bereits verändert haben kann. In einigen Anwendungen kann die Methode dennoch funktionieren oder sogar erwünscht sein. Es ist jedoch zu beachten, dass sich über die Zeit eine Positionsabweichung aufsummieren kann.

Für manche Anwendungen ist es sinnvoll, mehrere Wegstrecken in den verschiedenen Registern P1 bis P8 vorzubereiten und anschließend mit unterschiedlichen FastMac-Befehlen zu aktivieren.

3.5 Absoluter Multiturn-Encoder

Only MACxxxx-yy-Hzzzzzz and MACxxxx-yy-Jzzzzzz

3.5.7 ePLC-Programmierung - Position zurücksetzen oder neu vorbelegen

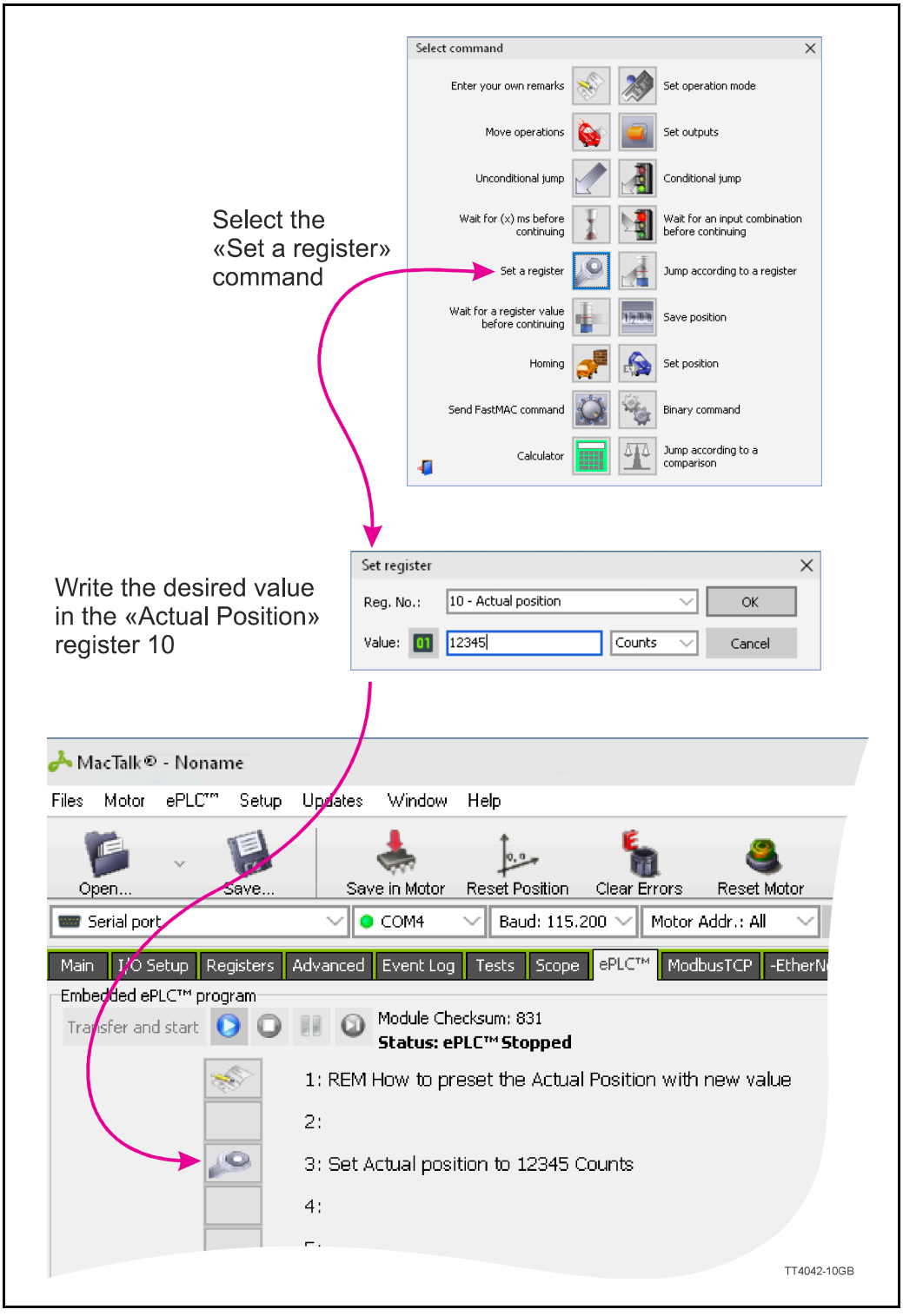
Soll ein ePLC-Programm den Encoder-Nullpunkt zurücksetzen oder einen anderen Positionswert im Register vorbelegen, gehen Sie wie folgt vor.

1. Befehl „Set a register“ auswählen.
2. Register 10 - „Actual Position“ auswählen und den gewünschten neuen Wert eingeben.
3. OK drücken. Der Befehl wird in das ePLC-Programm eingefügt und steht dort zur Ausführung bereit.

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

3.5 Absoluter Multiturn-Encoder

Only MACxxxx-yy-Hzzzzzz and MACxxxx-yy-Jzzzzzz



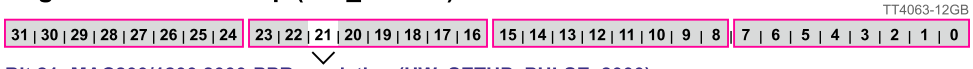
HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

3.6 8000-PPR-Encoderemulation

G3-Motoren verwenden nativ eine Encoderauflösung von 8192 Pulsen pro Umdrehung (PPR). Die älteren Motoren MAC800, MAC1000 und MAC1200 waren mit einem 8000-PPR-Encoder ausgestattet. Für diese Motoren entwickelte Anwendungen gehen daher von 8000 Counts pro Umdrehung aus.
Um die Migration einer solchen Anwendung auf einen G3-Motor zu erleichtern, ohne Übersetzungsverhältnisse, Drehzahl- und Beschleunigungsskalierung sowie Servoabstimmung neu berechnen zu müssen, setzen Sie Bit 21 (Maske 0x200000) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup). Die Firmware skaliert dann die Encoderrückführung mit dem Faktor 8000 / 8192 (= 125 / 128), sodass Position, Istgeschwindigkeit und interne Overspeed-Grenzen wie bei einem 8000-PPR-Encoder angezeigt und ausgewertet werden.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4063-12GB



Bit 21: MAC800/1200 8000-PPR emulation (HW_SETUP_PULSE_8000)

Value	Function / Influence
0 (default)	Normal operation: native 8192 PPR encoder resolution.
1	8000 PPR emulation: feedback rescaled 8000/8192 for MAC800/1200 application compatibility.

Bit 31 - 22 and Bit 20 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Setzen oder löschen Sie dieses Bit nur im Passive mode. Nach einer Änderung Save in Motor ausführen und den Motor zurücksetzen. Der Wert wird beim Start übernommen; eine Änderung in einer aktiven Betriebsart kann die angezeigte Position verfälschen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

4 Betriebsarten

4.1 Registereinheiten und Umrechnungen

Die Betriebsarten werden über eine kleine Anzahl von Motorregistern konfiguriert. Alle Register enthalten Ganzzahlwerte in den internen Einheiten des Motors. Dieser Abschnitt definiert die Umrechnung zwischen Registerwerten und physikalischen Einheiten. Die vollständige Registerliste finden Sie unter https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor.

Alle Register können über jeden Steuerkanal beschrieben werden: MacTalk, die serielle Schnittstelle oder Industrial Ethernet. Für Ethernet-Protokolle (EtherCAT, PROFINET, EtherNet/IP, Modbus TCP usw.) siehe Ethernet-Bedienungsanleitung LB0077.

Positionen

Requested position (Reg 3), Actual position (Reg 10), P1–P6 (Reg 49–59) usw. werden in Encoder-Counts angegeben. Eine Motorwellenumdrehung entspricht 8192 Counts bzw. 8000 Counts, wenn Bit 21 in HW Setup (Reg 39) zur MAC800-Kompatibilität gesetzt ist.

Register 5, V_SOLL (Drehzahl)

Die Umrechnung hängt von der Motorauflösung und der Abtastzeit ab. Diese wird über Bit 13 in Setup Bits special (Reg 236) gewählt: 1 = 1,0 ms, Werkseinstellung des MAC G3; 0 = 1,3 ms. Es gelten folgende Faktoren:
1,3 ms, 8000 Counts/U: Velocity (Reg 5) = U/min × 2,7733
1,3 ms, 8192 Counts/U: Velocity (Reg 5) = U/min × 2,8399
1,0 ms, 8000 Counts/U: Velocity (Reg 5) = U/min × 2,1333
1,0 ms, 8192 Counts/U (Werkseinstellung): Velocity (Reg 5) = U/min × 2,1845
Beispiel: Bei Werkseinstellung ergibt Velocity (Reg 5) = 277 ca. 127 U/min. Wird 500 in Velocity (Reg 5) geschrieben, ergeben sich 500 / 2,1845 = ca. 229 U/min.

Register 6, A_SOLL (Beschleunigung)

Bei Werkseinstellung entspricht ein Count 457,8 U/min/s (bei 1,3 ms Abtastzeit: 270,9 U/min/s).

Register 7, T_SOLL (Drehmoment)

341 Counts entsprechen 100 % des Nenndrehmoments; der gesamte Bereich 0–1023 entspricht 0–300 %. Standardwert ist 1023 (300 %).

Register 170, ANINP (Analogeingang)

2048 Counts entsprechen 10,00 V (204,8 Counts pro Volt). Der Eingang kann mit Analogue input offset (Reg 171) auf Null abgeglichen werden. Beim MAC G3 ist der Eingang unipolar: 5,00 V entsprechen 1024 Counts und der Messwert sättigt bei 1536 Counts (7,5 V). Negative Werte können daher nur über einen negativen Wert in Analogue input offset (Reg 171) erzeugt werden.
Der physische Eingangsbereich hängt von der Hardware-Revision ab: 0-5 V (0-1024 Counts) bzw. 0-10 V ab Hardware-Revision 0.7 in Verbindung mit einer Firmware neuer als 3.1.1.0 - siehe Analoge Eingänge, Seite 44.
Ist Bit 18 (ZUP_USER_ANINP) in Setup Bits special (Reg 236) gesetzt, aktualisiert die Firmware Analogue input (Reg 170) nicht mehr aus dem physischen Eingang. Analogue input (Reg 170) kann dann stattdessen direkt über jede Schnittstelle beschrieben werden. Die Analogbetriebsarten können dadurch ohne Analogverdrahtung registergesteuert verwendet werden.

Ist Sample time divider (Reg 157) größer als 1 eingestellt, muss der Drehzahlfaktor mit diesem Teiler und der Beschleunigungsfaktor mit dem Quadrat dieses Teilers multipliziert werden.

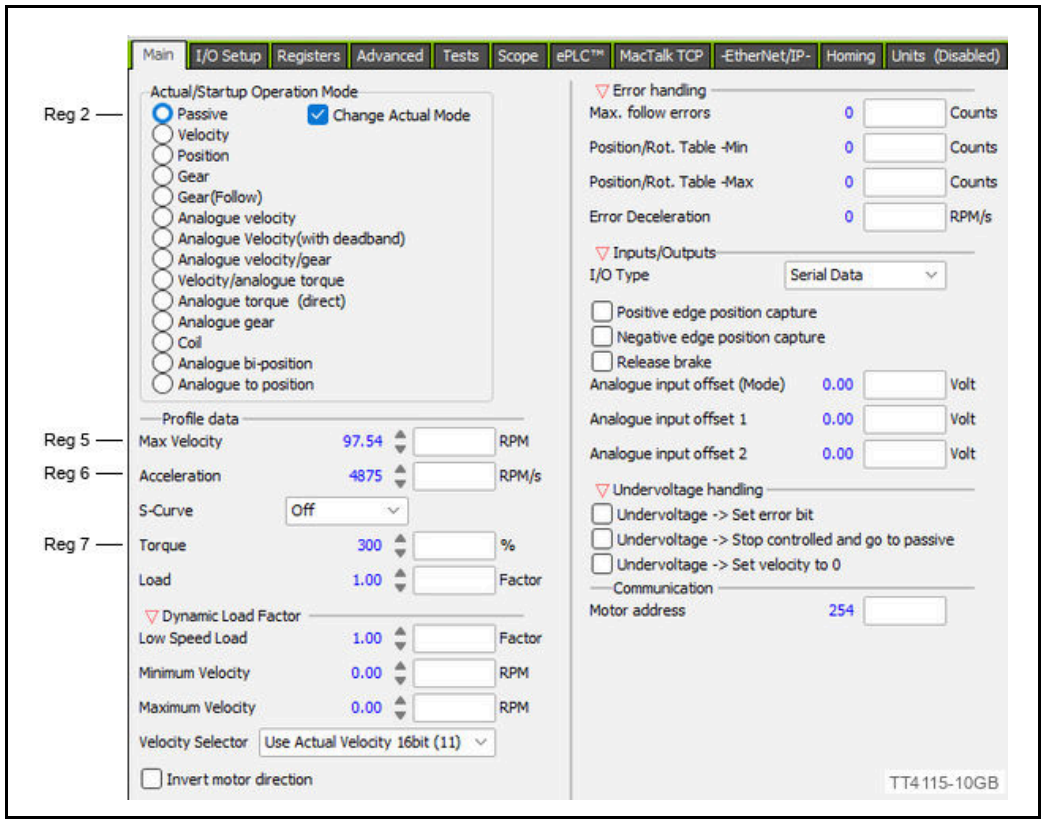
4.2 Passive mode

4.2.1 Passive mode (Betriebsart 0) - Gesamtbeschreibung

Im Passive mode wird die Motorwelle vom Antrieb nicht geregelt. Es wird kein Drehmoment erzeugt; die Achse kann von Hand oder durch eine externe Mechanik frei bewegt werden.
In diesem Zustand ist die Leistungsstufe abgeschaltet, sodass kein Strom durch die Motorwicklungen fließt. Die Welle kann durch externe Kräfte frei gedreht werden.
Der Encoder bleibt aktiv. Dadurch wird die Istposition weiterhin aktualisiert und kann jederzeit ausgelesen werden - auch während die Achse extern bewegt wird.
Der Passive Mode wird üblicherweise verwendet, wenn die Achse freigegeben werden muss, beispielsweise zur manuellen Einstellung der Maschine, oder als neutraler Zustand vor dem Wechsel zwischen Betriebsarten.
Beachten Sie, dass im Passive Mode eine Bremsfunktion aktiv sein kann. Ergänzende Funktionen siehe Dynamisches Bremsen im Passive Mode, Seite 185, und In-Position-Ausgang im Passive Mode, Seite 156.

4.2.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 0 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



4.2.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)

0 schreiben, um den Motor in Passive mode zu versetzen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

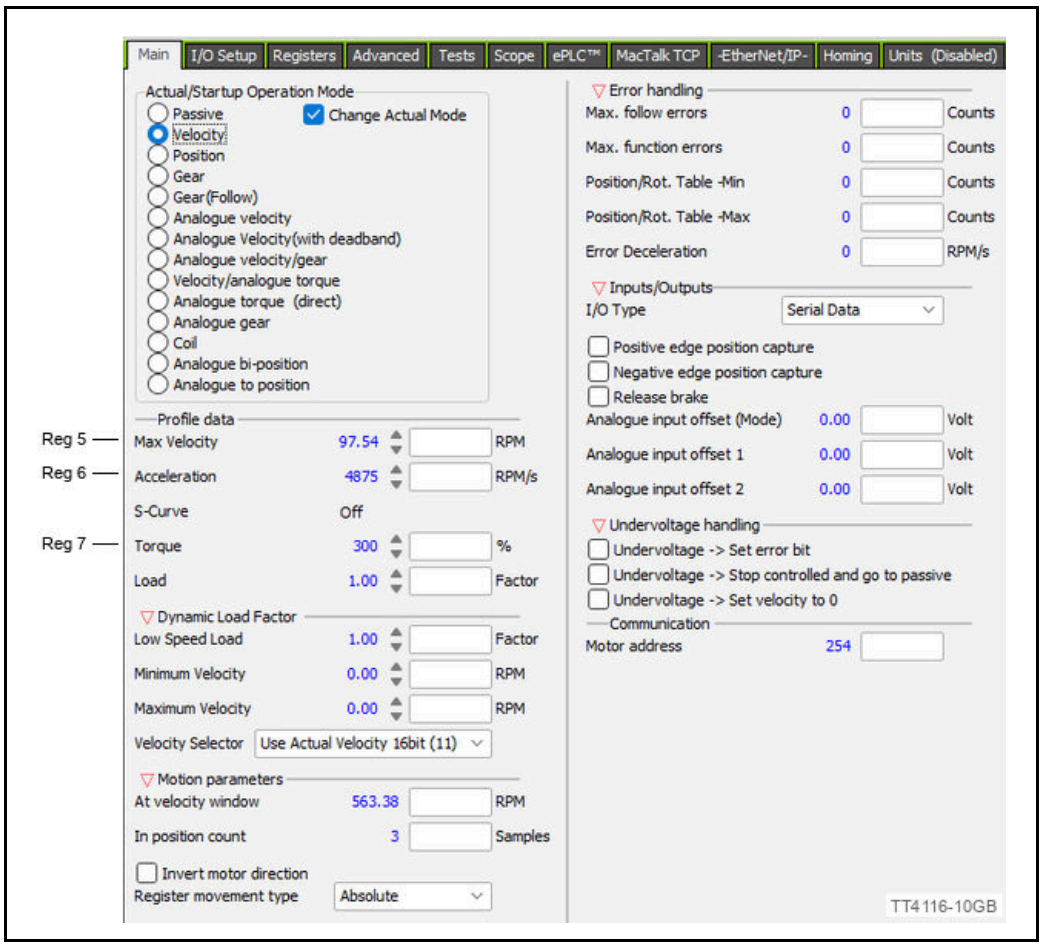
4.3 Velocity mode

4.3.1 Velocity mode (Betriebsart 1) - Gesamtbeschreibung

Im Velocity mode läuft der Motor mit einer konstanten Drehzahl, die durch Velocity (Reg 5) vorgegeben wird, ohne das maximale Drehmoment oder die in Acceleration (Reg 6) programmierte Beschleunigung zu überschreiten.
Die Drehzahl kann jederzeit durch Schreiben eines neuen Werts in Velocity (Reg 5) geändert werden. Der Motor fährt dann mit der programmierten Beschleunigung auf die neue Drehzahl. Das Vorzeichen von Velocity (Reg 5) bestimmt die Drehrichtung; der Wert 0 stoppt den Motor mit einer kontrollierten Rampe.
Velocity mode wird typischerweise für einfache Transportanwendungen wie Förderbänder, Mischer und Pumpen eingesetzt, bei denen eine feste und reproduzierbare Drehzahl erforderlich ist.

4.3.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 1 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Velocity Gewünschte Drehzahl (Reg 5). Das Vorzeichen bestimmt die Drehrichtung; der Wert 0 stoppt den Motor mit einer kontrollierten Rampe.

Acceleration Acceleration (Reg 6), die beim Anfahren einer neuen Drehzahl verwendet wird.

Torque Maximales Drehmoment, einstellbar über Reg 7 (0–300 %).

4.3.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Gewünschte Drehzahl. Das Vorzeichen bestimmt die Drehrichtung.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Beschleunigung zum Anfahren einer neuen Drehzahl.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
1 schreiben, um Velocity mode zu starten. Der Motor fährt unmittelbar mit einer Rampe auf den Wert in Velocity (Reg 5).

Velocity (Reg 5) und Acceleration (Reg 6) einstellen, bevor Operating mode (Reg 2) beschrieben wird. Velocity (Reg 5) kann jederzeit neu geschrieben werden; der Motor fährt dann, begrenzt durch Acceleration (Reg 6), mit einer Rampe auf die neue Drehzahl.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

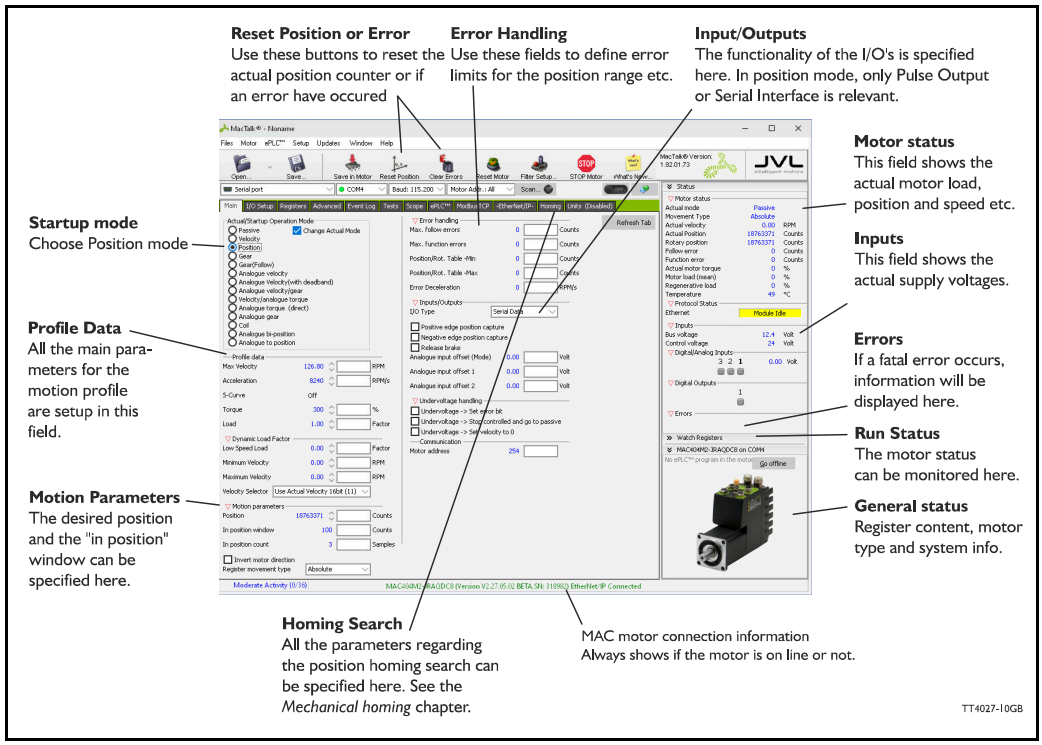
4.4 Position mode

4.4.1 Position mode (Betriebsart 2) - Gesamtbeschreibung

Gehen Sie wie nachfolgend beschrieben vor, um den MAC-Motor im Position mode zu parametrieren.

4.4.2 Konfiguration über MacTalk

Für die Erstparametrierung wird MacTalk verwendet. Im normalen Betrieb können Positionierbefehle entweder über MacTalk oder über eine der seriellen Schnittstellen vorgegeben werden. Bei ausgewähltem Position mode sieht das MacTalk-Hauptfenster wie folgt aus.



Startup Mode Hier Position mode auswählen.

Reset Position Setzt den Zähler der Istposition zurück.

Profile data Hier werden Zielposition (Reg 3), maximale Drehzahl (Reg 5) sowie Beschleunigung/Verzögerung (Reg 6) der Bewegung eingestellt. Die Zielposition kann jederzeit geändert werden, auch während einer Bewegung; der Motor fährt dann auf die neue Zielposition.

Fehlerbehandlung Hier können Grenzwerte für den Positionsbereich und den maximalen Following Error eingestellt werden. Weitere Einzelheiten siehe Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung, Seite 158.

Ein-/Ausgänge Hier werden die Multifunktions-I/O-Anschlüsse definiert. Im Position Mode können diese Anschlüsse entweder als Quadraturausgang des internen Encoders oder als serielle RS422-Schnittstelle für Befehle einer übergeordneten Steuerung arbeiten. Siehe auch Anwender-I/O, Seite 39.

Motor Status Hier können aktuelle Betriebsart, Drehzahl, Position, Positionsabweichung, Lastdrehmoment, Laststrom und regenerative Energie (vom Motor zurückgespeiste Energie) überwacht werden.

Eingänge: Hier kann die Versorgungsspannung gemessen werden.

4.4.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 3, P_SOLL (Requested position)
Zielposition in Encoder-Counts. Der Motor bewegt sich in Richtung Requested position (Reg 3), sobald dieser Wert von der Istposition abweicht. Requested position (Reg 3) kann jederzeit neu geschrieben werden, auch während einer Bewegung.

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Maximale Drehzahl der Bewegung.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Beschleunigung und Verzögerung der Bewegung.

Register 10, P_IST (Actual position)
Istposition (Auslesewert).

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
2 schreiben, um Position mode zu aktivieren.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

4.5 Gear Mode

4.5.1 Gear Mode (Betriebsart 3) - Gesamtbeschreibung

Im Gear Mode folgt der Motor einem Pulssignal an den Multifunktions-I/O-Anschlüssen. Das Verhältnis zwischen Eingangspulsen und Motorbewegung kann auf den gewünschten Wert eingestellt werden. Das Verhältnis wird in zwei Ganzzahlregistern (Input/Output) festgelegt und ermöglicht einen sehr großen Bereich von Übersetzungsverhältnissen. Typischerweise wird diese Betriebsart verwendet, wenn die Bewegung des MAC-Motors mit einer externen Bewegung synchronisiert werden soll. Eine weitere typische Anwendung ist der Ersatz eines Schrittmotors, da der MAC-Motor im Gear Mode mit Puls-/Richtungssignalen wie ein Schrittmotor arbeiten kann.

4.5.2 Konfiguration über MacTalk

Für den Betrieb im Gear Mode sind folgende Einstellungen erforderlich, nach Wichtigkeit geordnet.

Startup Mode Hier Gear Mode auswählen.

Gear Factor Dieses Feld definiert das Verhältnis zwischen Eingangspulsen und Motorbewegung. Soll die bevorzugte Motordrehrichtung umgekehrt werden, ist das Vorzeichen im Feld „Output“ zu invertieren. Beispiel: 1024 wird zu -1024. Die beiden Felder entsprechen Gear input factor (Reg 15) und Gear output factor (Reg 14).

Ein-/Ausgänge Die Multifunktions-I/O-Anschlüsse müssen auf „Pulse input“ eingestellt werden, da der Gear Mode die an diesem Eingang anliegenden Pulse zur Steuerung der Motorbewegung verwendet. Zusätzlich muss der „Input type“ gewählt werden: „Quadrature“ für einen Inkrementalencoder oder „Pulse/Direction“ für ein Schrittmotor-Puls-/Richtungssignal. Siehe auch Anwender-I/O, Seite 39.

Profile data Im Gear Mode wird die Motorbewegung grundsätzlich durch die externe Signalquelle vorgegeben. Über die vier Parameter im Bereich „Profile data“ können jedoch Begrenzungen für Drehzahl usw. hinzugefügt werden.

Drehzahl

Mit dem Feld Velocity kann die Maximaldrehzahl des Motors begrenzt werden. Beispiel: Erzeugt ein externer Encoder eine Frequenz, die theoretisch zu 10000 U/min führen würde, kann die Drehzahl auf 4000 U/min begrenzt werden (maximal zulässige Drehzahl des MAC). Ohne diese Begrenzung würde der Motor nach einiger Zeit instabil werden und in einen Fehlerzustand wechseln, weil er nicht mit 10000 U/min laufen kann. Bei einer Drehzahlbegrenzung gehen keine Pulse verloren. Sie werden gespeichert und verarbeitet, sobald die Eingangsfrequenz wieder auf einen Wert sinkt, dem der Motor folgen kann.

Beschleunigung

Der Beschleunigungsparameter ist hilfreich, wenn die Signalquelle sofort eine hohe Frequenz ohne eigene Beschleunigungsrampe vorgibt. Der MAC-Motor führt dann selbst eine kontrollierte Beschleunigung und Verzögerung aus. Auch bei begrenzter Beschleunigung gehen keine Pulse verloren. Sie werden gespeichert und verarbeitet, sobald die Motordrehzahl die zur Eingangsfrequenz passende Geschwindigkeit erreicht.

Drehmoment
Das maximale Drehmoment kann im Bereich 0-300 % begrenzt werden. 300 % entsprechen dem Nenn-Spitzendrehmoment des verwendeten MAC-Motors.
(Fortsetzung)

Last
Der Parameter Load ist die Gesamtverstärkung des Positions-/Drehzahlfilters und stellt sicher, dass der Motor mit dem tatsächlichen mechanischen Trägheitsmoment der Anwendung stabil arbeitet. Weitere Einzelheiten siehe Servo-Filtereinstellung, Seite 127.

Error Handling Hier können Worst-Case-Grenzwerte für Positionsbereich und Following Error (maximale Positionsabweichung) eingestellt werden. Einzelheiten siehe Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung, Seite 158.

Motor Status Hier können aktuelle Betriebsart, Drehzahl, Position, Positionsabweichung, Lastdrehmoment, Laststrom und regenerative Energie (vom Motor zurückgespeiste Energie) überwacht werden.

Inputs Hier können die Versorgungsspannungen gemessen werden.

Homing In typischen Gear-Mode-Anwendungen bewegt sich der Motor relativ zu seiner Startposition ohne absoluten Nullpunkt. Für Anwendungen, die eine definierte mechanische Nullposition erfordern, kann die allgemeine Homing-Funktion des MAC-Motors verwendet werden. Siehe Kapitel Mechanische Referenzfahrt (Homing), Seite 63.

Beispiel 1: **Encoder-Eingang (Quadratur).**
Ein externer Encoder liefert die Vorgabe für den MAC-Motor. „I/O type“ wird auf „Pulse input“ und „Input type“ auf „Quadrature“ eingestellt, um das Encodersignal auszuwerten. Der Encoder wird an die A- und B-Anschlüsse (Multifunktions-I/O) angeschlossen. Siehe auch Anwender-I/O, Seite 39.
Die Auflösung des externen Encoders beträgt 500 ppr (Pulse pro Umdrehung).
Die MAC-Motoren besitzen 2048 ppr (8192 Counts/Umdrehung).
Soll sich der MAC-Motor genau einmal drehen, wenn sich der externe Encoder einmal dreht, wird Input auf *500* (externer Encoder) und Output auf 2048 eingestellt. *Damit* beträgt das Verhältnis zwischen externem Encoder und MAC-Motor 1:1. Stellen Sie sicher, dass die Werte unter „Profile data“ den Motorbetrieb nicht unbeabsichtigt begrenzen.

Beispiel 2: **Puls-/Richtungseingang.**
Das System arbeitet wie ein Schrittmotorsystem, bei dem die Motorbewegung durch ein Puls-/Richtungssignal vorgegeben wird.
Der I/O type wird auf „Pulse input“ und der Input type auf „Pulse-direction“ eingestellt, um das Eingangssignal zu dekodieren. Das Pulssignal wird an die A-Anschlüsse (Multifunktions-I/O), das Richtungssignal an die B-Anschlüsse (Multifunktions-I/O) angeschlossen.
Siehe auch Anwender-I/O, Seite 39.
Das zu ersetzende Schrittmotorsystem besitzt 400 Schritte pro Umdrehung. Bei 400 Pulsen erwartet die übergeordnete Signalquelle daher eine Motorumdrehung.
Die MAC-Motoren besitzen 8192 cpr. Soll sich der MAC-Motor bei 400 Eingangspulsen genau einmal drehen, wird Input auf 800 gesetzt, weil der MAC-Motor sowohl steigende als auch fallende Flanke des Eingangssignals *auswertet*.
Der Parameter Output wird auf 8192 gesetzt, da der interne Encoder 8192 Counts (Flanken) pro Umdrehung liefert. Der MAC-Motor führt damit bei 400 Pulsen am Pulseingang genau eine Umdrehung aus. Stellen Sie sicher, dass die Werte unter „Profile data“ den Motorbetrieb nicht unbeabsichtigt begrenzen. Die folgende Tabelle dient als Orientierung für typische Übersetzungsverhältnisse:

Einstellung Puls-/Richtungs-Übersetzungsverhältnis - „Häufig verwendete Verhältnisse“		
Anzahl angelegter Pulse pro MAC-Motorumdrehung	**Input register GEARF2 (Reg 15)**	**Output register GEARF1 (Reg 14)**
200	400	8192
400	800	8192
500	1000	8192
800	1600	8192
1000	2000	8192
4096	8192	8192
8192 (entspricht Motorauflösung)	16384	8192

4.5.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 14, GEARF1 (Gear output factor)
Gear output factor (Feld Output in MacTalk): Der Motor bewegt sich um die Anzahl der Encoder-Counts in Gear output factor (Reg 14) für jeweils die in Gear input factor (Reg 15) angegebene Anzahl von Counts, die an den Pulseingängen empfangen werden. Ein negativer Wert kehrt die Drehrichtung um.

Register 15, GEARF2 (Gear input factor)
Gear input factor (Feld Input in MacTalk).

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Maximale Drehzahl beim Aufholen.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Maximale Beschleunigung.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
3 schreiben, um Gear Mode zu aktivieren.

Die Getriebefunktion arbeitet exakt: Divisionsreste werden übertragen, sodass keine Eingangsimpulse verloren gehen. Läuft der Eingang schneller, als Velocity (Reg 5) zulässt, wird der Überschuss gespeichert und später ausgeführt.
Auslesen: Ext. encoder velocity (Reg 163), Ext. encoder velocity, geared (Reg 164) und Not executed geared pulses (Reg 165).

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

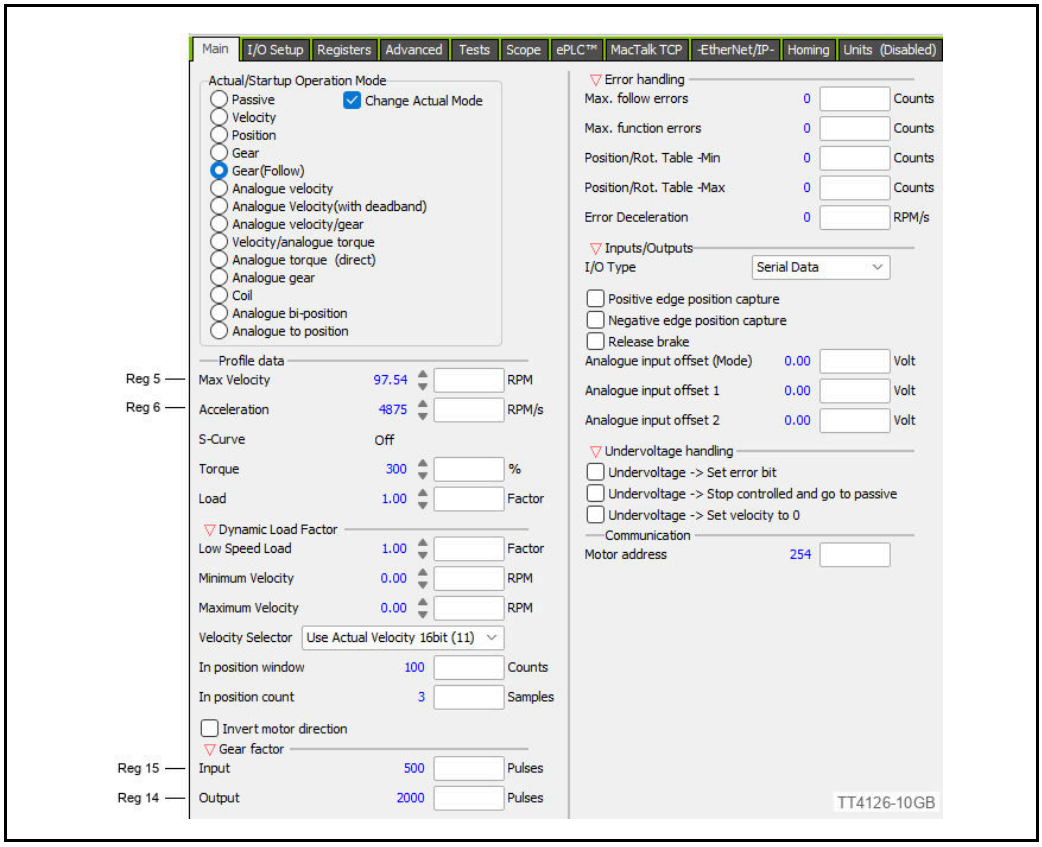
4.6 Gear Follow mode

4.6.1 Gear Follow mode (Betriebsart 24) - Gesamtbeschreibung

Gear Follow mode arbeitet wie Gear Mode (Betriebsart 3): Der Motor folgt dem externen Encoder-/Pulseingang mit dem in Gear output factor (Reg 14) und Gear input factor (Reg 15) programmierten Übersetzungsverhältnis. Der Unterschied liegt darin, wie eng der Motor dem Eingang folgt.
Im Gear Mode hält der Motor immer einen sicheren Verzögerungsweg vor, damit er ohne Überschwingen stoppen kann, wenn die Eingangspulse abrupt enden. Im Gear Follow mode wird dieser Weg nicht verwendet - der Motor folgt dem Eingang direkt mit minimaler Verzögerung, überschwingt jedoch, wenn der Pulseingang abrupt stoppt.
Verwenden Sie Gear Follow mode, wenn ein enges, verzögerungsarmes Folgen des Masters wichtiger ist als der Schutz vor Überschwingen - und Gear Mode, wenn die Achse niemals überschwingen darf.

4.6.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 24 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Die Einstellungen in MacTalk entsprechen vollständig dem Gear Mode - Gear Factor, Input type und Profile data werden in denselben Feldern konfiguriert. Siehe Gear Mode, Seite 99.

Gear Factor Übersetzungsverhältnis zwischen Master-Pulseingang und Motorbewegung, definiert als Gear output factor (Reg 14) geteilt durch Gear input factor (Reg 15) - dieselben Felder wie im Gear Mode.

Velocity Maximale Drehzahl während der Folgebewegung (Reg 5).

Acceleration Maximale Beschleunigung (Reg 6). In dieser Betriebsart beträgt die wirksame Beschleunigungsgrenze mindestens Velocity (Reg 5) / 4, um den Following Error gering zu halten.

4.6.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 14, GEARF1 (Gear output factor) / Register 15, GEARF2 (Gear input factor)

Gear-Faktoren wie im Gear Mode (Betriebsart 3).

Register 5, V_SOLL (Velocity)

Maximale Drehzahl.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)

Maximale Beschleunigung. In dieser Betriebsart beträgt die wirksame Beschleunigungsgrenze mindestens Velocity (Reg 5) / 4, um den Following Error gering zu halten.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)

24 schreiben, um Gear Follow mode zu aktivieren.

Im Gegensatz zum Gear Mode folgt der Motor dem Eingang direkt und ohne verzögerungssichere Verzögerungsrampe: Der Following Error ist minimal, der Motor überschwingt jedoch, wenn die Eingangspulse abrupt enden.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

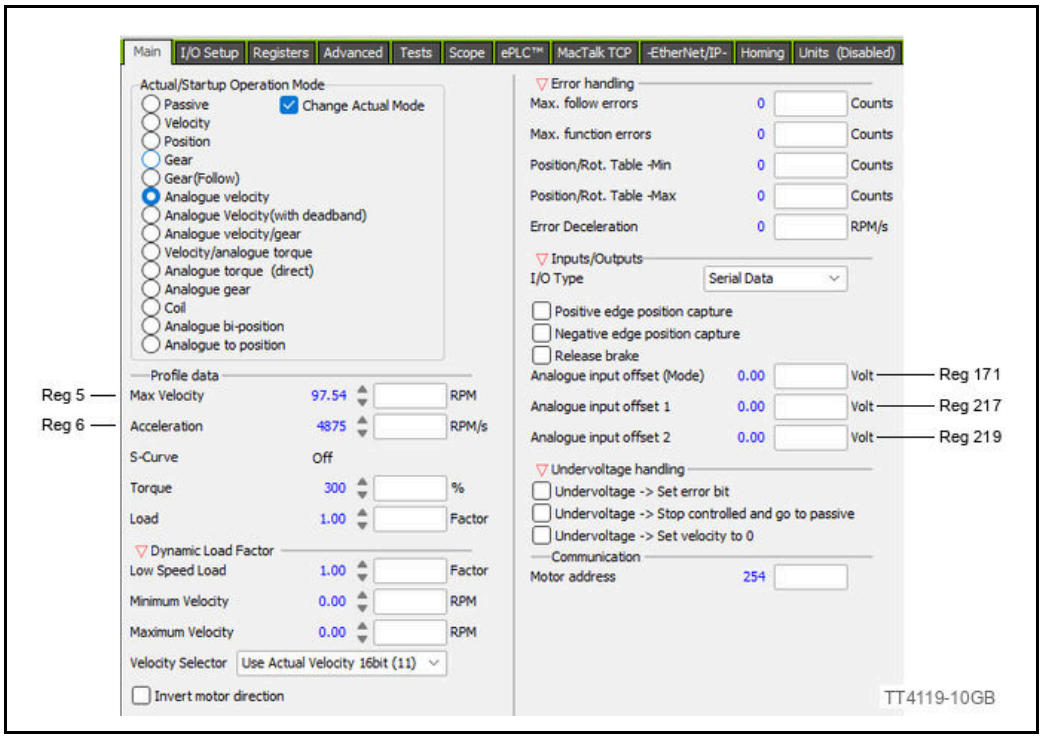
4.7 Analogue Velocity mode

4.7.1 Analogue Velocity mode (Betriebsart 5) - Gesamtbeschreibung

Im Analogue Velocity Mode wird die Motordrehzahl durch die am Analogeingang anliegende Spannung gesteuert.
Bei vollem Analogeingangssignal wird die in Velocity (Reg 5) programmierte Drehzahl erreicht; die Drehzahl wird proportional zur Eingangsspannung skaliert. Ändert sich der Eingang, wird die Drehzahländerung durch Acceleration (Reg 6) begrenzt.
Beachten Sie, dass ein kleiner Offset oder Rauschen des Analogsignals um 0 V dazu führt, dass der Motor langsam kriecht. Ist dies problematisch, verwenden Sie Analogue Velocity with dead-band (Betriebsart 16); diese Betriebsart ignoriert kleine Eingangsspannungen.

4.7.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 5 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Velocity Hier wird die Drehzahl bei vollem Analogeingang eingestellt (Reg 5). Die Drehzahl wird proportional zur Eingangsspannung skaliert. Der Analogeingang selbst ist unipolar (0-10 V / 0-5 V - siehe Register 170, ANINP oben). Für Rückwärtslauf einen negativen Wert in Analogue input offset (Reg 171) einstellen, der zum physischen Messwert addiert wird. Hinweis: Bei der vorherigen Generation (G2) war dieser Eingang bipolar und kehrte die Drehrichtung direkt bei negativer Spannung um - dies gilt für G3 nicht mehr.

Acceleration Acceleration (Reg 6), mit der Änderungen des Eingangs nachgeführt werden.

Analogue input offset

Nullabgleich des Analogeingangs, damit der Motor bei der gewünschten Eingangsspannung stillsteht. Welches der drei Offset-Felder wirksam ist, bestimmt Analog input selector (Reg 222): Werkseitig wird Analogue input offset (Reg 171) verwendet; die beiden anderen Felder sind Analog input 1 offset (Reg 217) und Analog input 2 offset (Reg 219).

4.7.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 5, V_SOLL (Velocity)

Drehzahl bei vollem Analogeingangssignal. Der Drehzahlbefehl lautet Analogue input (Reg 170) × Velocity (Reg 5) / 2048: 10 V ergeben den vollen Wert aus Velocity (Reg 5), 5 V dessen Hälfte. Für die Gegenrichtung ist ein negativer Wert in Analogue input offset (Reg 171) erforderlich – siehe oben.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)

Beschleunigung zur Nachführung von Änderungen des Eingangs.

Register 171, ANINP_OFFSET (Analogue input offset)

Nullpunktabgleich des Analogeingangs.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)

5 schreiben, um Analogue Velocity mode zu aktivieren.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

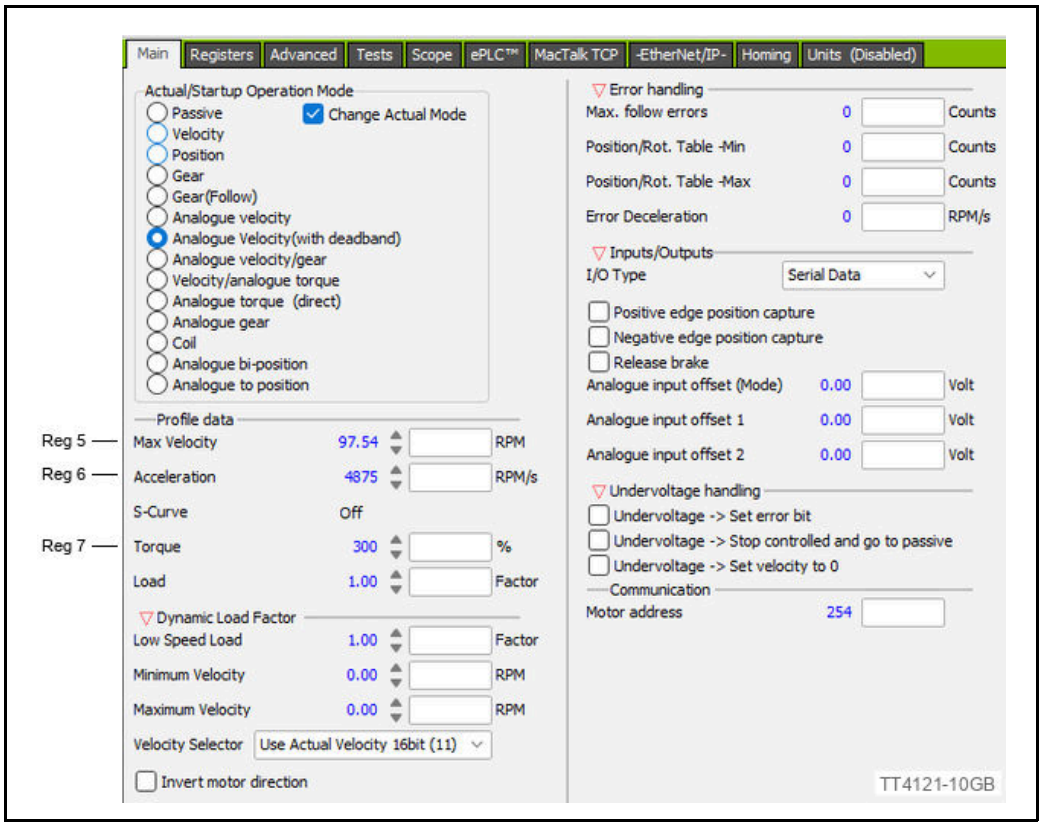
4.8 Analogue Velocity with dead-band

4.8.1 Analogue Velocity with dead-band (Betriebsart 16) - Gesamtbeschreibung

Analogue Velocity with dead-band arbeitet wie Analogue Velocity mode (Betriebsart 5), jedoch mit einer Totzone um 0 V am Analogeingang.
Eingangsspannungen innerhalb der Totzone – bis ca. 3 % des Vollausschlags – ergeben Drehzahl null. Dadurch wird verhindert, dass der Motor aufgrund von Rauschen oder eines kleinen Offsets im Analogsignal kriecht, wenn die Solldrehzahl null ist.
Außerhalb der Totzone skaliert die Drehzahl mit der Eingangsspannung bis zu dem in Velocity (Reg 5) festgelegten Wert bei vollem Eingangssignal. Drehzahländerungen werden durch Acceleration (Reg 6) begrenzt.

4.8.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 16 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Velocity Drehzahl bei vollem Analogeingang (Reg 5), wie im Analogue Velocity mode (Betriebsart 5). Eingangsspannungen innerhalb der Totzone (bis ca. 3 % des Vollbereichs) ergeben Drehzahl 0.

Acceleration Acceleration (Reg 6), mit der Änderungen des Eingangs nachgeführt werden.

Torque Maximales Drehmoment, das der Antrieb verwenden darf, 0-300 % des Nenndrehmoments (Reg 7). Der Motor verwendet bis zu diesem Drehmoment, um der durch den Analogeingang vorgegebenen Drehzahl zu folgen.

4.8 Analogue Velocity with dead-band

4.8.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Drehzahl bei vollem Analogeingang, wie in Betriebsart 5.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Beschleunigung zur Nachführung von Änderungen des Eingangs.

Register 171, ANINP_OFFSET (Analogue input offset)
Nullpunktabgleich des Analogeingangs.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
16 schreiben, um Analogue Velocity with dead-band zu aktivieren.

Eingangswerte innerhalb von +/-64 Counts (ca. 0,31 V) ergeben Drehzahl 0. Außerhalb der Totzone wird der Bereich mit 33/32 neu skaliert, sodass der volle Eingang weiterhin den vollen Wert in Velocity (Reg 5) ergibt.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

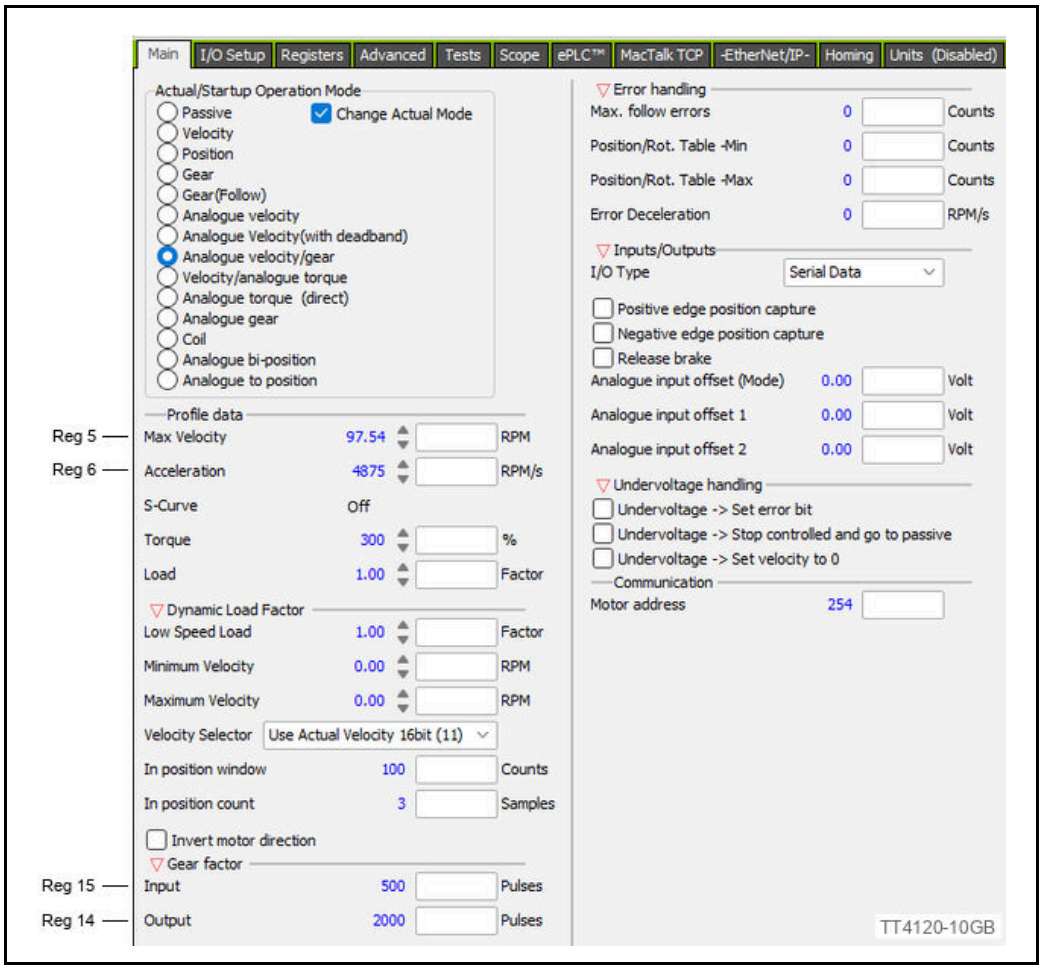
4.9 Analogue Velocity/Gear mode

4.9.1 Analogue Velocity/Gear mode (Betriebsart 6) - Gesamtbeschreibung

Im Analogue Velocity/Gear mode folgt der Motor dem externen Encoder-/Pulseingang mit dem in Gear output factor (Reg 14) und Gear input factor (Reg 15) programmierten Übersetzungsverhältnis, wie im Gear Mode (Betriebsart 3). Zusätzlich wird der Gear-Drehzahl ein zur Spannung am Analogeingang proportionaler Drehzahl-Offset addiert. Dadurch kann der Motor mit einer Masterachse synchronisiert und gleichzeitig über ein Analogsignal fein in der Drehzahl korrigiert werden, beispielsweise zur Zug- oder Spannungsnachregelung zwischen zwei angetriebenen Walzen.
Die Gesamtdrehzahl wird durch Velocity (Reg 5) und Drehzahländerungen werden durch Acceleration (Reg 6) begrenzt.

4.9.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 6 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Gear Factor Der Motor folgt dem externen Encoder-/Pulseingang mit diesem Übersetzungsverhältnis, wie im Gear Mode (Betriebsart 3). Die beiden Felder sind Gear input factor (Reg 15) und Gear output factor (Reg 14).

Velocity Begrenzt die Gesamtdrehzahl (Reg 5).

Acceleration Begrenzt Drehzahländerungen (Reg 6).

4.9 Analogue Velocity/Gear mode

4.9.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 14, GEARF1 (Gear output factor) /
Register 15, GEARF2 (Gear input factor)
Gear-Faktoren wie im Gear Mode (Betriebsart 3).

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Symmetrische Drehzahlbegrenzung.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Beschleunigungsbegrenzu ng.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
6 schreiben, um Analogue Velocity/Gear mode zu aktivieren.

Der Analogeingang addiert zur Gear-Drehzahl einen Drehzahl-Offset von 13 x Analogue input (Reg 170) / 32 Counts - bei vollem Eingang (10 V) etwa 380 U/min bei Werkseinstellung (ca. 300 U/min bei 1,3 ms Abtastzeit). Diese Betriebsart folgt der Eingangsdrehzahl; sie ist im Gegensatz zum Gear Mode nicht positionsgekoppelt.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

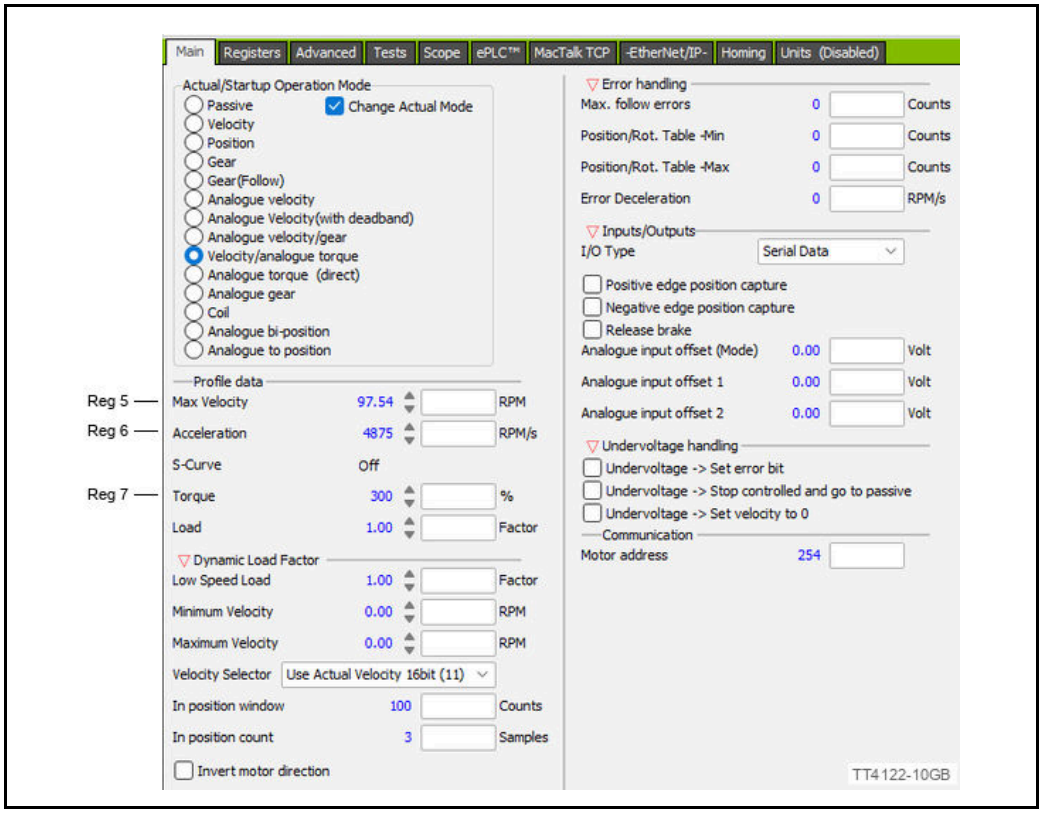
4.10 Drehzahlbegrenztes Analogue Torque

4.10.1 Drehzahlbegrenztes Analogue Torque (Betriebsart 17) - Gesamtbeschreibung

Diese Betriebsart arbeitet wie Analogue Torque mode (Betriebsart 4): Das Motordrehmoment wird über den Analogeingang gesteuert und mit Torque (Reg 7) skaliert. Anders als in Betriebsart 4 wird das Vorzeichen des Analogeingangs ignoriert - die Drehrichtung wird durch das Vorzeichen von Velocity (Reg 5) bestimmt.
Zusätzlich wird die Drehzahl auf den in Velocity (Reg 5) festgelegten Wert begrenzt. Fällt das Lastdrehmoment weg, läuft der Motor nicht unkontrolliert hoch, sondern beschleunigt nur bis zur programmierten Drehzahlgrenze.
Diese Betriebsart wird typischerweise für Zugregelungs- und Wickelanwendungen verwendet, bei denen ein Materialriss andernfalls zu einem unkontrollierten Hochdrehen des Motors führen könnte.

4.10.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 17 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Torque Hier wird das Drehmoment bei vollem Analogeingang im Bereich 0-300 % eingestellt (Reg 7). Das Drehmoment wird proportional zur Eingangsspannung skaliert. Das Vorzeichen des Analogeingangs wird ignoriert.

Velocity Die Drehzahl wird auf diesen Wert begrenzt (Reg 5). Fällt das Lastdrehmoment weg, beschleunigt der Motor nur bis zu dieser Grenze. Das Vorzeichen bestimmt die Drehrichtung.

Acceleration Acceleration (Reg 6) für die Drehzahlrampe.

4.10 Drehzahlbegrenztes Analogue Torque

4.10.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 5, V_SOLL (Velocity)

Der Motor läuft wie im Velocity mode mit dieser Drehzahl, wobei die Rampe durch Acceleration (Reg 6) bestimmt wird.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)

Beschleunigung für die Drehzahlrampe.

Register 7, T_SOLL (Torque)

Skalierung der Drehmomentbegrenzung: Das Drehmoment wird auf den Absolutwert aus Analogue input (Reg 170) × Torque (Reg 7) / 2048 begrenzt – von null bei 0 V bis zum Wert aus Torque (Reg 7) bei 10 V.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)

17 schreiben, um drehzahlbegrenztes Analogue Torque zu aktivieren.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

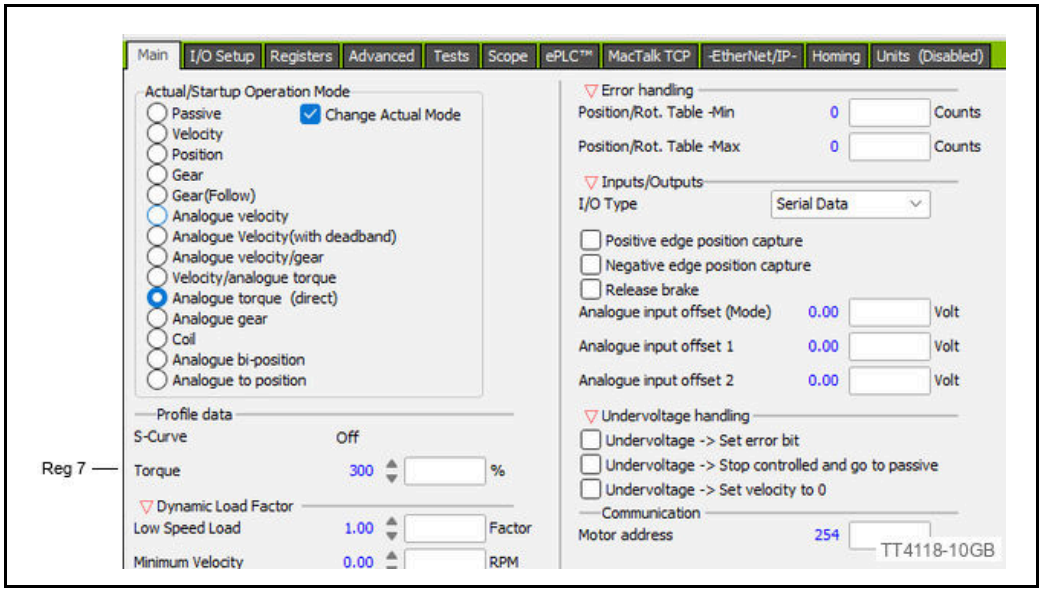
4.11 Analogue Torque mode

4.11.1 Analogue Torque mode (Betriebsart 4) - Gesamtbeschreibung

Im Analogue Torque mode wird das Motordrehmoment direkt durch die am Analogeingang anliegende Spannung gesteuert. Alle Analogbetriebsarten lesen dasselbe Register, Analogue input (Reg 170), und Analog input selector (Reg 222) bestimmt, welcher physische Eingang hineinkopiert wird - siehe „Auswahl des Analogeingangs zur Motorsteuerung“ im Kapitel Installation. Sofern dieses Register nicht geändert wurde, verwenden die Betriebsarten Analog input 1.
Torque (Reg 7) legt das bei vollem Analogeingang erzeugte Drehmoment fest. Das Drehmoment wird proportional zur Eingangsspannung skaliert, sodass der halbe Eingangswert das halbe programmierte Drehmoment ergibt.
Die Drehzahl wird in dieser Betriebsart nicht geregelt: Der Motor beschleunigt, bis das Lastdrehmoment dem erzeugten Drehmoment entspricht. Ist eine Drehzahlbegrenzung erforderlich, verwenden Sie stattdessen Velocity-limited Analogue Torque (Betriebsart 17).
Der Analogue Torque Mode wird üblicherweise für Wickel- und Zugregelungsanwendungen verwendet.

4.11.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 4 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Torque Hier wird das bei vollem Analogeingang erzeugte Drehmoment im Bereich 0-300 % des Nenndrehmoments eingestellt (Reg 7). Das Drehmoment wird proportional zur Eingangsspannung skaliert, sodass der halbe Eingangswert das halbe programmierte Drehmoment ergibt. Ein negativer Eingangswert erzeugt Drehmoment in Gegenrichtung.

4.11 Analogue Torque mode

4.11.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 7, T_SOLL (Torque)

Drehmoment bei vollem Analogeingangssignal. Der Drehmomentbefehl lautet Analogue input (Reg 170) × Torque (Reg 7) / 2048 und wird linear von null bei 0 V bis zum Wert aus Torque (Reg 7) bei Vollaussteuerung skaliert. Für ein Drehmoment in Gegenrichtung ist ein negativer Wert in Analogue input offset (Reg 171) erforderlich – siehe Register 170/171 oben.

Register 171, ANINP_OFFSET (Analogue input offset)

Nullpunktabgleich des Analogeingangs.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)

4 schreiben, um Analogue Torque mode zu aktivieren.

Auslesewerte: Actual torque (Reg 169) und Analogue input (Reg 170).

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

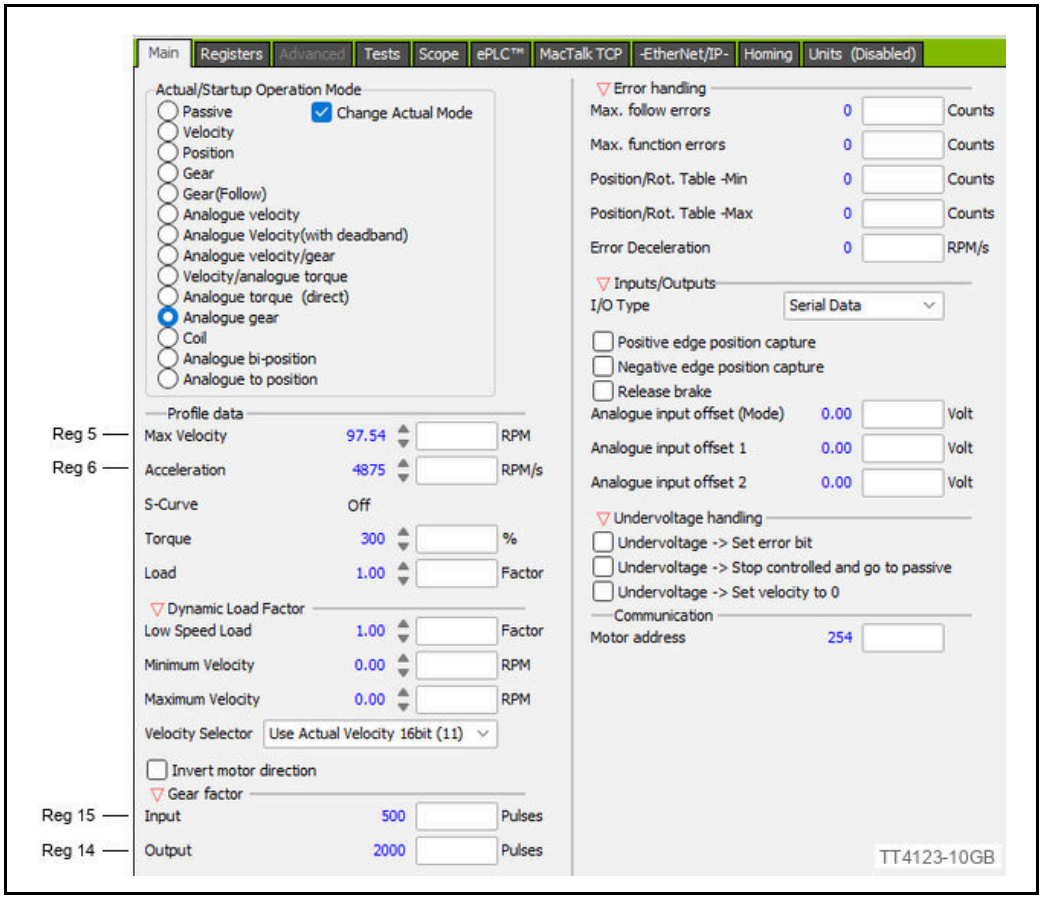
4.12 Analogue Gear mode

4.12.1 Analogue Gear mode (Betriebsart 18) - Gesamtbeschreibung

Im Analogue Gear mode folgt der Motor dem externen Encoder-/Pulseingang wie im Gear Mode (Betriebsart 3), das Übersetzungsverhältnis wird jedoch fortlaufend durch den Analogeingang angepasst.
Das Grundverhältnis wird in Gear output factor (Reg 14) und Gear input factor (Reg 15) programmiert. Der Analogeingang trimmt dieses Verhältnis proportional - bei vollem Analogeingang wird das Verhältnis um bis zu ca. 25 % verändert.
Dies ist bei Anwendungen nützlich, in denen zwei Achsen synchron laufen und ihr Verhältnis während des Betriebs fein angepasst werden muss, beispielsweise zur Regelung von Materialspannung oder Dehnung.
Die Drehzahl wird durch Velocity (Reg 5) und Drehzahländerungen werden durch Acceleration (Reg 6) begrenzt.

4.12.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 18 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Gear Factor Grundübersetzungsverhältnis zwischen externem Pulseingang und Motorbewegung, eingestellt mit Gear input factor (Reg 15) und Gear output factor (Reg 14). Der Analogeingang trimmt es um bis zu ca. 25 %.

Velocity Maximale Drehzahl (Reg 5).

Acceleration Maximale Beschleunigung (Reg 6).

4.12.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 14, GEARF1 (Gear output factor) /
Register 15, GEARF2 (Gear input factor)
Gear-Faktoren wie im Gear Mode (Betriebsart 3).

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Maximale Drehzahl.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Maximale Beschleunigung.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
18 schreiben, um Analogue Gear mode zu aktivieren.

Der Analogeingang trimmt das Übersetzungsverhältnis. Das wirksame Verhältnis lautet:

Gear output factor (Reg 14) / Gear input factor (Reg 15) x (1 + Analogue input (Reg 170) / 8192)

Bei vollem Analogeingang wird das Verhältnis daher um bis zu 25 % nach oben verändert.
Um das Verhältnis in beide Richtungen zu trimmen, verschieben Sie den Nullpunkt mit Analogue input offset (Reg 171) oder beschreiben Analogue input (Reg 170) direkt.
Die Betriebsart ist wie der Gear Mode positionsgekoppelt.

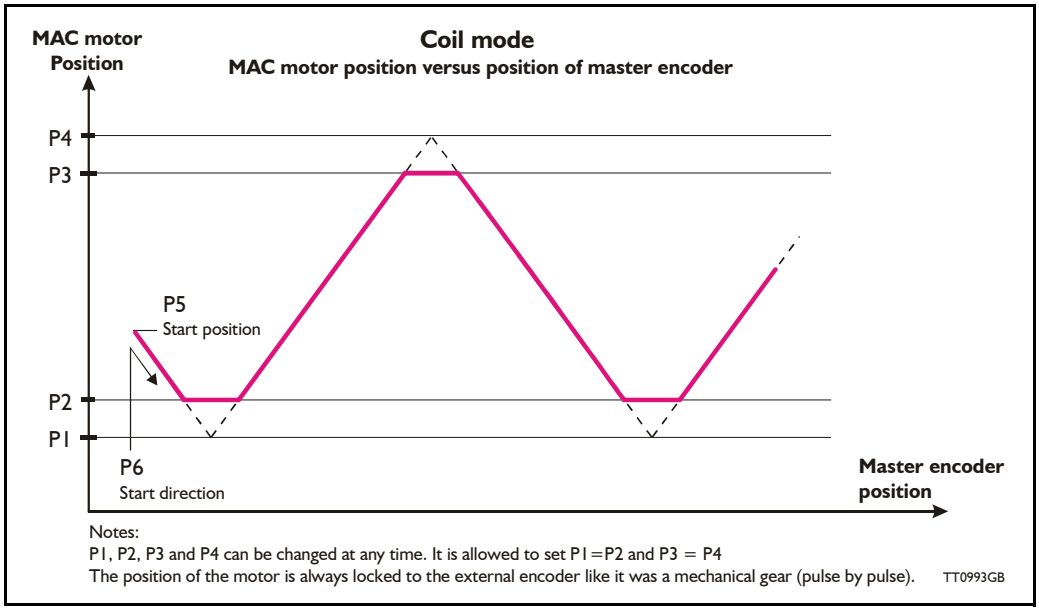
Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

4.13 Coil Mode

4.13.1 Coil Mode (Betriebsart 19) - Gesamtbeschreibung

Der Coil Mode ähnelt dem Gear Mode, der Positionsbereich kann jedoch so begrenzt werden, dass der Motor bei Erreichen von zwei vorgegebenen Grenzen (oberer und unterer Grenzwert) jeweils die Richtung wechselt. Beide Grenzen sind vollständig einstellbar. Die Betriebsart ist für die Steuerung einer Draht-/Kabelführung an einer Wickelmaschine vorgesehen. Die Führung folgt der Position der von einem „Hauptmotor“ angetriebenen Spule so, als wäre sie mechanisch über ein Getriebe gekoppelt. Dadurch kann der Draht auch bei wechselnder Drehzahl des Hauptmotors präzise an die gewünschte Position auf der Spule geführt werden. Da der Coil Mode dem Gear Mode sehr ähnlich ist, sollten zunächst die Einstellhinweise für den Gear Mode beachtet werden. Siehe Gear Mode, Seite 99.



Ist das Wickelgut im Verhältnis zur Spule dick und gibt es nur wenige Windungen pro Lage, ist es vorteilhaft, die Traversierbewegung am Rand anzuhalten, während eine Windung direkt über der vorherigen abgelegt wird. Deshalb können die Randbereiche an den durch Register P2 (Reg 51) und P3 (Reg 53) festgelegten Positionen abgeschnitten werden, wie in der Abbildung gezeigt.

Beim Start einer neuen Spule müssen Startposition und Startrichtung des MAC-Motors festgelegt werden, damit der Ablauf reproduzierbar ist. Bei positiver Startrichtung (P6 Bit 0 = 0) startet die Traversierung an der linken Cut-off-Position P2; bei negativer Startrichtung (P6 Bit 0 = 1) an der rechten Cut-off-Position P3. Register P5 (Reg 57) enthält ein Repositionierziel, das während des Betriebs angesteuert werden kann.

Eine typische Einstellung könnte lauten:

P1 (Reg 49) = 10000	Linke Positionsgrenze der Grundfunktion
P2 (Reg 51) = 12000	Linke Cut-off-Position
P3 (Reg 53) = 58000	Rechte Cut-off-Position
P4 (Reg 55) = 60000	Rechte Positionsgrenze der Grundfunktion
P5 (Reg 57) = 12000	Repositionierziel (optional)
P6 (Reg 59) = 0	Traversieren nach rechts starten (positive Richtung, ab P2)

Das Anfahren des P5-Ziels wird ausgelöst, indem der Analogeingang (AIN) auf High ge-

setzt wird. Wird der Eingang wieder auf Low gesetzt, setzt der MAC-Motor die normale Wickelfunktion fort.
Für die Einstellung von P1-P6 gelten folgende Regeln:
P1 <= P2 <= P3 <= P4
P1 <= P5 <= P4
P6 Bit 0 = 0 (positive Richtung) oder 1 (negative Richtung)

4.13.2 Übersetzungsverhältnis im Coil Mode

Das Übersetzungsverhältnis wird genau wie im Gear Mode über die Input- und Output-Register eingestellt. Siehe Gear Mode (Betriebsart 3) - Gesamtbeschreibung, Seite 99.

4.13.3 Homing beim Start im Coil Mode

Der MAC-Motor kann so eingestellt werden, dass beim *Einschalten* zunächst eine Referenzfahrt ausgeführt wird. *Bei* sensorbasierten *Homing-Verfahren* verwendet die Homing-Funktion den Analogeingang als Nullpunktsensoreingang; die Wickelfunktion verwendet dasselbe Signal als „Go to start position"-Befehl. Beide Signale können parallel auf den Eingang geschaltet werden, sofern der *Homing-Sensor* nur außerhalb des normalen Arbeitsbereichs aktiviert wird (Schließer/Normally Open).

Passend zur oben beschriebenen Einstellung der Register P1...P6 (Reg 49-59) könnte die *Homing-Einstellung* daher lauten:

Homing type (Reg 42): „Sensor 1"
Homing velocity (Reg 40): -100
Homing position (Reg 38): -2000
Start mode: Coil Mode

Nach Abschluss des *Power-up-Homing* muss dem MAC-Motor vor dem ersten Wickelvorgang ein initialer Startpositionsbefehl gegeben werden.

4.13.4 Filtereinstellung im Coil Mode

Empfohlene Filtereinstellung für diese Anwendung (mit Filter Selector).
Beachten Sie, dass die Filtereinstellung zusätzlich von Faktoren wie Trägheitsmoment, Reibung usw. des tatsächlichen Systems abhängt.

Current filter: Medium oder High.
Position filter: x-y-Koordinate = 3, 3 (schnell, nahezu hart)
Follow error type: Static, Grad = 75 %

Den Faktor Load (Reg 13) auf der MacTalk-Hauptregisterkarte anschließend fein abstimmen.

Weitere Einstellungen (empfohlen):

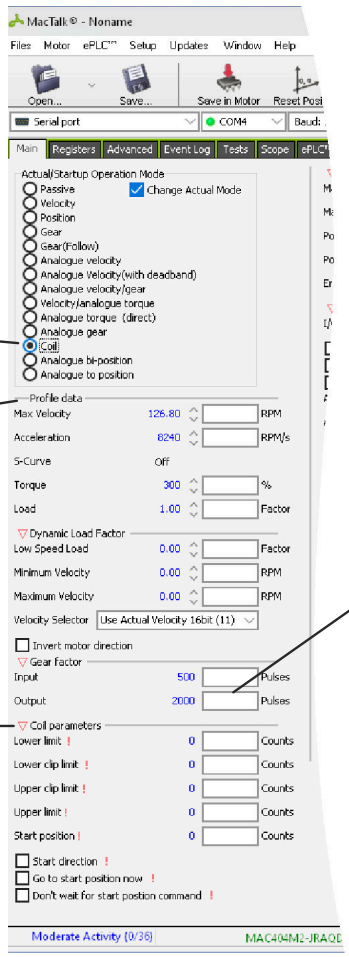
Max velocity: Grenzwert höher als die normalerweise verwendete Drehzahl einstellen
Acceleration: hohen Wert einstellen (Beispiel 300000 U/min/s)
- Torque: 300 %
- Gear factor: anwendungsspezifischen Wert einstellen
- Follow error: 0
- Function error: 0

4.13 Coil Mode

4.13.5 Registerübersicht in MacTalk

Bei Auswahl des Coil Mode wird in MacTalk die folgende Ansicht angezeigt.

Main parameters used in coil mode



Startup mode
Choose "Coil mode"

Profile Data
All these parameters can be used to limit the motion. For example the maximum torque or velocity.

Coil mode parameters
Set P1 to P6 in this field according to the description in this chapter.
Also start direction and how to start is set here

Gear factor
The ratio between the incomming pulses and the actual motor movement is specified here.

TT4029-10GB

Die allgemeine Parametrierung - beispielsweise maximale Drehzahl, Übersetzungsverhältnis und Eingangstyp - entspricht dem Gear Mode. Nur die spezifischen Coil-Mode-Parameter unterscheiden sich.
Weitere Einzelheiten zur allgemeinen Parametrierung siehe Gear Mode, Seite 99.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

4.13.6 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 49, POS0 (Position Reg 1)
Unterer (linker) Wendepunkt: Hier kehrt die Traversierung ihre Richtung um.

Register 51, POS1 (Position Reg 2)
Linker Cut-off: untere Grenze der kommandierten Position. Gleichzeitig Startposition bei positiver Startrichtung.

Register 53, POS2 (Position Reg 3)
Rechter Cut-off: obere Grenze der kommandierten Position. Gleichzeitig Startposition bei negativer Startrichtung.

Register 55, POS3 (Position Reg 4)
Oberer (rechter) Wendepunkt.

Register 57, POS4 (Position Reg 5)
Repositionierziel für den Repositionierbefehl.

Register 59, POS5 (Position Reg 6)
Befehlsregister: Bit 0 = Startrichtung (1 = negativ), Bit 1 = Repositionierbefehl, Bit 2 = Power-up-Befehl. Bit 3 wird von der Firmware als Bestätigung gesetzt. Bit 4 macht den Power-up-Befehl automatisch: Ist Start mode (Reg 37) beim Einschalten 19 und Bit 4 gesetzt, setzt die Firmware Bit 2 selbst, sodass der Wickelvorgang ohne externen Befehl beginnt. Position Reg 6 (Reg 59) ist ein Parameterregister, das im Flash gespeichert wird; die Einstellung gilt daher bei jedem Einschalten.

Register 14, GEARF1 (Gear output factor) /
Register 15, GEARF2 (Gear input factor)
Traversierbewegung pro Count am Spindel-/Pulseingang.

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Maximale Traversiergeschwindigkeit.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Beschleunigung der Traversierbewegung.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
19 schreiben, um Coil Mode zu aktivieren.

Ein Analogeingang über 256 Counts (ca. 1,25 V) löst ebenfalls den Repositionierbefehl aus.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

4.14 Analogue Bi-position mode

4.14.1 Analogue Bi-position Mode (Betriebsart 20) - Gesamtbeschreibung

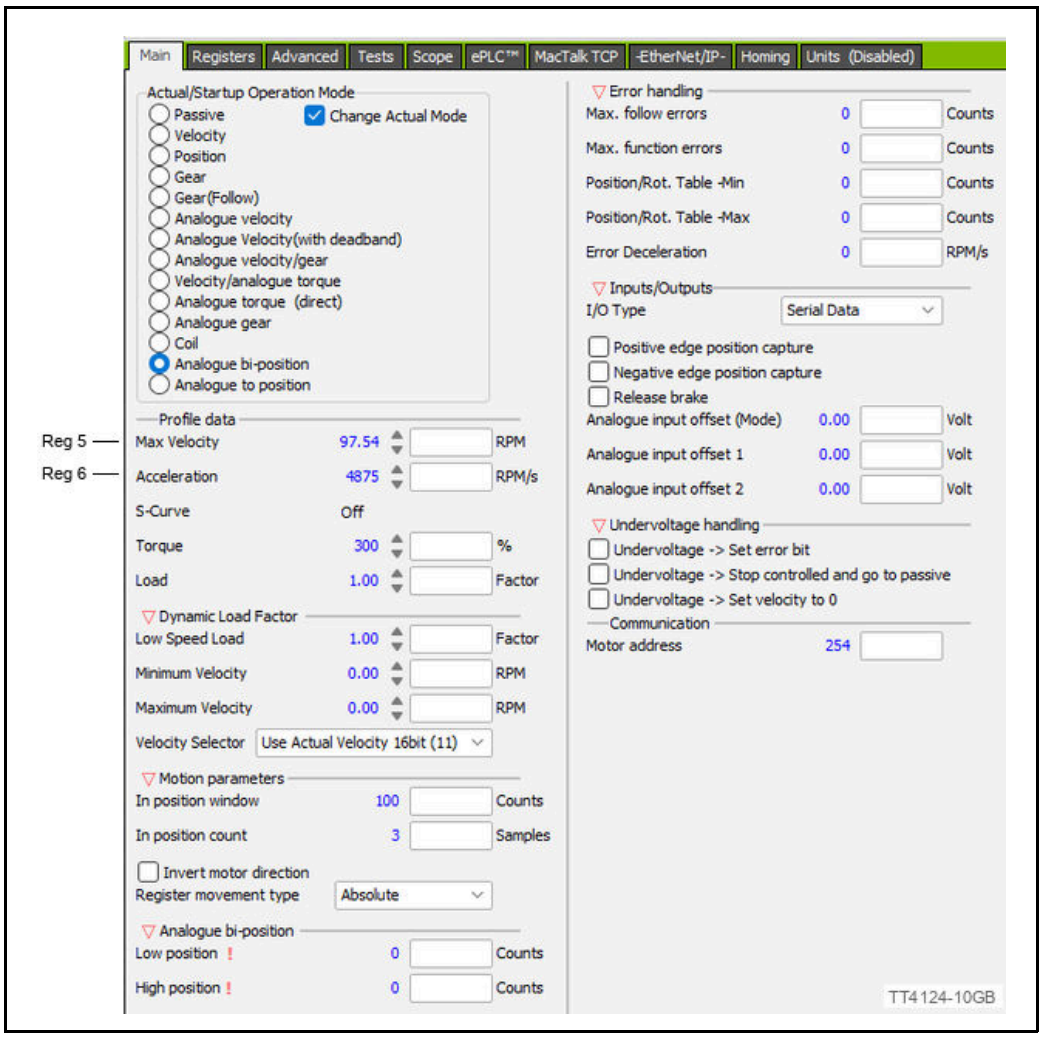
Für einfache Positionieraufgaben bietet der MAC-Basismotor den Analogue Bi-position mode mit folgender Funktion:

Abhängig von der Spannung am Analogeingang fährt der Motor eine bestimmte Strecke oder eine von zwei Positionen an. Die Spannung am Analogeingang wird als Digitalsignal interpretiert – entweder logisch Low oder logisch High.
Die Strecke bzw. die Positionen können in zwei internen Registern eingestellt und dauerhaft im Motor gespeichert werden.

Informationen zur Schaltschwelle des Eingangs und zu ihrer Änderung siehe Abschnitt Analoge Eingänge im Kapitel Installation.

4.14.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt; die beiden Positionen werden als Position 1 (Reg 49) und Position 2 (Reg 51) eingetragen.



Velocity Maximale Drehzahl der Bewegungen (Reg 5).

Acceleration Beschleunigung der Bewegungen (Reg 6).

4.14 Analogue Bi-position mode

4.14.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 49, POS0 (Position Reg 1)
Erste Zielposition, ausgewählt, wenn der Analogeingang unter 128 Counts (ca. 0,63 V) liegt.

Register 51, POS1 (Position Reg 2)
Zweite Zielposition, ausgewählt, wenn der Eingang über 384 Counts (ca. 1,88 V) liegt. Zwischen beiden Schwellen behält der Motor die aktuelle Zielposition bei (Hysterese).

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Maximale Drehzahl der Bewegungen.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Beschleunigung der Bewegungen.

Register 36, CNTRL_BITS (Control bits)
Optionen für relative Positionierung - siehe Online-Registerüberblick.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
20 schreiben, um Analogue Bi-position mode zu aktivieren.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

4.15 Analogue to Position mode

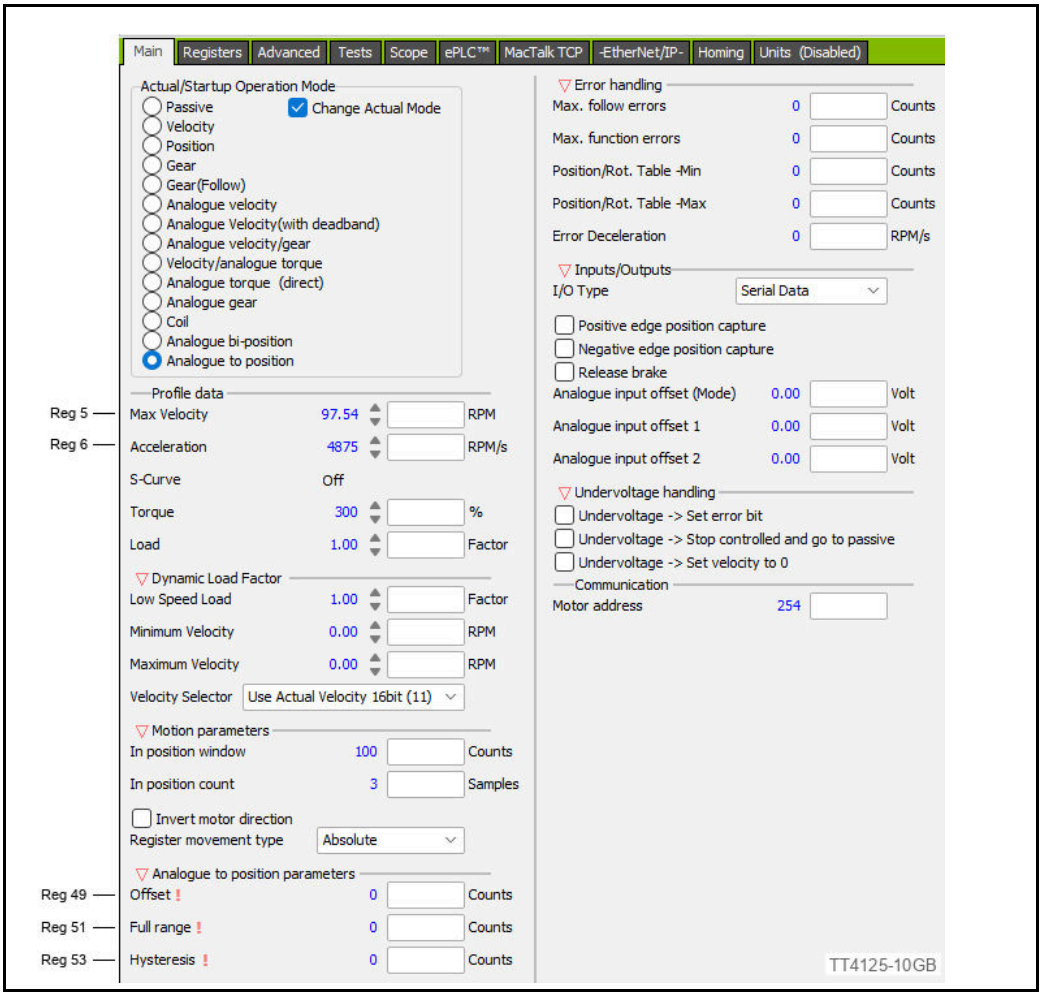
4.15.1 Analogue to Position mode (Betriebsart 21) - Gesamtbeschreibung

Im Analogue to Position Mode folgt die Motorposition der am Analogeingang anliegenden Spannung.
Die Strecke, die der Motor bei vollem Analogeingangssignal zurücklegt, wird mit Full range (Reg 51) festgelegt; die Strecke entspricht dem 64-Fachen des Registerwerts in Encoder-Counts. Die absolute Position bei 0 V Eingang wird durch Offset (Reg 49) definiert.
Der Motor fährt mit dem normalen Positionsprofil; Drehzahl und Beschleunigung werden daher durch Velocity (Reg 5) und Acceleration (Reg 6) begrenzt.
Zur Unterdrückung von Rauschen im Eingangssignal kann Hysteresis (Reg 53) verwendet werden: Der Motor bewegt sich erst, wenn sich die Eingangsspannung um mehr als den Wert ändert, der der programmierten Anzahl von Counts entspricht.
Beispiel: Der gewünschte Arbeitsbereich beträgt 5000 Counts; zusätzlich ist ein Offset von 1000 Counts gegenüber dem mechanischen Nullpunkt erforderlich. Offset wird auf 1000 Counts und Full range auf 5000 Counts eingestellt. Soll der Motor Eingangsänderungen unter 50 Counts ignorieren, wird Hysteresis auf 50 Counts gesetzt.
Falls ein definierter mechanischer Nullpunkt erforderlich ist, führen Sie vor dem Wechsel in diese Betriebsart eine Referenzfahrt aus. Siehe Seite 63.

4.15 Analogue to Position mode

4.15.2 Konfiguration über MacTalk

Die Betriebsart wird im Feld Startup mode in MacTalk gewählt oder durch Schreiben von 21 in das Betriebsartenregister (Reg 2) eingestellt.



Offset Absolute Position bei 0 V Eingang in Encoder-Counts (Reg 49). Auf der Registerkarte Registers in MacTalk heißt dasselbe Register Position 1 (P1).

Full range Strecke, die der Motor bei vollem Analogeingang zurücklegt, in Encoder-Counts (Reg 51), auf der Registerkarte Registers als Position 2 (P2) bezeichnet.

Hysteresis Der Motor bewegt sich erst, wenn sich die Eingangsspannung um mehr als den dem programmierten Count-Wert entsprechenden Betrag ändert (Reg 53), auf der Registerkarte Registers als Position 3 (P3) bezeichnet. Damit lässt sich durch Eingangsrauschen verursachtes Pendeln unterdrücken.

Velocity Maximale Drehzahl der Bewegung (Reg 5).

Acceleration Beschleunigung der Bewegung (Reg 6).

4.15 Analogue to Position mode

4.15.3 Konfiguration über Motorregister

Erfolgt die Konfiguration nicht über MacTalk, sondern beispielsweise über Ethernet, CANopen usw. oder über eine einfache Schnittstellenverbindung zum Basismotor, ist die folgende Beschreibung zu beachten.

Register 49, POS0 (Position Reg 1)
Position bei 0 V Eingang (Offset).

Register 51, POS1 (Position Reg 2)
Verstärkung: Die Zielposition ergibt sich aus Position Reg 1 (Reg 49) plus Analogue input (Reg 170) × Position Reg 2 (Reg 51) / 32. Der volle Eingangsbereich (10 V = 2048 Counts) umfasst damit 64 Counts je Einheit in Position Reg 2 (Reg 51); dies entspricht Full range in MacTalk.

Register 53, POS2 (Position Reg 3)
Hysterese: Die Zielposition folgt dem Eingang erst, wenn die Änderung die Anzahl von Counts in Position Reg 3 (Reg 53) überschreitet. Damit lässt sich durch Eingangsrauschen verursachtes Pendeln unterdrücken.

Register 5, V_SOLL (Velocity)
Maximale Drehzahl der Bewegung.

Register 6, A_SOLL (Acceleration)
Beschleunigung der Bewegung.

Register 2, MODE_REG (Operating mode)
21 schreiben, um Analogue to Position mode zu aktivieren.

Siehe auch Registereinheiten und Umrechnungen, Seite 93.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

5Servoabstimmung und Bewegungsperformance

5.1 Servo-Filtereinstellung

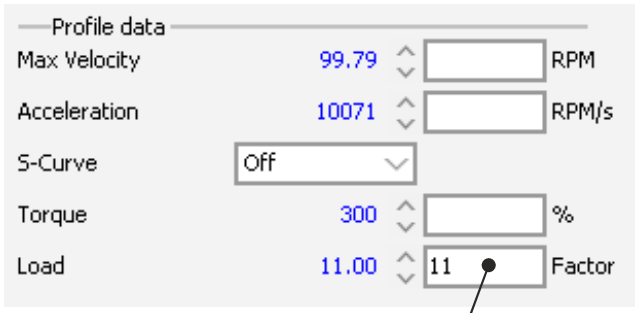
Eine ausführliche Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Servo-Filtereinstellung ist online verfügbar: Servo Filter adjustment guide - EN - MAC Tuning Manual - https://de.jvl.dk/416/user-manuals

5.1.1 Servo-Filtereinstellung

Der MAC-Motor enthält einen digitalen Regelkern mit Filter höherer Ordnung. Ziel des Filters ist zum einen, die gewünschte Drehzahl, das gewünschte Drehmoment und/oder die gewünschte Position zu erreichen, und zum anderen einen stabilen Betrieb sicherzustellen.
Die Werkseinstellung des Motors ist für die meisten Anwendungen geeignet. Normalerweise muss lediglich der Parameter LOAD *angepasst* werden, der im Main Setup von *MacTalk* verfügbar ist. Für anspruchsvollere Anwendungen kann der Filter *Selector verwendet* werden.

5.1.2 LOAD-Parameter einstellen

Der LOAD-Parameter muss proportional zum Trägheitsmoment der angeschlossenen Last erhöht werden. Standardwert des LOAD-Parameters ist 1.0000.
Der richtige LOAD-Wert wird wie folgt bestimmt:
LOAD=(Motorträgheitsmoment+Lastträgheitsmoment)/Motorträgheitsmoment.



Adjust **Load** according to the attached inertia.

Example:
A system uses a MAC1004. The MAC1004 has a motor inertia of 1.8kg/cm² (according to data in appendix).
If the inertia of the payload attached to the motor is 18kg/cm² (motor intertia x 10) the Load needs to be adjusted to LOAD=(Motor inertia+Load inertia)/Motor inertia
LOAD=(1.8 + 18) / 1.8 = **11**

TT4035-10GB

Ist das Lastträgheitsmoment nicht genau bekannt, wird dringend empfohlen, den LOAD-Parameter langsam zu erhöhen, bis der Motor instabil und hörbar unruhig wird. Anschließend den Wert um 20-30 % reduzieren, um einen Sicherheitsabstand zu erhalten. Einstellung mit der Schaltfläche „Save in Motor“ dauerhaft im Motor speichern.

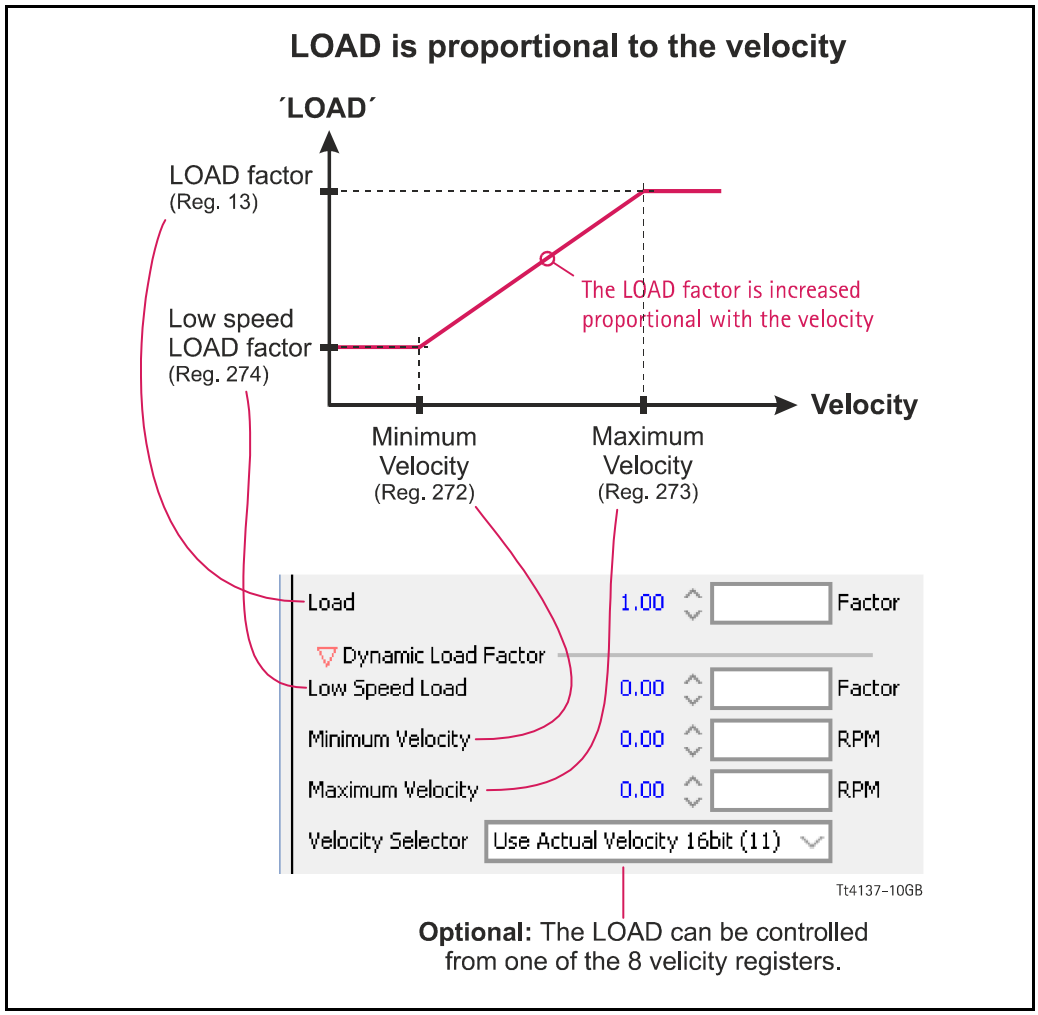
5.1 Servo-Filtereinstellung

5.1.3 Besonderheiten bei der LOAD-Einstellung

Besondere Vorsicht ist erforderlich, wenn die Kraftübertragung vom Motor zur Last elastisch ist oder Umkehrspiel aufweist. Ein typisches Beispiel ist ein Zahnriemenantrieb, bei dem die Motorkraft zunächst über ein Getriebe und anschließend über den Riemen zur Nutzlast übertragen wird. Diese „Übertragungskette“ ist meist sehr elastisch, und das Getriebe weist ein gewisses Umkehrspiel auf.
Das Hauptproblem besteht darin, dass der Motor die eigentliche Nutzlast nicht direkt „sieht“.
Wenn der Motor zu drehen beginnt, „spürt“ er die Last erst, nachdem das Umkehrspiel überwunden und der Riemen gespannt ist. Das System ist daher nicht linear, sodass LOAD in der Praxis nicht so stark erhöht werden kann, wie es theoretisch möglich wäre.

5.1.4 Drehzahlabhängiger LOAD-Faktor

Die oben beschriebene elastische Übertragung lässt sich häufig besser beherrschen, wenn der Motor zwei unterschiedliche LOAD-Faktoren verwendet:
Einen niedrigen Faktor, solange der Motor stillsteht oder langsam läuft, und den normalen Faktor bei höherer Drehzahl.
Dies ist typischerweise bei langen Zahnriemen nützlich, bei denen der Motor das volle Massenträgheitsmoment der Last erst nach dem Spannen des Riemens erkennt. Der Motor nimmt die Anpassung selbst anhand der Istgeschwindigkeit vor; der Lastfaktor wird in jedem Zyklus des äußeren Regelkreises neu berechnet.



5.1.5 Drehzahlabhängiger LOAD-Faktor - Details

Fünf Register steuern diese Funktion:

- **Register 274, KVOUT_LO (Low Speed Factor) ist** der bei niedriger Drehzahl verwendete Lastfaktor. Die Funktion ist deaktiviert, wenn dieses Register 0 ist - Werkseinstellung - oder wenn der Wert negativ bzw. größer als 100.0000 ist. Der Motor verwendet dann ausschließlich den Load-Wert, genau wie in den vorherigen Abschnitten beschrieben.

- **Register 272, KVOUT_MIN_VEL (Minimum Velocity)** und **Register 273, KVOUT_MAX_VEL (Maximum Velocity) sind** die beiden Drehzahlgrenzen. Der Motor verwendet die Absolutwerte beider Grenzen sowie der Drehzahl, sodass die Funktion in beiden Drehrichtungen arbeitet.

- **Register 275, KVOUT_SELECT (Velocity Selector) wählt** aus, welche Drehzahl ausgewertet wird. 0 - Werkseinstellung - verwendet Actual Velocity 16bit (Reg 11), Werte 1 bis 8 verwenden Velocity Reg 1 bis Velocity Reg 8 (Reg 65 bis Reg 72). Werte über 8 werden wie 0 behandelt.

- **Register 13, KVOUT_HI (Load)** ist der normale LOAD-Parameter aus den vorherigen Abschnitten. Er wird als Lastfaktor bei hoher Drehzahl verwendet.

Bei Drehzahlen bis einschließlich Minimum Velocity (Reg 272) verwendet der Motor Low Speed Factor (Reg 274); bei Drehzahlen ab Maximum Velocity (Reg 273) verwendet er Load (Reg 13).

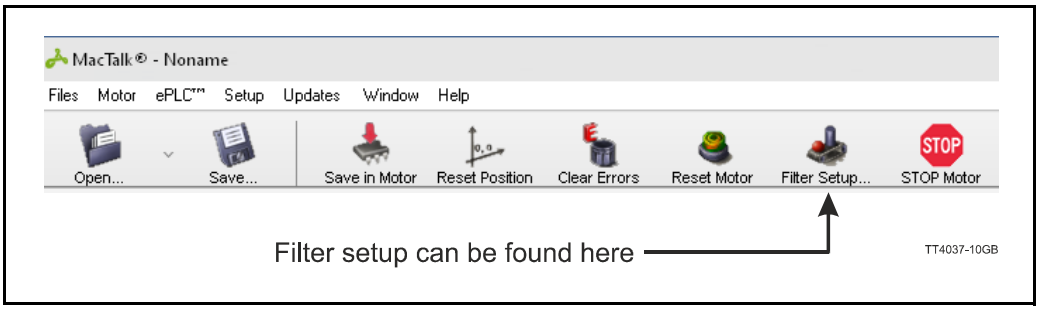
Zwischen beiden Grenzen wird der Lastfaktor linear zwischen Low Speed Factor (Reg 274) und Load (Reg 13) interpoliert. Ist Maximum Velocity (Reg 273) gleich oder kleiner als Minimum Velocity (Reg 272), erfolgt keine Interpolation; der Motor schaltet an der Grenze direkt zwischen den beiden Faktoren um. Sind beide Grenzen 0, wird Low Speed Factor (Reg 274) nur bei vollständig stillstehender Welle verwendet.
Low Speed Factor (Reg 274) und Load (Reg 13) verwenden dieselbe Skalierung wie der LOAD-Parameter; 65536 entspricht einem Lastfaktor von 1,0000. Minimum Velocity (Reg 272) und Maximum Velocity (Reg 273) verwenden dieselbe Einheit wie das über Velocity Selector (Reg 275) ausgewählte Drehzahlregister.
Wird Minimum Velocity (Reg 272) als negativer Wert geschrieben, schreibt der Motor den resultierenden Lastfaktor bei jeder Berechnung zusätzlich in Load Reg 4 (Reg 84). Als Geschwindigkeitsgrenze wird weiterhin der Betrag verwendet. Die einzige zusätzliche Wirkung ist also diese Diagnoseausgabe, die sich beim Einstellen mit der Scope-Funktion aufzeichnen lässt. Ein bereits in Load Reg 4 (Reg 84) vorhandener Wert wird dabei überschrieben.
Die drehzahlabhängige Anpassung wird im Modus Velocity-limited Analogue Torque (Betriebsart 17) nicht verwendet. Dort wird der Lastfaktor immer aus Load (Reg 13) übernommen.
In MacTalk werden die vier Register in der Gruppe Dynamic Load Factor auf der Registerkarte Main von oben nach unten in dieser Reihenfolge angezeigt: Low Speed Load (Reg 274), Minimum Velocity (Reg 272), Maximum Velocity (Reg 273) und Velocity Selector (Reg 275). Das fünfte Register, Load (Reg 13), ist das bereits beschriebene normale Feld Load. Denken Sie daran, die Einstellung mit Save in Motor dauerhaft zu speichern.

HINWEIS: Das direkt unter dieser Gruppe angezeigte Kontrollkästchen Invert motor direction gehört zu einer anderen Funktion - Bit 7 von Register 39, HW_-SETUP, beschrieben unter Drehrichtung umkehren, Seite 77.

5.1 Servo-Filtereinstellung

5.1.6 Grundlagen des Filter Selector

Kann das gewünschte Motorverhalten nicht allein mit dem LOAD-Parameter erreicht werden, kann der Filter Selector verwendet werden.
Der Filter Selector befindet sich in der oberen MacTalk-Symbolleiste.

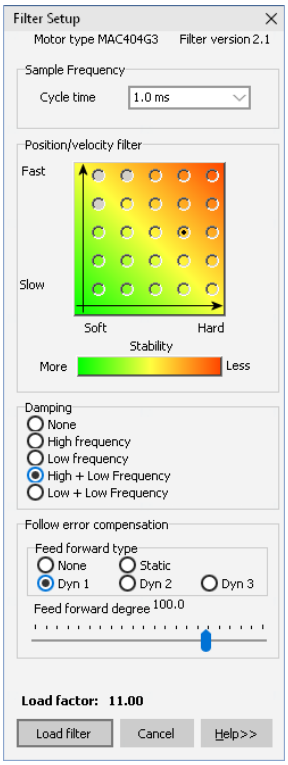


Mit dem Filter Selector kann die Charakteristik des Motorverhaltens an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Einstellbar sind insbesondere:

- Following Error während der Bewegung und/oder im Stillstand.
- Stabilität bei hohem Lastträgheitsmoment.
- Stabilität bei sich während des Betriebs änderndem Lastträgheitsmoment.
- Motorgeräusch

Funktion und Optionen im Filter Selector sind für die gesamte MAC-Motorenbaureihe MAC404, 604, 802, 804, 1004, 1202, 1403 und 1404 identisch.

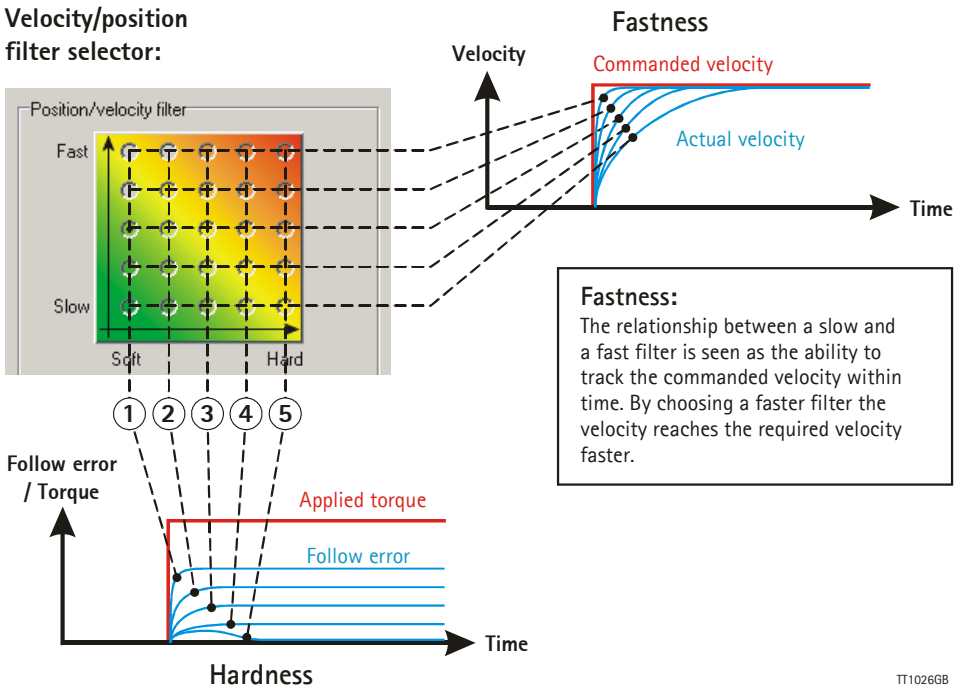
Filter setup dialog:



5.1 Servo-Filtereinstellung

5.1.7 Position-/Velocity-Filter einstellen

Der Position-/Velocity-Filter ist der Hauptfilter und bestimmt das grundlegende dynamische Ansprechverhalten des Motors.



Fastness:
The relationship between a slow and a fast filter is seen as the ability to track the commanded velocity within time. By choosing a faster filter the velocity reaches the required velocity faster.

Hardness:
The follow error is decreased by choosing a harder filter but the stability is also decreased.
The 5 levels of hardness will affect the motor torque in the following manner.
In case of certain follow error the torque is integrated up to 300% (full torque).

300% motor torque is produced when these follow errors are present:
Column 1 : Follow error of 8000 counts
Column 2 : Follow error of 2000 counts
Column 3 : Follow error of 500 counts
Column 4 : Follow error of 125 counts
Column 5 : Follow error of 1 count (no error is accepted)

5.1 Servo-Filtereinstellung

5.1.8 Dämpfung

In nahezu jeder Anwendung kann es sinnvoll sein, bestimmte Schwingungen zu dämpfen. Hierfür dient der Damping Selector.
Folgende Dämpfungsarten sind verfügbar:

- **None**
  Dämpfungsfunktion deaktiviert.

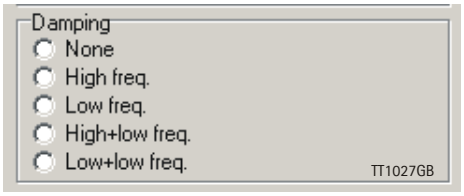
- **Low frequency**
  Reduziert *Schwingungen,* die durch eine ungünstige mechanische Übertragung entstehen, beispielsweise Spiel in Kupplungen oder elastische Zahnriemen. Der Filter wird toleranter gegenüber Änderungen des Trägheitsmoments, die sonst Instabilität verursachen können.

- **High frequency**
  Reduziert *Schwingungen bei* höheren Frequenzen. Diese können beispielsweise auftreten, wenn der Filter in einem Frequenzbereich nahe der Abtastfrequenz schwingt; häufig ist dies als hörbares Geräusch wahrnehmbar.

- **High+Low frequency**
  Kombination aus High- und Low-frequency-Einstellung.

- **Low+Low frequency**
  Ähnlich Low frequency, jedoch mit zusätzlicher Toleranz gegenüber Änderungen des Trägheitsmoments.

Damping selector:



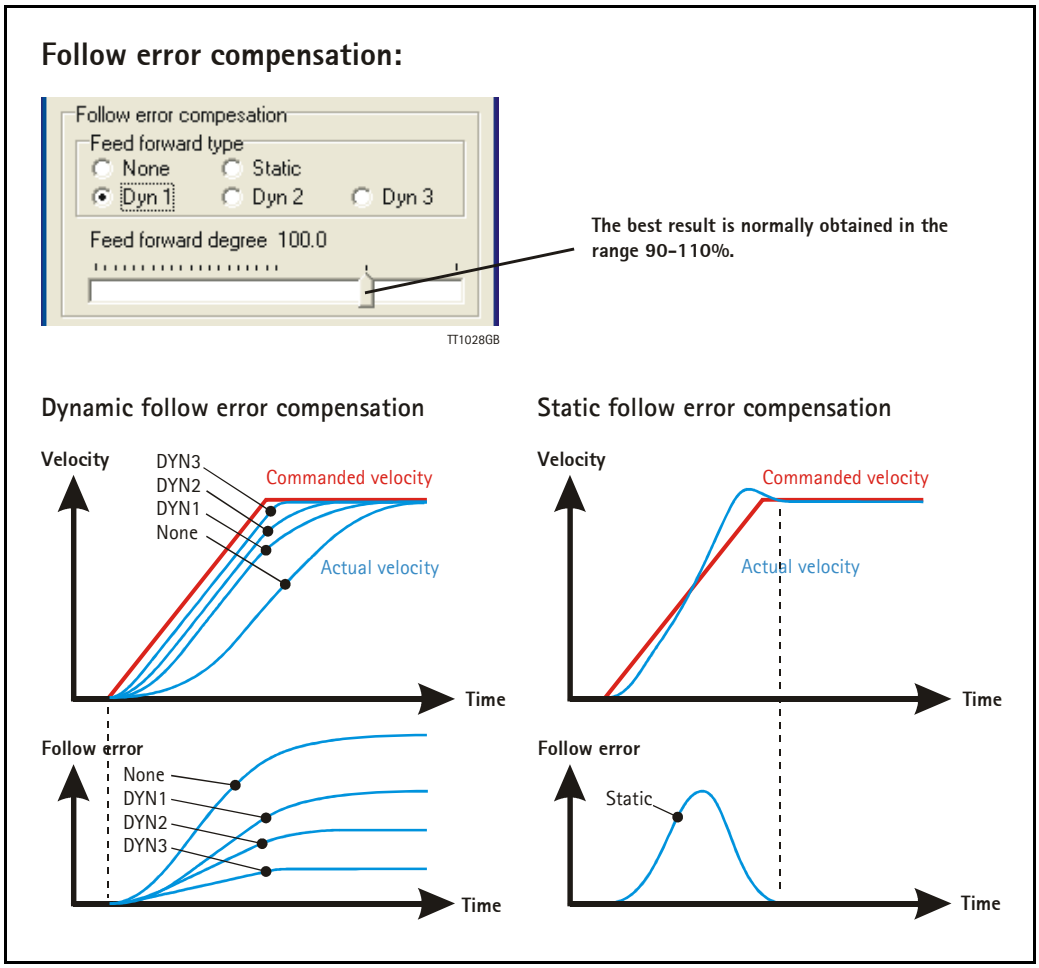
5.1 Servo-Filtereinstellung

5.1.9 Following-Error-Kompensation

Mit dieser Funktion kann die Positionsabweichung während der Bewegung dynamisch minimiert werden. Es gibt zwei Haupttypen:

- **Static**
  Reduziert den Following Error bei konstanter Drehzahl. Dies ist besonders bei elektronischen Getriebeanwendungen hilfreich, da der Motor der Vorgabe exakt ohne Positionsabweichung folgen kann.

- **Dynamic**
  Reduziert den Following Error während Beschleunigung oder Verzögerung (Drehzahländerungen). Die Funktion ist für Anwendungen vorgesehen, bei denen eine vorgegebene Drehzahl oder Zielposition möglichst schnell, aber ohne Überschwingen erreicht werden soll.
  Die dynamische Kompensation bietet drei Stufen (Dyn 1 bis Dyn 3). Mit höherer Dyn-Stufe steigt die Filterordnung; abhängig von der Anwendung kann damit eine bessere Performance erreicht werden.

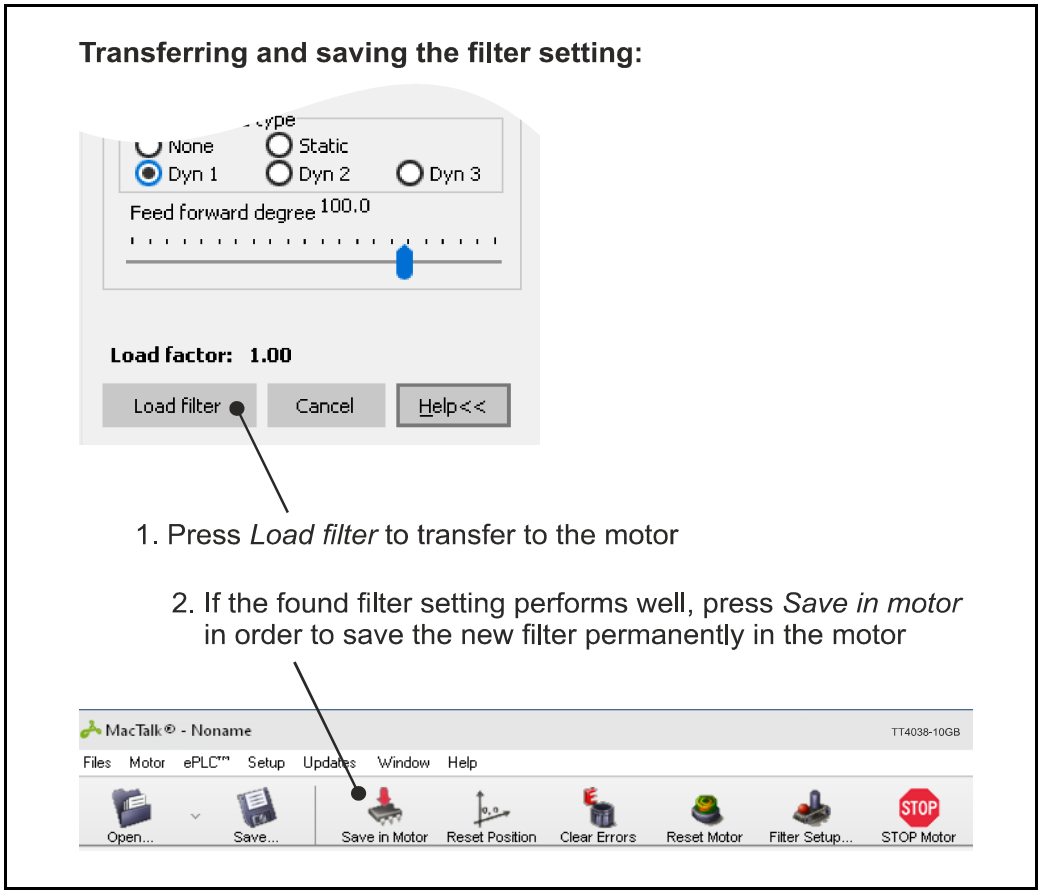


Bitte beachten Sie, dass bei Auswahl eines der fünf langsamsten Hauptfilter Dyn 3 NICHT zur Verfügung steht.

5.1 Servo-Filtereinstellung

5.1.10 Filter übertragen und speichern

Nach Auswahl der Filtereinstellungen kann der Filter in den Motor übertragen werden.



Das vollständige Setup einschließlich Filterkonfiguration kann außerdem über die Schaltflächen Open und Save in der Symbolleiste in einer Datei *gespeichert* und *später* wieder geladen werden.

5.1 Servo-Filtereinstellung

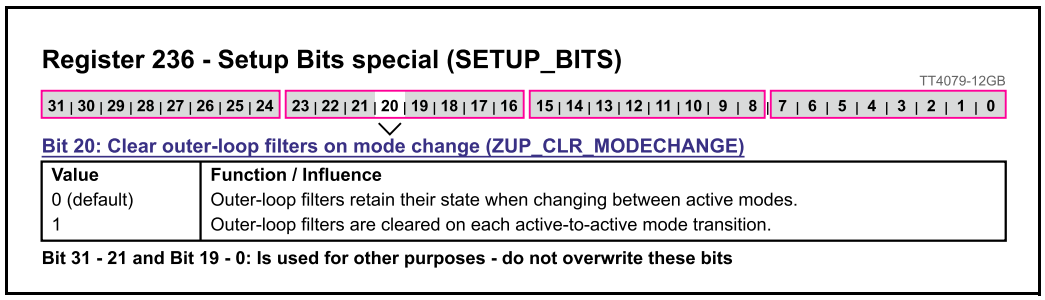
5.1.11 Weitere Feinabstimmung

Nach Übertragung des gewünschten Filters kann das Verhalten getestet werden. Für ein optimales Ergebnis können weitere Anpassungen und Versuche erforderlich sein.
Bitte beachten Sie, dass der LOAD-Parameter weiterhin zur Anpassung des Trägheitsverhältnisses zwischen Motor und Last verwendet werden muss. Siehe auch LOAD-Parameter einstellen, Seite 127.

5.2 Filter beim Betriebsartenwechsel löschen

Standardmäßig behalten die Filter des äußeren Regelkreises ihren internen Zustand - einschließlich eines eventuell aufsummierten Integratorwerts - bei einem Wechsel zwischen aktiven Betriebsarten bei. Dieser Abschnitt beschreibt das Registerbit, mit dem stattdessen ein Zurücksetzen der Filter aktiviert werden kann.

Bit 20 (ZUP_CLR_MODECHANGE) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), steuert, ob die Filter des äußeren Regelkreises beim Wechsel zwischen aktiven Betriebsarten zurückgesetzt werden.
Normalerweise behalten die Filter - einschließlich der Integratoren im Positionsregler - ihren aufsummierten Zustand über einen Betriebsartenwechsel hinweg bei, was in manchen Anwendungen zu einem unerwünschten Übergang führen kann. Mit Bit 20 = 1 werden die Filter bei jedem Wechsel von einer aktiven Betriebsart in eine andere gelöscht, sodass die neue Betriebsart mit einem definierten Ausgangszustand beginnt. Bit 20 (Maske 0x100000) in Setup Bits special (Reg 236) setzen und anschließend Save in Motor ausführen.



Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4079-12GB

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

Bit 20: Clear outer-loop filters on mode change (ZUP_CLR_MODECHANGE)

Value	Function / Influence
0 (default)	Outer-loop filters retain their state when changing between active modes.
1	Outer-loop filters are cleared on each active-to-active mode transition.

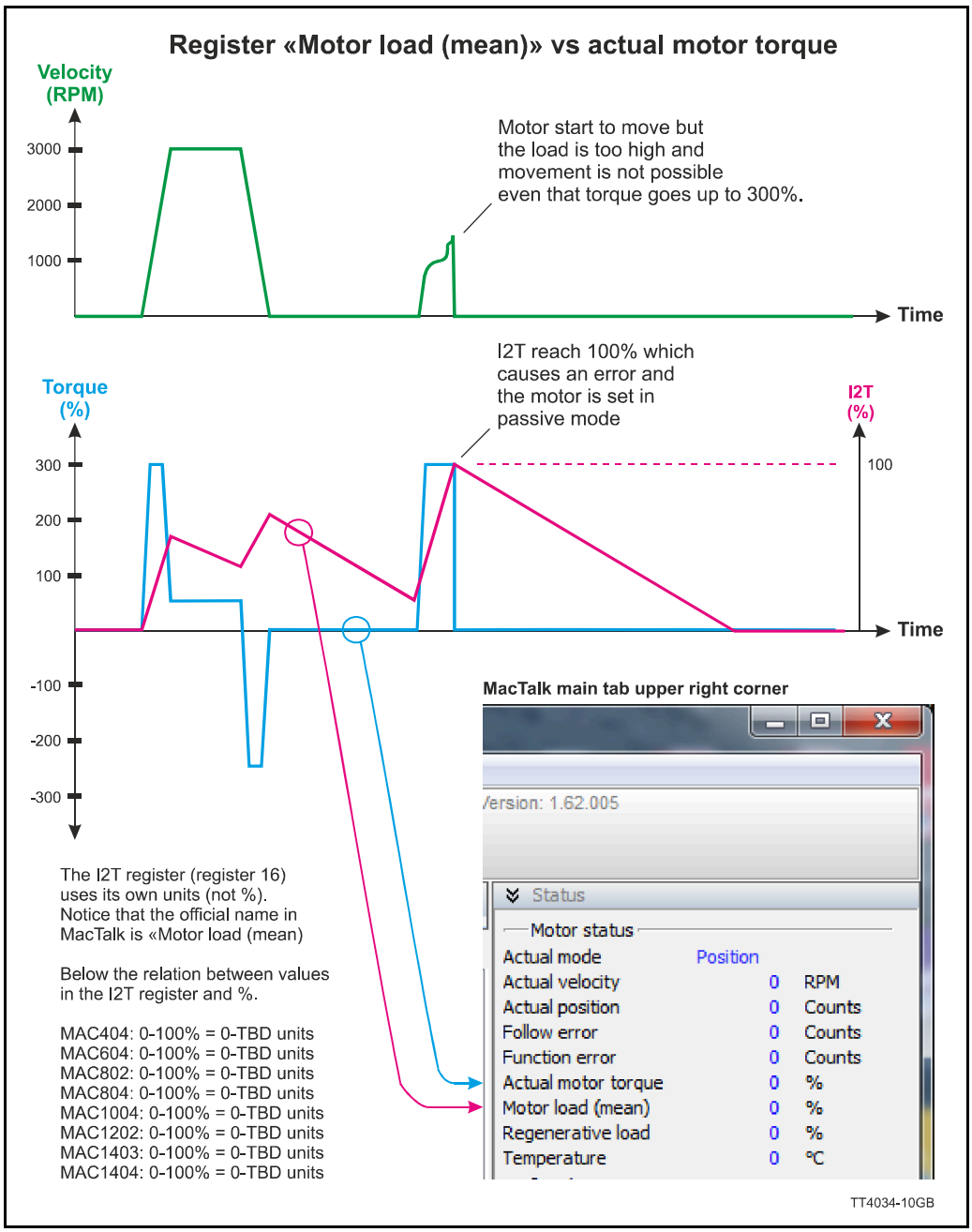
Bit 31 - 21 and Bit 19 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

5.3 Motordrehmoment und Last überwachen

5.3.1 Motordrehmoment und Last überwachen

Alle MAC-Motoren besitzen ein Register, das fortlaufend mit der über einen Zeitraum integrierten aktuellen Motorlast aktualisiert wird.
Dieses Register ist Register 16, I2T - das thermische Integral. In MacTalk heißt es „Motor load (mean)".
Der Motor kann bis zu 300 % Drehmoment erzeugen, solange Motor load (mean) (Reg 16) nicht 100 % erreicht. Bei 100 % wechselt der Motor in den Passive Mode und meldet einen Überlastfehler. Motor load (mean) (Reg 16) eignet sich außerdem zur Langzeitüberwachung, um beispielsweise festzustellen, ob die Mechanik im Vergleich zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme eine unerwartet höhere Reibung entwickelt.



5.3 Motordrehmoment und Last überwachen

Motor load (mean) (Reg 16) und Motor load max (Reg 17) sind Rohzählwerte, keine Prozentwerte. Die in MacTalk angezeigte Prozentzahl ist das Verhältnis zwischen beiden. 100 % bedeutet somit, dass Motor load (mean) (Reg 16) den in Motor load max (Reg 17) gespeicherten Wert erreicht hat. Der Grenzwert ist daher motortypabhängig: Jedes MAC-G3-Modell besitzt einen eigenen Standardwert für Motor load max (Reg 17), abgestimmt auf die thermische Kapazität des jeweiligen Motors.
Der Motor berechnet die Last alle 0,2 Sekunden neu, unabhängig von der gewählten Abtastzeit. Es werden zwei voneinander unabhängige thermische Modelle geführt: eines für die Leistungstransistoren im Antrieb und eines für die Statorwicklungen, jeweils mit eigenen Akkumulations- und Abklingkoeffizienten. Motor load (mean) (Reg 16) zeigt stets den höheren der beiden Werte. Deshalb können sowohl ein kurzer Strompeak als auch eine längere moderate Belastung den Grenzwert erreichen, jedoch mit sehr unterschiedlichen Zeitverläufen.
Der Beitrag zur Last hängt auch von der Drehzahl ab. Derselbe Strom trägt im Stillstand etwa 90 % so stark bei wie bei 3000 U/min. Ein blockierter Motor baut die berechnete Last daher etwas langsamer auf als derselbe Strom bei Nenndrehzahl.
Nach einem Reset oder Einschalten startet Motor load (mean) (Reg 16) nicht bei 0, sondern bei ungefähr 75 % von Motor load max (Reg 17). Dies ist beabsichtigt: Ein Motor, der beim Reset bereits warm war, darf nicht unmittelbar wieder mit voller Last betrieben werden können, ohne dass der Überlastschutz dies berücksichtigt. Die Vorbelegung wird auf das Wicklungsmodell angewandt, das von beiden Modellen langsamer abklingt; deshalb kann es einige Zeit dauern, bis der Wert auf die tatsächliche Last zurückfällt.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

5.4 Advanced

5.4.1 Hochauflösende Drehzahl - Einführung

Diese Funktion bietet zwei Möglichkeiten:

1. Drehzahl und Beschleunigung lassen sich mit einer 64-fach höheren Auflösung als normal einstellen.
2. Der Positionierbereich wird auf volle 32 Bit erweitert. Bei der Standard-G3-Skalierung ist dies bereits die Werkseinstellung.

5.4.2 Funktionsbeschreibung

Traditionell verwenden JVL-MAC-Motoren intern eine 16-fach höhere Auflösung als die physische Encoderauflösung von 8000/8192 Pulsen pro Umdrehung.
Dadurch können Soll-/Maximaldrehzahl und Beschleunigung mit 16-fach höherer Auflösung gewählt werden.
Einige Anwendungen benötigen jedoch eine noch höhere Auflösung als die Standardauflösung der Motoren.

Diese Funktion bietet eine Drehzahlauflösung, die 1024-fach höher ist als die physische Encoderauflösung.
Aktiviert wird sie über ein Bit in Setup Bits special (Reg 236).
Dies hat folgende Auswirkungen:

1. Die Velocity-Register erhalten eine 64-fach höhere Auflösung.
2. Die Acceleration-Register erhalten eine 64-fach höhere Auflösung.
3. Die gültigen Positionsbereiche in Position- und Gear-Betriebsarten werden bei der G2-Kompatibilitätsskalierung von +/-134 Millionen Counts auf +/-2147 Millionen Counts erweitert. (Bei der Standard-G3-Skalierung steht der volle Bereich bereits zur Verfügung.)
4. Die internen Positionsregister erhalten eine 64-fach höhere Skalierung.
5. Die internen Positionsregister ändern sich von 32 Bit auf 64 Bit.

Die folgenden Abschnitte enthalten weitere Einzelheiten einschließlich aller betroffenen Register.
Die Skalierung der Register Actual velocity (Reg 12) und Actual position (Reg 10) wird NICHT verändert und besitzt unabhängig von der Aktivierung der hochauflösenden Drehzahl dieselbe Auflösung.

Zur Veranschaulichung der höheren Auflösung zeigen die folgenden beiden Tabellen, wie vielen U/min ein Count in den Target-Velocity-Registern bei den unterstützten Abtastzeiten und Encoderauflösungen entspricht. Werte in U/min pro Count:

Formel: U/min/Count = (Abtastfrequenz_in_Hz x 60) / (Encoderauflösung x (1024 oder 16)).

Klassische Auflösung (Standard):

Abtastzeit	**Abtast-frequenz**	**Encoderauflösung** (RPM/count)	
		Verwendeter Encoder 8000 CPR	Verwendeter Encoder 8192 CPR
1,0 ms	1000 Hz	0.468750000	0.457763671
1,3 ms	769,23 Hz	0.360576562	0.352125901
2,0 ms	500 Hz	0.23437500	0.228881835

2,6 ms	384,61 Hz	0.180288281	0.176062950

HINWEIS: Nur einige Versionen der vorherigen Generation MAC800-1200 waren mit einem 8000-CPR-Encoder erhältlich. Alle Motoren der Generation III besitzen 8192-CPR-Encoder.

Hohe Auflösung:

Abtastzeit	**Abtast-frequenz**	**Encoderauflösung** (RPM/count)	
		Verwendeter Encoder 8000 CPR	Verwendeter Encoder 8192 CPR
1,0 ms	1000 Hz	0.007324218	0.007152557
1,3 ms	769,23 Hz	0.005634014	0.005501967
2,0 ms	500 Hz	0.003662109	0.003576278
2,6 ms	384,61 Hz	0.002817007	0.002750983

HINWEIS: Nur einige Versionen der vorherigen Generation MAC800-1200 waren mit einem 8000-CPR-Encoder erhältlich.

Alle Motoren der Generation III besitzen 8192-CPR-Encoder.

5.4.2.1 Hochauflösende Drehzahl aktivieren

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4097-11GB

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

Bit 26: Enable/disable high resolution velocity

Value	Function / Influence
0 (default)	High resolution velocity disabled - normal motor function
1	High resolution velocity enabled

Bit 31 - 27 and Bit 25 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Die allgemeine und einfache Aktivierung erfolgt durch Setzen von Bit 26 (Wert 0x4000000) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), und anschließendem Save in Motor.
Nach dem folgenden Reset arbeiten die Register für Soll-Drehzahl und Beschleunigung mit 64-fach höherer Auflösung als bei der Standardauflösung.

Beispiel: Für 3000 U/min bei einer Abtastzeit von 1,0 ms und einer Encoderauflösung von 8192 CPR ist Register 5, V_SOLL (Velocity), auf 3000/0,0071526 = 419430 Counts zu setzen.

Es wird dringend empfohlen, das Bit während des gesamten Betriebs der Anwendung entweder gesetzt oder gelöscht zu lassen.
Wird das Bit geändert, während sich der Motor in einer aktiven Betriebsart befindet, führt dies zu verfälschten Positionswerten. Das Bit kann jedoch ohne Speichern im Flash und ohne Reset geändert werden. Dies darf NUR im Passive Mode erfolgen.
Eine Folge der hochauflösenden Drehzahl- und Beschleunigungswerte ist, dass das interne Positionsregister Register 8, P_FNC, zu einem 64-Bit-Wert wird und die Registernummern 8 und 9 belegt. Index Offset (Reg 9) wird dann in Register 276, INDEX_OFFSET_HIRES, verschoben. Im High-Resolution-Betrieb sollte P_FNC (Reg 8) nicht direkt beschrieben, sondern indirekt über FastMac-Befehle und Control Bits gesetzt werden, die den Wert aus anderen Registern wie Register 4, P_NEW (Resynchronize position), berechnen. P_FNC (Reg 8) wird hauptsächlich für Relativbewegungen

verwendet.
Beachten Sie geringe Rundungsunterschiede zwischen dem klassischen Betrieb und dem High-Resolution-Betrieb. Daher müssen manche Anwendungen fein abgestimmt werden, um dieselbe maximale Drehzahl und Beschleunigung zu erreichen.
Die folgenden Register werden durch Bit 26 in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), beeinflusst:
Die folgende Tabelle zeigt alle für die hochauflösende Drehzahl relevanten Register.

Registernummer	**Kurzname MacTalk-**	**MacTalk-Name**	**Beschreibung im High-Resolution-Betrieb:**
5	V_SOLL	Maximale Drehzahl	Um den Faktor 64 höher skaliert
6	A_SOLL	Beschleunigung	Um den Faktor 64 höher skaliert
8	P_FNC	Interne Position	64 Bit, um den Faktor 64 höher skaliert – Low Word
9	P_FNC_HI	Interne Position	64 Bit, um den Faktor 64 höher skaliert – High Word
9	INDEX_ OFFSET	Indexposition	Im High-Resolution-Betrieb nach Register 276 verschoben
28	MIN_P_IST	Position/ Rundtisch - Min.	Skalierung unverändert, Arbeitsbereich um den Faktor 64 größer
30	MAX_P_IST	Position/ Rot.table - Max	Skalierung unverändert, Arbeitsbereich um den Faktor 64 größer
32	ACC_EMERG Error	Fehlerverzögerung	Um den Faktor 64 höher skaliert
40	V_HOME	Homing-Drehzahl	Um den Faktor 64 höher skaliert
43	P_REG_P	-	Aktiviertes Px-Register kann vollen Bereich verwenden
44	V_REG_P	-	Aktiviertes Vx-Register muss 64-fach höher skaliert werden
45	A_REG_P	-	Aktiviertes Ax-Register muss 64-fach höher skaliert werden
49,51,53, 55, 57,59, 61,63	POS0-POS7 P1-P8	P1–P8	Skalierung unverändert, Arbeitsbereich um den Faktor 64 größer
65-72	VEL0-VEL7 V1-V8	V1-V8	Aktiviertes Register muss um den Faktor 64 höher skaliert werden
73-76	ACC0-ACC3 A1-A4	A1-A4	Aktiviertes Register muss um den Faktor 64 höher skaliert werden
165	G_FNC	-	64 Bit, um den Faktor 64 höher skaliert – Low Word
236	SETUP_ BITS	<verschiedene Kontrollkästchen>	Bit 26, Wert 0x4000000 aktiviert High-Resolution-Betrieb.
276	INDEX_ OFFSET_HIRES	Indexposition	Im High-Resolution-Betrieb aus Register 9 hierher verschoben
277	G_FNC_HI	-	64 Bit, um den Faktor 64 höher skaliert – High Word

Funktionen, bei denen die Skalierung eines oder mehrerer geänderter Register verwendet wird:

Relative Positionierung und FastMac-Befehle

Relative Positionierung mit P_FNC

HINWEIS: Die unten angegebenen FastMac-Befehlsnummern sind die Nummern innerhalb der Gruppe der Sonderbefehle (0-31). Um einen dieser Befehle über Register 211, COMMAND_REG (Special Command), auszuführen, 224 + Befehlsnummer (128 + 96 + Befehlsnummer) schreiben - siehe Abschnitt FastMac commands im Kapitel Installation.

FastMac-Befehl 04: P_FNC (Reg 8) = 0
FastMac-Befehl 08: P_FNC (Reg 8) = [Follow error (Reg 20) – P7 (Reg 61)] × 1 (× 16 bei G2-Kompatibilitätsskalierung; × 1024 im High-Resolution-Betrieb)
FastMac-Befehl 09: P_FNC (Reg 8) = [Follow error (Reg 20) - P8 (Reg 63)] × 1 (× 16 bei G2-Kompatibilitätsskalierung; × 1024 im High-Resolution-Betrieb)

FastMac-Befehle 12, 13, 14, 15: Vier Sätze aus P-, V-, A-, T-, L- und Z-Registern aktivieren.
FastMac-Befehl 22: Relative Positionierung mit P_FNC (Reg 8)
FastMac-Befehl 17: Relativer Positionsoffset P7
FastMac-Befehl 18: Relativer Positionsoffset P8
FastMac-Befehl 23: Positionen absolut mit Resynchronize position (Reg 4) synchronisieren
FastMac-Befehl 24: Positionen relativ mit Resynchronize position (Reg 4) synchronisieren

Betriebsarten
Velocity mode
Position mode
Gear Position mode
Analogue Velocity mode
Stop mode (wird automatisch vor dem Wechsel in Passive mode aktiviert)

Analogue Velocity with dead-band mode
Drehzahlbegrenztes Analogue Torque
Analogue Gear mode
Coil Mode
Analogue Bi-position mode
Analogue to Position mode
Gear Follow mode

Homing-Betriebsarten
Sensorbasierte Homing-Betriebsarten
Drehmomentbasierte Homing-Betriebsarten
Index Homing mode 1 (langsam, hohe Genauigkeit)
Index Homing mode 2 (schnell, geringere Genauigkeit)

Rundtischfunktionen
Alle Rundtischfunktionen

Positionssynchronisierung und Status
Positionen synchronisieren (manuell)
Positionen manuell mit Resynchronize position (Reg 4) synchronisieren
Berechnung des In-Position-Statusbits (ebenso At-Velocity-Statusbit)

5.4.3 On-the-fly-Einheitenskalierung

Die benutzerdefinierte Einheitenskalierung ermöglicht eine individuelle Umrechnung von Registerwerten während des Betriebs. Für jedes Register kann ein Umrechnungsfaktor festgelegt werden, sodass es in anwenderspezifischen technischen Einheiten gelesen und geschrieben wird, beispielsweise die Drehzahl in U/min statt in internen Counts pro Abtastung.
Die Umrechnungsfaktoren werden in MacTalk unter Parameters > Advanced > Unit Scaling konfiguriert und im Motor gespeichert. Bei aktivierter Funktion rechnet der Motor die Werte auf dem jeweiligen Kommunikationskanal bei jedem Lese- und Schreibvorgang um. Die internen Registerwerte bleiben unverändert; Kanäle ohne Skalierung greifen weiterhin auf die Rohwerte zu.

Drei unabhängige Kanäle können in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), aktiviert werden:

Bit 2 (Maske 0x04): On-the-fly-Skalierung auf Modbus-Register-Lese-/Schreibzugriffe anwenden.
Bit 3 (Maske 0x08):On-the-fly-Skalierung auf MacTalk-Register-Lese-/Schreibzugriffe anwenden. Dieses Bit wird normalerweise von MacTalk aktiviert, wenn Unit Scaling verwendet wird (Firmware-Standard: aus).
Bit 4 (Maske 0x10):On-the-fly-Skalierung auf Lese-/Schreibzugriffe der Register des ePLC-Programms anwenden.

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4070-12GB

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

Bits 2-3: On-the-fly unit scaling channels (SETUP_BITS)

Value	Function / Influence
Bit 2	Apply on-the-fly unit scaling to Modbus register read/write.
Bit 3	Apply on-the-fly unit scaling to MacTalk register read/write. Set by default.

Bit 31 - 5 and Bit 1 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits
Bit 4: ePLC unit scaling - see the next figure

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4067-12GB

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

Bit 4: ePLC on-the-fly unit scaling (ZUP_NANOPLC_SCALE)

Value	Function / Influence
0 (default)	ePLC register accesses use raw internal firmware values.
1	ePLC register reads/writes go through the unit-scaling tables (engineering units).

Bit 31 - 5 and Bit 3 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

NOTE:

Bit 4 (ZUP_NANOPLC_SCALE) wirkt nur auf Registerzugriffe innerhalb eines laufenden ePLC-Programms. Ist das Bit gesetzt, arbeiten Register-Lese-/Schreibzugriffe im Programm mit skalierten technischen Einheiten. Ist es gelöscht (Standard), verwendet ePLC die internen Rohwerte. Zum Aktivieren Bit 4 in Setup Bits special (Reg 236) setzen und anschließend Save in Motor ausführen.

5.4.4 Speed-Error-Grenze erhöhen

Jeder MAC-Motor verfügt über eine integrierte Überdrehzahlüberwachung. Überschreitet die gemessene Drehzahl Actual velocity (Reg 12) einen internen Grenzwert, stoppt der Motor mit einem Drehzahlfehler. Standardmäßig liegt dieser Grenzwert bei oder geringfügig über der normalen Maximaldrehzahl des Motors.

Bei Anwendungen, die nahe an der Höchstdrehzahl des Motors betrieben werden müssen, ohne unbeabsichtigte Drehzahlfehler auszulösen, kann der Grenzwert durch Setzen von Bit 5 (Maske 0x20) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), angehoben werden. Die Änderung wird sofort wirksam; führen Sie Save in Motor aus, damit sie nach einem Reset erhalten bleibt. Ungefähre Grenzwerte nach Modell: MAC404: 4300 U/min (Standard) / 5000 U/min (angehoben); MAC604/804/1004/1404: 3600 U/min (Standard) / 4000 U/min (angehoben); MAC802/1202/1403: ca. 4000 U/min (Bit 5 hat bei diesen Modellen keine Wirkung).

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4064-12GB

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

Bit 5: Raise speed-error limit (ZUP_HIGHER_MAX_SPEED)

Value	Function / Influence
0 (default)	Speed-error limit = normal maximum speed.
1	Limit raised: MAC404 ~5000 RPM; MAC604/804/1004/1404 ~4000 RPM; MACx02 no change.

Bit 31 - 6 and Bit 4 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Dieses Bit verschiebt lediglich die Schwelle für den Drehzahlfehler. Es verändert weder die Motornennwerte noch Drehzahlsollwerte oder Befehlsgrenzen und beeinflusst auch nicht die interne PWM-Sperre zum Schutz vor kritischer Überdrehzahl.

5.4.5 Noise Reduction

5.4.5.1 Einführung

Noise Reduction reduziert das hörbare Motorgeräusch für Anwendungen, bei denen ein besonders leiser Betrieb erforderlich ist.

Der Stromregler ist standardmäßig auf eine schnelle und harte Regelung eingestellt. Diese aggressive Stromregelung ist die Hauptursache für die hörbaren Motorgeräusche.

Durch Aktivieren von Noise Reduction wird die Dynamik des Stromreglers und damit das Geräusch in 15 wählbaren Stufen reduziert. Als Folge sinken Wirkungsgrad und Spitzendrehmoment, besonders spürbar bei höheren Drehzahlen.
Die dynamische Reaktion des Motors ist entsprechend langsamer. Dies ist normalerweise unkritisch, wenn Noise Reduction nur bei stillstehendem Motor aktiviert wird.

Die Funktion steht bei allen MAC-G3-Motoren zur Verfügung:



MAC404 bis MAC1404 sowie MAC802, MAC1202, MAC1403.
NICHT unterstützt werden: MAC050-141 Gen.1, MAC400 und MAC800.

5.4.5.2 Noise Reduction aktivieren

Die Bits 7:4 im internen Register 246, SETUP2_BITS (Scope/Samp.bits), dienen zum Aktivieren und Einstellen des Geräuschreduzierungsgrads.
Beachten Sie, dass die übrigen Bits dieses 32-Bit-Registers für andere Zwecke verwendet werden. Vermeiden Sie ein Überschreiben dieser Bits, da dies zu unerwartetem Motorverhalten führen kann.
Die Einstellung Noise Reduction wird wie andere Register mit „Save in Motor“ gespeichert.

Register 246 - Scope/Samp.bits (SETUP2_BITS)

TT4096-11GB

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

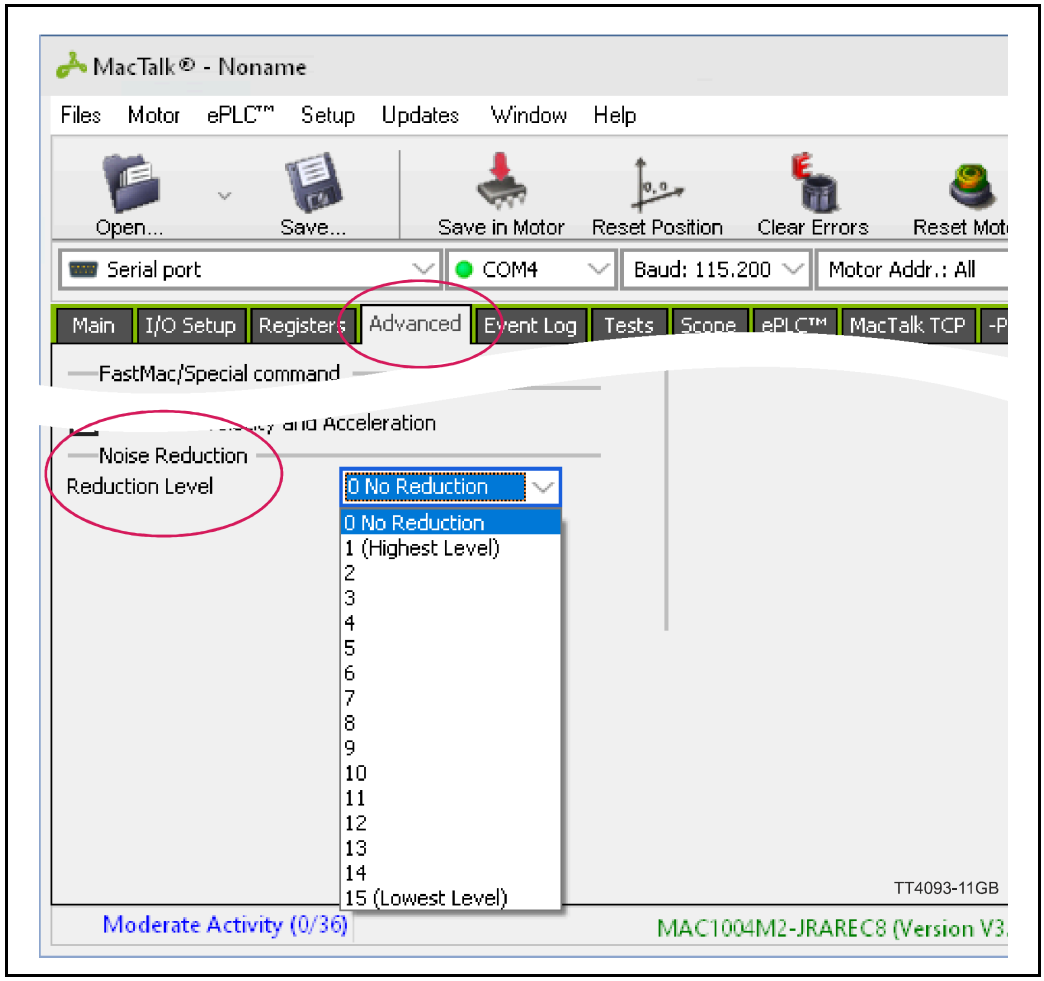
Bit 7 - 4: Silence degree

Value (hex)	Function / Influence
0 (default)	Silence mode disabled - normal motor function
1	Silence mode enabled level 1 - Minimum noise reduction
2	Silence mode enabled level 2
3	Silence mode enabled level 3
4	Silence mode enabled level 4
5	Silence mode enabled level 5
6	Silence mode enabled level 6
7	Silence mode enabled level 7
8	Silence mode enabled level 8
9	Silence mode enabled level 9
A	Silence mode enabled level 10
B	Silence mode enabled level 11
C	Silence mode enabled level 12
D	Silence mode enabled level 13
E	Silence mode enabled level 14
F	Silence mode enabled level 15 - Maximum noise reduction

Bit 31 - 8 and Bit 3 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Der Geräuschreduzierungspegel kann auch in MacTalk eingestellt werden: Verwenden Sie die Funktion Noise Reduction auf der Registerkarte Advanced.
In MacTalk heißt das Feld Reduction Level auf der Registerkarte Advanced. Die gewählte Stufe wird in die Bits 7:4 geschrieben; der Registerwert entspricht daher der Stufe multipliziert mit 16: Stufe 1 ergibt 16, Stufe 8 ergibt 128 und Stufe 15 ergibt 240. Stufe 1 verändert die Koeffizienten des Stromreglers am wenigsten, Stufe 15 am stärksten. Stufe 15 ergibt damit den leisesten Betrieb und die langsamste dynamische Reaktion. Die Endpunkte sind in MacTalk mit 1 (Highest Level) und 15 (Lowest Level) bezeichnet; dies bezieht sich auf das Reaktionsniveau und nicht auf den Umfang der Geräuschreduzierung.

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)



5.4.6 Kühlventilator im Dauerbetrieb

Bei Motoren mit Kühlventilator (Option) wird der Ventilator normalerweise automatisch gesteuert: Er schaltet ein, wenn die interne Temperatur etwa 75 % der maximal zulässigen Temperatur überschreitet, und wieder aus, wenn die Temperatur ungefähr 2 °C unter diese Schwelle gefallen ist. Setzen Sie Bit 18 (Maske 0x40000) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), um den Ventilator unabhängig von der Temperatur dauerhaft laufen zu lassen:

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4060-12GB

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

Bit 18: Always-on cooling fan (HW_SETUP_ALWAYS_COOL)

Value	Function / Influence
0 (default)	Fan controlled automatically by temperature.
1	Fan runs continuously (always on).

Bit 31 - 19 and Bit 17 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Verwenden Sie Dauerlüftung bei hoher Umgebungstemperatur, eingeschränktem Luftstrom oder dauerhaft hoher Last. Eine kontinuierlich kühle Leistungsstu-

fe verringert das Risiko des Fehlers Temperature too high. Die Einstellung hat bei Motoren ohne Lüfter keine Wirkung und deaktiviert den Übertemperaturschutz nicht; der Motor meldet weiterhin einen Fehler, wenn die Maximaltemperatur überschritten wird.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

6 Ein- und Ausgänge

6.1 Typ der Multifunktions-I/O-Anschlüsse

Der MAC-Motor besitzt ein Paar Multifunktions-I/O-Kanäle (A und B), die für unterschiedliche Signalfunktionen konfiguriert werden können. Bits 0-1 (HW_SETUP_DIRAWR / HW_SETUP_DIRBWR) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), wählen die Betriebsart.

Wert	Funktion
0 (Bits 0–1 = 00)	Pulse input. Die Anschlüsse akzeptieren einen externen Encoder oder ein Puls-/Richtungssignal zur Gear-Synchronisierung.
1 (Bits 0–1 = 01, Standard)	Serial data. RS485/Modbus ist aktiv.
2 (Bits 0–1 = 10)	Reserviert. Nicht verwenden.
3 (Bits 0–1 = 11)	Pulse output. Die internen Encoder-A/B-Signale werden auf den Anschlüssen ausgegeben.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4068-12GB

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

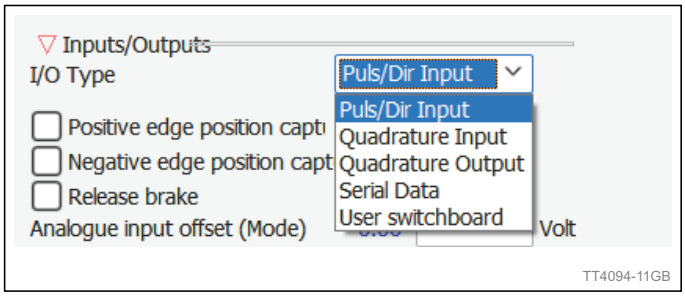
Bits 0-1: Multifunction I/O type (HW_SETUP_DIRAWR / HW_SETUP_DIRBWR)

Value	Function / Influence
00	Pulse input: terminals accept external encoder or pulse/direction signal.
01 (default)	Serial data: RS485/Modbus is active on the terminals.
10	Reserved: keeps existing I/O configuration; do not use.
11	Pulse output: internal encoder A/B signals driven out on the terminals.

Bit 31 - 2: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Bits 0-1 in HW Setup (Reg 39) werden nur beim Einschalten/Reset eingelesen. Nach einer Änderung Save in Motor ausführen und den Motor zurücksetzen, damit die neue Einstellung wirksam wird.

In MacTalk wird der I/O-Typ im Feld I/O Type auf der Registerkarte Main in der Gruppe Inputs/Outputs ausgewählt:



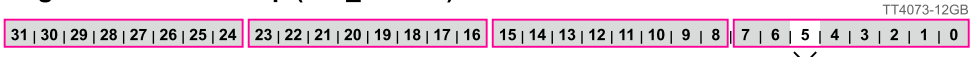
HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

6.2 Eingangsfilter für externen Encoder

Bit 5 (HW_SETUP_NOFILT) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), steuert den Eingangsfilter der externen Encodereingänge (Multifunktions-I/O).
Standardmäßig ist ein Tiefpassfilter aktiv, der die Signalfrequenz auf ungefähr 1 MHz begrenzt und Kabelrauschen sowie Störspitzen unterdrückt. Mit Bit 5 = 1 wird die 1-MHz-Begrenzung deaktiviert; der Eingang wird dann mit der vollen FPGA-Taktfrequenz abgetastet. Dies ist nur für sehr schnelle Encoder erforderlich – hohe Auflösung bei hoher Drehzahl –, bei denen die 1-MHz-Grenze das Signal beschneiden würde. Setzen Sie Bit 5 (Maske 0x20) in HW Setup (Reg 39) und führen Sie anschließend Save in Motor aus.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4073-12GB



Bit 5: Ext-encoder input filter (HW_SETUP_NOFILT)

Value	Function / Influence
0 (default)	Input filter active: external encoder signal filtered at 1 MHz (noise rejection).
1	Input filter off: signal sampled at 8 MHz (for high-speed encoders).

Bit 31 - 6 and Bit 4 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

6.3 Externe Encoder-Drehrichtung umkehren

Bit 6 (HW_SETUP_INVXDIR) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), kehrt die Zählrichtung des externen Encodereingangs (eQEP2) um.
Standardmäßig zählt ein ansteigendes Encodersignal in positiver Richtung. Mit Bit 6 = 1 wird das Vorzeichen intern invertiert, ohne die A- und B-Leitungen physisch vertauschen zu müssen. Dies ist eine Alternative zum Negieren des Gear-Faktors. Bit 6 (Maske 0x40) in HW Setup (Reg 39) setzen und anschließend Save in Motor ausführen.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4074-12GB

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

Bit 6: Invert ext-encoder direction (HW_SETUP_INVXDIR)

Value	Function / Influence
0 (default)	External encoder counts in the normal direction.
1	External encoder counting direction is inverted.

Bit 31 - 7 and Bit 5 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

6.4 Position Capture am Analogeingang

Der Motor kann seine aktuelle Position in dem Moment erfassen, in dem Analog input 1 (Reg 216) oder Analog input 2 (Reg 218) eine Schwelle von +5,0 V überschreitet. Dies ist beispielsweise zur Positionsmarkierung eines externen Ereignisses, eines Produktsensors oder einer Registriermarke hilfreich und bietet eine Auflösung von ungefähr 50 µs. Capture am Analogeingang 1 wird durch Setzen des entsprechenden Bits in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), scharfgeschaltet. Beim Überschreiten der Schwelle kopiert die Firmware den aktuellen Wert von Fast act. pos. 100uS (Reg 229) in das Ergebnisregister und löscht das Scharfschaltbit automatisch. Vor dem nächsten Capture-Ereignis muss das Bit erneut gesetzt werden.
Bit 19 (Maske 0x80000): Capture scharfschalten, wenn Analog input 1 (Reg 216) über +5,00 V steigt. Das Ergebnis wird in Register 63, POS7 (Position Reg 8), gespeichert.
Bit 20 (Maske 0x100000): Capture scharfschalten, wenn Analog input 1 (Reg 216) unter +5,00 V fällt. Ergebnis wird in Register 64, CAPCOM7, gespeichert.

Die Positionserfassung über Analogeingang 2 wird stattdessen über Register 246, SETUP2_BITS (Scope/Samp.bits), scharfgeschaltet:
Bit 1 (Maske 0x02): Capture scharfschalten, wenn Analog input 2 (Reg 218) über +5,00 V steigt. Die erfasste Position wird in Register 59, POS5 (Position Reg 6), gespeichert.
Bit 2 (Maske 0x04): Capture scharfschalten, wenn Analog input 2 (Reg 218) unter +5,00 V fällt. Die erfasste Position wird in Register 60, CAPCOM5, gespeichert.

Bei beiden Eingängen wird die +5,00-V-Schwelle durch das zum Eingang gehörende Offset-Register Analog input 1 offset (Reg 217) bzw. Analog input 2 offset (Reg 219) verschoben, da der Offset vor dem Vergleich stets zum Messwert addiert wird.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4061-12GB

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

Bit 19: Rising-edge capture (HW_SETUP_POSITION_CAPTURE_UP)

Value	Function / Influence
0 (default)	Position capture on rising ANINP1 edge disabled.
1	Capture P_QUICK to POS7 (Reg 63) when ANINP1 rises above +5.00 V.

Bit 31 - 20 and Bit 18 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4062-12GB

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

Bit 20: Falling-edge capture (HW_SETUP_POSITION_CAPTURE_DN)

Value	Function / Influence
0 (default)	Position capture on falling ANINP1 edge disabled.
1	Capture P_QUICK to CAPCOM7 (Reg 64) when ANINP1 falls below +5.00 V.

Bit 31 - 21 and Bit 19 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Standardmäßig wird Capture durch einen Pegel ausgelöst (Signal über/unter der Schwelle). Soll auf beiden Eingängen ein tatsächlicher Flankenwechsel erforderlich sein, Bit 3 (Maske 0x08) in Scope/Samp.bits (Reg 246) setzen. Capture kann außerdem während des Betriebs durch Schreiben in Register 211, COMMAND_REG (Special Command), scharf- oder unscharfgeschaltet werden: 0x1041 = steigende Flanke an Analog input 1 (Reg 216), 0x1042 = fallende Flanke an Analog input 1, 0x1043 = steigende Flanke an Analog input 2 (Reg 218), 0x1044 = fallende Flanke an Analog input 2. 0x1040 deaktiviert und löscht alle vier Capture-Optionen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

6.5 Capture-Abtastpunkt fixieren

Bit 29 (HW_SETUP_CAPTURE_NO_JITTER) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), reduziert das zeitliche Jittern beim schnellen Position Capture, das durch Analog input 1 (Reg 216) ausgelöst wird, erheblich; siehe Abschnitt Position Capture.
Die High-Speed-Capture-Funktion tastet Fast act. pos. 100uS (Reg 229) in Intervallen von 50 μs ab; der Abtastzeitpunkt variiert normalerweise geringfügig innerhalb jedes Zeitschlitzes. Mit Bit 29 = 1 wird der Abtastpunkt in jedem Zeitschlitz auf denselben Zeitpunkt fixiert, wodurch das Jittern deutlich reduziert wird. Nachteil ist eine geringe Verringerung des verfügbaren ePLC-Ausführungsbudgets.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4076-12GB



Bit 29: Fix position capture sample point (HW_SETUP_CAPTURE_NO_JITTER)

Value	Function / Influence
0 (default)	Position capture timing follows the standard timeslice schedule.
1	Fixed capture sample point each timeslice; eliminates jitter (reduces ePLC budget).

Bit 31 - 30 and Bit 28 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Verwenden Sie dieses Bit nur in Anwendungen, bei denen ein präzises Capture-Timing entscheidend ist, beispielsweise bei Kurvensynchronisierung, und akzeptieren Sie die reduzierte ePLC-Kapazität. Bit 29 (Maske 0x20000000) in HW Setup (Reg 39) setzen und anschließend Save in Motor ausführen.

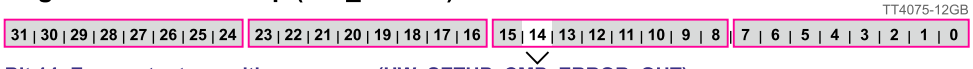
HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

6.6 Fehlerausgang: Positionsvergleich

Bit 14 (HW_SETUP_CMP_ERROR_OUT) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), weist den Error-Ausgang von der Motorfehleranzeige zu einer Positionsvergleichsfunktion um.
Bei Bit 14 = 1 wird der Error-Ausgang aktiv – High; invertiert, wenn Bit 11, HW_SETUP_INV_ERROR_OUT, gesetzt ist –, sobald Actual position (Reg 10) größer oder gleich CAPCOM0 (Reg 50) ist. Dies arbeitet als Hardware-Komparatortrigger und kann zur Synchronisierung oder Triggerung in positionsgeregelten Anwendungen verwendet werden.

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4075-12GB



Bit 14: Error output = position compare (HW_SETUP_CMP_ERROR_OUT)

Value	Function / Influence
0 (default)	Error output reflects the normal motor error status.
1	Error output driven by position compare: active when P_IST >= CAPCOM0.

Bit 31 - 15 and Bit 13 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Bei gesetztem Bit 14 werden Motorfehler nicht mehr über den Error-Ausgang signalisiert. Der Ausgang ist unabhängig vom Motorfehlerzustand vollständig der Positionsvergleichsfunktion zugeordnet. Bit 14 (Maske 0x4000) in HW Setup (Reg 39) setzen und anschließend Save in Motor ausführen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

6.7 Dedizierte I/O-Funktionen

6.7.1 Anwendergesteuerter Error-Ausgang

Standardmäßig zeigt der Error-Ausgang den internen Fehlerstatus des Motors an. Soll dieser Ausgang in der Anwendung manuell gesteuert werden, beispielsweise über einen Feldbus-Schreibzugriff oder ein ePLC-Programm, setzen Sie Bit 9 (Maske 0x200) in Register 39, HW_SETUP (HW Setup).

Ist Bit 9 gesetzt, folgt der Ausgang nicht mehr dem Fehlerstatus. Stattdessen folgt er Bit 1 in Register 207, USEROUTVAL (Basic motor output 1 + 2): Bei Bit 1 = 1 wird der Ausgang aktiv geschaltet (invertiert, wenn Bit 11 in HW Setup (Reg 39) gesetzt ist).

Register 39 - HW Setup (HW_SETUP)

TT4057-12GB

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

Bit 9: User-controlled Error output (HW_SETUP_USER_ERROR)

Value	Function / Influence
0 (default)	Error output reflects the motor's automatic error status.
1	Error output is controlled by bit 1 of Register 207 (USEROUTVAL).

Bit 31 - 10 and Bit 8 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Bit 9 wird von der Firmware fortlaufend ausgewertet, sodass eine Änderung sofort wirksam wird. Mit Save in Motor speichern, damit die Einstellung nach einem Power Cycle erhalten bleibt. Basic motor output 1 + 2 (Reg 207) kann direkt über den Feldbus beschrieben oder aus einem ePLC-Programm gesetzt und gelöscht werden.

Zuordnung der Signale In-Position und Error zu physischen Ausgängen

Der MAC G3 besitzt keine dedizierten Ausgangspins für In-Position oder Error. Stattdessen besitzt jedes der beiden Signale eine Bitmaske, die festlegt, welche Digitalausgangskanäle dem Signal folgen. Register 110, MAC00_5, ist die Maske für das In-Position-Signal; Register 111, MAC00_6, ist die Maske für das Error-Signal. Ein gesetztes Bit zwingt den entsprechenden Ausgang, dem Signal zu folgen; ein gelöschtes Bit lässt den Ausgang unter normaler Anwendersteuerung.

Beide Masken werden bei jeder Aktualisierung der Digitalausgänge ausgewertet; eine Änderung wirkt daher sofort und erfordert keinen Reset. Der aktive Pegel beider Signale kann mit Bit 10 bzw. Bit 11 in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), invertiert werden.

HINWEIS: Sind sowohl Bit 9 als auch Bit 14 in HW Setup (Reg 39) gesetzt, hat Bit 9 Vorrang und der Positionskomparator hat keine Wirkung auf den Error-Ausgang. Bit 11 invertiert das Ergebnis in allen drei Fällen.

6.7.2 In-Position-Ausgang im Passive mode

Bit 19 (ZUP_INPOS_PASSIVE) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), legt fest, ob der In-Position-Ausgang im Passive mode aktualisiert wird.
Standardmäßig wird der In-Position-Ausgang (OUT1/InPos) automatisch deaktiviert, wenn der Motor in den Passive Mode wechselt. Mit Bit 19 = 1 wertet die Firmware weiterhin das aktuelle Positionsfenster aus und aktualisiert den Ausgang – der Motor ist passiv, das In-Position-Signal zeigt jedoch weiterhin an, ob sich die Istposition innerhalb des konfigurierten Fensters befindet. Bei gesetztem Bit 19 kann der In-Position-Status außerdem direkt aus Bit 4 von Register 35, ERR_STAT (Error status), gelesen werden. Setzen Sie Bit 19 (Maske 0x80000) in Setup Bits special (Reg 236) und führen Sie anschließend Save in Motor aus.

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4078-12GB

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

Bit 19: In-Position output in Passive mode (ZUP_INPOS_PASSIVE)

Value	Function / Influence
0 (default)	In-Position output is cleared when the motor is in Passive mode.
1	In-Position output reflects live position window status in Passive mode.

Bit 31 - 20 and Bit 18 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

7 Sicherheit, Diagnose und Fehlerbehandlung

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

Der MAC-Motor besitzt fünf grundlegende Parameter für Schutzfunktionen. Sie sind unabhängig von der gewählten Betriebsart wirksam.

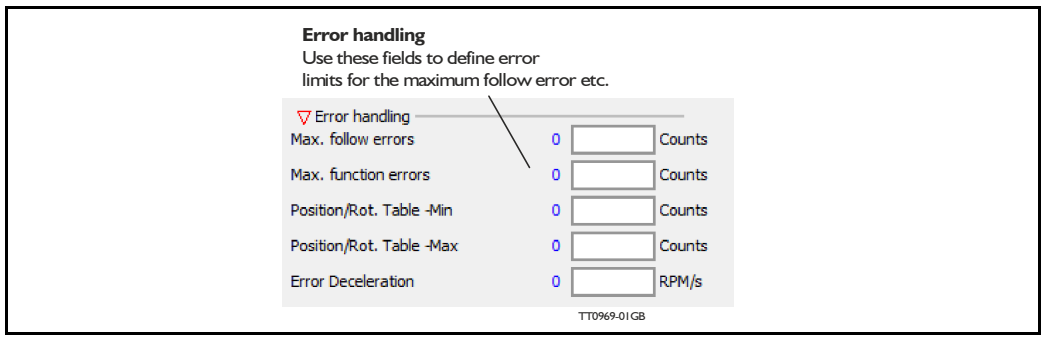
Follow error max (Reg 22)
Es kann die maximal zulässige Differenz zwischen der tatsächlichen Motorposition und der Sollposition definiert werden. Diese Positionsabweichung hängt unter anderem von der Einstellung des Servofilters ab. Als Schutz kann beispielsweise festgelegt werden, dass die Differenz 500 Counts nicht überschreiten darf. Der Motor besitzt normalerweise 8192 Counts pro Umdrehung bzw. 8000 Counts pro Umdrehung, wenn Bit 21 in HW Setup (Reg 39) zur Kompatibilität mit älteren MAC800-Systemen gesetzt ist. In MacTalk ist dies das Feld Motor resolution mit den Optionen 8192 counts/rev. und 8000 Counts/rev. Bei einer mechanischen Kollision wird die zulässige Abweichung typischerweise überschritten. Es entsteht ein Follow Error, und der Motor wechselt ohne weitere Bewegung in Passive mode. Standardwert ist 0; die Funktion ist damit deaktiviert.

Maximaler Funktionsfehler (Reg 26)
Ähnlich dem Follow Error, jedoch wird die Anzahl der Abweichungs-Counts erst ab dem Zeitpunkt gemessen, an dem das Spitzendrehmoment erreicht wird und der Motor der Sollbewegung nicht mehr folgen kann. Standardwert ist 0; die Funktion ist damit deaktiviert.

Minimum position (Reg 28) und Maximum position (Reg 30)
Softwarebasierter Ersatz für mechanische Endschalter. Minimum position (Reg 28) und Maximum position (Reg 30) definieren den zulässigen Verfahrbereich; der Motor kann diesen Bereich nicht verlassen. Sobald Actual position eine der Grenzen überschreitet - eine Toleranz von 25 Counts ist zulässig -, setzt der Motor den Fehler „Position Limit Exceeded“ und wechselt in Stop mode. Die Bewegung wird dadurch an der Grenze gestoppt, statt fortgesetzt zu werden. Die Funktion ist nur aktiv, wenn mindestens eines der beiden Register ungleich 0 ist; bei beiden Registern = 0 ist sie deaktiviert. Der Fehler wird automatisch gelöscht, sobald die Position wieder innerhalb des zulässigen Bereichs liegt. Die Begrenzung kann vorübergehend überbrückt werden, damit der Motor von einer Grenze freigefahren werden kann. Einzelheiten siehe Fehler „Position Limit Exceeded“ weiter unten in diesem Kapitel.

Error deceleration (Reg 32)
Bei einem nicht rücksetzbaren bzw. schwerwiegenden Fehler kann eine kontrollierte Verzögerung sinnvoller sein als ein abruptes Stoppen. Bei hohem Trägheitsmoment und empfindlicher Mechanik kann ein plötzlicher Stopp Schäden oder unerwartetes Verhalten verursachen. Wenn ein Fehler den Motor in Stop mode versetzt, bremst der Motor deshalb nicht schlagartig: Die Drehzahl wird mit der in Error deceleration (Reg 32) definierten Verzögerung auf 0 heruntergefahren. Ist das Register 0, wird stattdessen Acceleration (Reg 6) für die Rampe verwendet. Der Stopp bleibt also kontrolliert; der Wert 0 deaktiviert die Funktion nicht.

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung



7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.2 Fehler und Warnungen überwachen

Bei Verwendung von MacTalk werden sämtliche Fehler und Warnungen im Feld „Status“ der Hauptregisterkarte angezeigt.

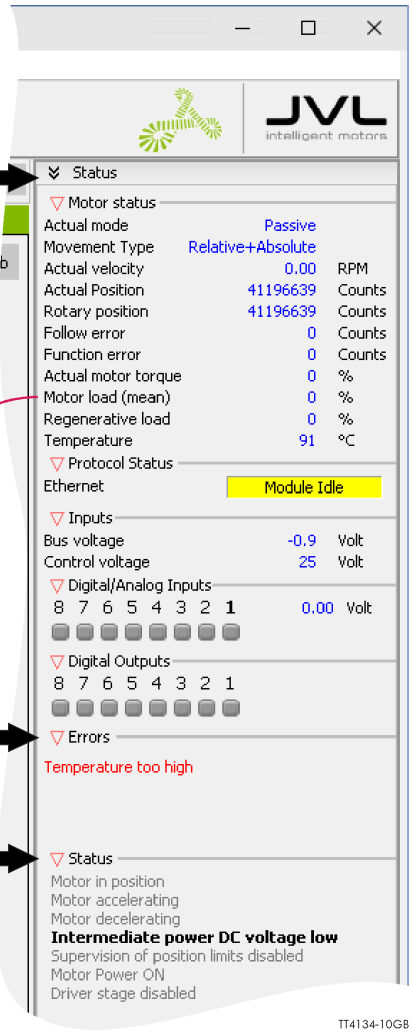
General error, warning and status area at the main screen

In this area actual values for the motor operation is monitored continously. Most of these monitored values will trip a corresponding error message.

Example :
The value ‘Motor load (mean)’ indicate the long term load at the motor. If the value goes above 99% the motor will shut down and the error message ‘Overload’ will be shown.

Actual error(s) are shown here if any

Warnings and status information are presented here



7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.3 Fehlermeldung „Overload“

Die folgende Übersicht nennt die möglichen Fehlermeldungen, die Fehlerursachen und mögliche Maßnahmen zur Vermeidung.
Jeder Fehler kann außerdem durch Lesen von Error status (Reg 35) überwacht werden. Das Register kann über jeden Steuerkanal gelesen werden: MacTalk, die serielle Schnittstelle oder Industrial Ethernet. Für die Ethernet-Protokolle EtherCAT, PROFINET, EtherNet/IP, Modbus TCP usw. siehe Ethernet-Bedienungsanleitung LB0077. Über die serielle Schnittstelle kann das Register außerdem aus Softwarepaketen wie dem OCX-Treiber oder MacRegIO gelesen werden.

Meldungsnr. / Meldung	**I / „Overload“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die berechnete, aufsummierte Belastung von Motor und Elektronik liegt oberhalb des durch Motor load max (Reg 17) festgelegten Grenzwerts. Das aktuelle Verlustniveau wird im Feld „Motor load (mean)“ (Reg 16) angezeigt (siehe Screenshot oben). Zur Berechnung der Last siehe „Motordrehmoment und Last überwachen“ im Kapitel Servoabstimmung und Bewegungsperformance.
Mögliche Fehlerursache	Der Motor wurde zu lange oberhalb seines maximalen Dauerdrehmoments betrieben; dadurch entstand eine kritische interne Temperatur.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Mittlere Motorlast reduzieren. - Drehzahl und/oder Beschleunigung reduzieren. - Servofilter für alle Betriebszustände stabil einstellen. - Sicherstellen, dass die Versorgungsspannung dem spezifizierten Wert entspricht.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten. - Das Löschen des Fehlerbits hat erst Wirkung, wenn Motor load (mean) (Reg 16) wieder unter Motor load max (Reg 17) gefallen ist. Solange die akkumulierte Last noch oberhalb der Grenze liegt, setzt der Motor den Fehler bei der nächsten Lastberechnung – also alle 0,2 Sekunden – erneut und erzwingt den Passive Mode. Der Motor muss daher zunächst abkühlen. - Nach einem Reset oder Aus- und Einschalten wird die akkumulierte Last auf etwa 75 % von Motor load max (Reg 17) vorbelegt, damit ein zuvor heißer Motor nicht sofort wieder voll belastet werden kann. Im Normalbetrieb nähert sich der Wert innerhalb einiger Sekunden dem tatsächlichen Wert.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 0 / „I2T_ERR“

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.4 Fehlermeldung „Follow Error“

Meldungsnr. / Meldung	**2 / „Follow error“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die tatsächliche Differenz zwischen Istposition und Sollposition des Motors ist größer als der in MacTalk im Feld „Maximum follow error“ (Reg 22) angegebene Wert.
Mögliche Fehlerursache	Der Motor wurde zu stark belastet oder der Wert „Maximum follow error“ wurde im Verhältnis zur tatsächlichen Härte des Servofilters unrealistisch niedrig eingestellt.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Wert für „Maximum follow error“ erhöhen. - Servofilterhärte auf einen aggressiveren Wert einstellen. - Sicherstellen, dass die Drehmomenteinstellung die Motorbewegung nicht begrenzt. - „Maximum follow error“ auf 0 (Standard) setzen; damit wird die Erkennung dieses Fehlertyps deaktiviert.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 1/ ’FLW_ERR’

7.1.5 Fehlermeldung „Function Error“

Meldungsnr. / Meldung	**3 / „Function error“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Übersteigt das tatsächliche Lastdrehmoment des Motors den durch die Drehmomenteinstellung zulässigen Wert, kann der Motor der Sollbewegung nicht mehr folgen. Übersteigt die dabei entstehende Positionsabweichung den in MacTalk unter „Maximum function error“ (Reg 26) eingestellten Wert, wird der Function Error ausgelöst. Erreicht das tatsächliche Motordrehmoment niemals den unter „Torque“ (Reg 7) eingestellten Wert, wird dieser Fehler nicht ausgelöst. Diese Bedingung gilt im Position mode, Bi-position mode und Analogue to position mode.
Mögliche Fehlerursache	Der Motor wurde zu stark belastet oder der Wert „Maximum function error“ wurde im Verhältnis zur Einstellung „Torque“ unrealistisch niedrig eingestellt.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Wert für „Maximum function error“ erhöhen. - Servofilterhärte auf einen aggressiveren Wert einstellen. - Sicherstellen, dass die Drehmomenteinstellung die Motorbewegung nicht begrenzt. - „Maximum function error“ auf 0 (Standard) setzen; damit wird die Erkennung dieses Fehlertyps deaktiviert.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 2 / ’FNC_ERR’

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.6 Fehlermeldung „Regenerative overload“

Meldungsnr. / Meldung	**4 / „Regenerative overload“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die im integrierten Bremswiderstand des Motors umgesetzte Leistung überschreitet den zulässigen Grenzwert. Der Fehler wird bei „Regenerative load“ (Reg 18) >99 % ausgelöst. Der Wert kann im Bereich „Motor status“ überwacht werden.
Mögliche Fehlerursache	Die vom Motor zurückgespeiste Energie war zu hoch. Dies kann typischerweise auftreten, wenn: - Der Motor verzögert eine große Massenträgheit zu schnell. - Der Motor wird rückwärts gezwungen. - Der Servofilter oder der Parameter Load ist nicht auf einen stabilen Motorbetrieb eingestellt. Der Motor neigt dadurch zum Schwingen, sodass Energie abwechselnd zum und vom Motor fließt. In allen Fällen arbeitet der Motor als Generator und speist Energie zurück in die Antriebselektronik.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Massenträgheit der Last verringern. - Maximaldrehzahl und/oder Beschleunigungswert reduzieren. - Sicherstellen, dass die Versorgungsspannung im Nennbereich liegt, damit in den internen Kondensatoren zusätzliche Aufnahmekapazität verbleibt.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 3 / ’UIT_ERR’

Die Fehlermeldungen 5, 6 und 7 existieren nicht, da die entsprechenden Bits für andere Statusfunktionen verwendet werden.

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.7 Fehlermeldung „Position Limit Exceeded“

Meldungsnr. / Meldung	**8 / „Position Limit Exceeded“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Istposition des Motors liegt außerhalb der Werte, die im Bereich „error handling“ der Registerkarte Main in MacTalk unter „position limit min.“ (Reg 28) bzw. „position limit max.“ (Reg 30) angegeben sind.
Mögliche Fehlerursache	Der Motor wurde auf einen Wert außerhalb der in Position limit min. (Reg 28) bzw. Position limit max. (Reg 30) festgelegten Grenzen kommandiert. Beachten Sie, dass der Fehler auch im Passive Mode auftreten kann, wenn der Motor mechanisch aus diesem Bereich gedrückt wird.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Die oben beschriebenen Positionsgrenzen auf realistischere Werte einstellen. - Sicherstellen, dass die Positionsgrenzen auch ungünstigste Fälle wie ein Überschwingen der Position abdecken (bei Verwendung eines weichen Filters).
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 7 / ’PLIM_ERR’

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.8 Fehlermeldung „Temperature too high“

Meldungsnr. / Meldung	**9 / „Temperature too high“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Temperatur lag über 95 °C (203 °F), was nicht zulässig ist. Der Grenzwert wird mit DEGCMAX (Reg 31) festgelegt; der Standardwert beträgt 95 °C.
Mögliche Fehlerursache	- Die Umgebungstemperatur ist höher als zulässig – maximal +40 °C/104 °F. - Der Motor ist in einer Umgebung eingebaut, in der er nicht ausreichend Wärme abführen kann. - Der Motor ist nicht auf einer geeigneten mechanischen Struktur montiert, über die Wärme abgeführt werden kann.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Maßnahmen zur Senkung der Umgebungstemperatur ergreifen. - Drehzahl und/oder Motorlast reduzieren.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 8 / ’DEGC_ERR’

7.1.9 Fehlermeldung „Low AC-voltage“

Meldungsnr. / Meldung	**10 / „Low AC-voltage“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Netzversorgung ist nicht angeschlossen oder die Netzspannung ist zu niedrig. **HINWEIS:** Dieses Fehlerbit wird nur gesetzt, wenn „Undervoltage -> Set error bit“ aktiviert ist (Standard: Off); andernfalls wird nur Statusbit 10 gesetzt. Siehe Abschnitt Unterspannungsbehandlung.
Mögliche Fehlerursache	- Die Netzversorgung ist nicht korrekt angeschlossen. - Die externe Sicherung hat ausgelöst.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	– Prüfen Sie die externe Sicherung und den korrekten Anschluss der Netzversorgung gemäß Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten. Siehe außerdem Kapitel Unterspannungsbehandlung, Seite 181.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 9 / „UV_ERR“

Fehlermeldung 11 existiert nicht, da das entsprechende Bit für andere Statusfunktionen verwendet wird.

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.10 Fehlermeldung „Overvoltage on bus“

Meldungsnr. / Meldung	**12 / „Overvoltage on bus“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die interne Busspannung lag über ca. 467 V DC (DC-Modelle MAC802, 1202 und 1403: 63 V DC), was zum Schutz des Motors nicht zulässig ist.
Mögliche Fehlerursache	- Der interne Bremswiderstand kann die vom Motor zurückgespeiste Energie nicht aufnehmen. Externen Widerstand verwenden oder bei vorhandenem externen Widerstand dessen Widerstandswert verringern. - Die Netzversorgungsspannung ist zu hoch.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Sicherstellen, dass die Netzspannung innerhalb des angegebenen Spannungsbereichs liegt. – Tritt dieser Fehler nur während einer Motorbewegung auf, lässt er sich wahrscheinlich durch den Anschluss eines externen Bremswiderstands oder die Verringerung des Widerstandswerts eines vorhandenen externen Widerstands vermeiden. Siehe auch Externen Bremswiderstand anschließen, Seite 34.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 11 / ’OV_ERR’

7.1.11 Fehlermeldung „Peak error, motor overcurrent“

Meldungsnr. / Meldung	**13 / „Peak error, motor overcurrent“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Der Motorphasenstrom wurde außerhalb des zulässigen Bereichs gemessen; die Motorleistungsstufe wird zum Schutz vor dauerhaften Schäden abgeschaltet. Diese Meldung steht nur bei MAC404, 604, 802, 804, 1004, 1202, 1403 und MAC1404 zur Verfügung.
Mögliche Fehlerursache	- Der Servofilter (Regelkreis) ist instabil. - Der Motor wurde mechanisch blockiert. - Der Motor ist in eine plötzliche mechanische Kollision gefahren. - Die aktuelle AC-Versorgungsspannung ist für den Betrieb des Motors mit der aktuellen Drehzahl zu niedrig.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	– Stellen Sie sicher, dass der Servofilter nicht auf einen extrem unrealistischen Wert im Verhältnis zur tatsächlichen Last eingestellt ist. Siehe auch Servo-Filtereinstellung, Seite 127. - Mechanische Kollisionen oder extreme Überlastungen des Motors im Normalbetrieb vermeiden.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Dieser Fehlertyp kann nicht per Software zurückgesetzt werden. Steuerspannung (24 V DC) aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 12 / ’IPEAK_ERR’

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.12 Fehlermeldung „Overspeed“

Meldungsnr. / Meldung	14 / „Overspeed“
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Istgeschwindigkeit lag über dem zulässigen Wert.
Mögliche Fehlerursache	- Drehzahl zu hoch. - Servofilter nicht steif genug; die Drehzahl kann beim Start/ Stopp oder bei plötzlichen Laständerungen überschwingen. Auslösung bei 4300 U/min (MAC404), 3600 U/min (MAC604, 804 und 1004) und 4000 U/min (MAC802, 1202 und 1403).
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Drehzahl innerhalb des spezifizierten Bereichs halten (nominal 0–3000 U/min). – Stellen Sie den Servofilter stabil ein, um Überschwingen beim Beschleunigen oder in ähnlichen Situationen zu vermeiden. Siehe auch Servofiltereinstellung, Seite 127.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 13 / ’SPEED_ERR’

Fehlermeldung 15 existiert nicht, da das entsprechende Bit für andere Statusfunktionen verwendet wird.

7.1.13 Fehlermeldung „Internal Encoder error“

Meldungsnr. / Meldung	16 / „Internal Encoder error“
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Ein allgemeiner Encoder-/Feedbackfehler wurde erkannt. Die konkrete Ursache wird in ERR_INFO (Reg 242) gemeldet – siehe Abschnitt zu Fehlerstatusregistern und Fehlerinformationen.
Mögliche Fehlerursache	Die Ursache hängt vom ERR_INFO-Code (Reg 242) ab - zum Beispiel zu hohe elektrische Drehzahl (ERR_INFO = 2) oder ein Hardware-/Feedbackfehler. ERR_INFO auslesen, um die genaue Ursache zu ermitteln.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	Entsprechend der in ERR_INFO (Reg 242) gemeldeten Ursache vorgehen: Bei zu hoher Drehzahl Sollgeschwindigkeit und Beschleunigung reduzieren; bei Hardware- oder Feedbackfehlern JVL kontaktieren.
Rückkehr zum Normalbetrieb	24-V-DC-Steuerspannung aus- und wieder einschalten oder Motor zurücksetzen. Dieser Fehler sperrt die Ausgangsstufe; das alleinige Löschen des Fehlerbits in ERR_STAT (Reg 35) reicht daher nicht aus. Versorgung aus- und einschalten. Wird ein tatsächlicher Hardwarefehler angezeigt, Motor zur Reparatur einsenden.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 15 / „INDEX_ERR“

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.14 Fehlermeldung „Invalid Filter settings“

Meldungsnr. / Meldung	**17 / „Invalid Filter settings“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Einstellungen des Servofilters liegen außerhalb der zulässigen Bereiche.
Mögliche Fehlerursache	- Die verwendete Setup-Datei ist beschädigt. - Die verwendete Setup-Datei ist ein alter Typ, der nicht mit der aktuellen Motorversion kompatibel ist.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Neuen Filter auswählen oder JVL kontaktieren.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Servofiltereinstellung korrigieren. Dieser Fehler sperrt ebenfalls die Ausgangsstufe. Der Motor muss zurückgesetzt oder die 24-V-DC-Steuerspannung aus- und eingeschaltet werden, bevor er wieder laufen kann; das alleinige Löschen des Fehlerbits reicht nicht aus. Siehe auch Servo-Filtereinstellung, Seite 127. - 24-V-DC-Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 16 / ’OLDFILTERR’

7.1.15 Fehlermeldung „Control voltage unstable“

Meldungsnr. / Meldung	**18 / „Control voltage unstable“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Steuerspannung (24 V DC an den Klemmen P+ und P–) war instabil und wurde zu lange außerhalb des angegebenen Spannungsbereichs erkannt.
Mögliche Fehlerursache	- Die Steuerspannung wurde außerhalb des Nennspannungsbereichs erkannt. - Die Spannung wurde zu langsam und mit Schwankungen aufgebaut.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Sicherstellen, dass die Spannung stabil im spezifizierten Spannungsbereich liegt. - Sicherstellen, dass die Spannung in weniger als 500 ms aufgebaut wird.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- 24-V-DC-Versorgung aus- und einschalten. Ein Reset löscht den Fehler nicht.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 17 / „U24V_ERR“

Fehlermeldungen 19 und 20 existieren nicht.

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.16 Fehlermeldung „PWM Locked“

Meldungsnr. / Meldung	**21 / „PWM Locked“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Ein schwerwiegender Fehler ist aufgetreten; die Motorleistungsstufe wird abgeschaltet, um weitere Schäden zu verhindern. Dieser Fehler tritt immer zusammen mit mindestens einem weiteren Fehler auf. Dazu können folgende Fehler gehören: - „Peak error, motor over current“ (Bit 12): Der Motorstrom lag deutlich über dem im Normalbetrieb zulässigen Wert. - *„Internal Encoder Error“ (Bit 15): Der interne Encoder weist einen Fehler auf.* - „Invalid Filter settings“ (Bit 16): Der verwendete Filter ist eine alte Version oder wurde durch die Übertragung falscher Werte an den Motor beschädigt. - „Control voltage unstable“ (Bit 17): Die 24-V-Steuerspannung war instabil. - Kritische Überdrehzahl (ca. 10000 U/min, ERR_INFO (Reg 242), Code 44). - Eine durch die FPGA-Überwachung ausgelöste Sperre; zusätzlich ist Fehlerbit 28 gesetzt.
Mögliche Fehlerursache	Auf diesen Fehler folgen stets weitere Fehlermeldungen. Beachten Sie die jeweilige Fehlerbeschreibung sowie die oben genannte Fehlerbedingung.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Weitere Fehlermeldungen beachten, die auf diesen Fehler folgen.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Dieser Fehlertyp kann nicht per Software zurückgesetzt werden. Steuerspannung (24 V DC) aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 20 / ’PWM_LOCKED’

7.1.17 Fehlermeldung „Modbus Com. Error“

Meldungsnr. / Meldung	**22 / „Modbus Com. Error“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Modbus-Kommunikation war aufgrund eines Kommunikationsfehlers nicht möglich.
Mögliche Fehlerursache	- Der Motor ist als Master eingerichtet, ein Slave-Motor war jedoch nicht erreichbar. - Der Motor ist als Slave eingerichtet, erhält aber keine Positionsinformationen.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Bei einer Master-/Slave-Konfiguration sicherstellen, dass ein Slave-Motor vorhanden ist. - Für eine fachgerechte Verkabelung mit verdrillten Aderpaaren und geschirmtem Kabel sorgen. - Sicherstellen, dass die Gegenstelle im Kommunikationssystem dieselben Parameter verwendet (Baudrate usw.). - Timeout-Register COMM_ALIVE_TIMER (Reg 270) anpassen.

Rückkehr zum Normal-betrieb	- Der Fehler wird gelöscht, sobald wieder eine fehlerfreie Kommunikation besteht; anschließend muss die gewünschte Betriebsart erneut gewählt werden. - Aktuelle Einstellungen speichern und Motor per Reset oder durch Aus- und Einschalten der 24-V-DC-Versorgung neu starten.
Fehlerbit / Firmwarebezeich-nung	Bit 21 / 'COMM_ERR'

Fehlermeldung 23 existiert nicht, da das entsprechende Bit für andere Statusfunktionen verwendet wird.

7.1.18 Fehlermeldung „Slave Error“

Meldungsnr. / Meldung	**24 / „Slave Error“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode ge-setzt.
Fehlerbedingung	- Die Modbus-Kommunikation mit einem Slave-Motor war aufgrund eines Kommunikationsfehlers nicht möglich. - Ein angeschlossener Slave-Motor hat einen Fehler erkannt. Siehe ERR_STAT (Reg 35) des Slave-Motors.
Mögliche Fehlerursache	- Der Motor ist als Master eingerichtet, ein Slave-Motor war je-doch nicht erreichbar. - Ein angeschlossener Slave-Motor hat einen Fehler erkannt. Siehe ERR_STAT (Reg 35) des Slave-Motors.
Maßnahmen zur Fehlerver-meidung	- Bei einer Master-/Slave-Konfiguration sicherstellen, dass ein Slave-Motor vorhanden ist. - Für eine fachgerechte Verkabelung mit verdrillten Aderpaa-ren und geschirmtem Kabel sorgen. - Sicherstellen, dass die Gegenstelle im Kommunikationssy-stem dieselben Parameter verwendet (Baudrate usw.).
Rückkehr zum Normal-betrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) lö-schen oder 24-V-DC-Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeich-nung	Bit 23 / 'SLAVE_ERR'

Fehlermeldung 25 existiert nicht, da das entsprechende Bit für andere Statusfunktionen verwendet wird.

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.19 Fehlermeldung „Initialization error“

Meldungsnr. / Meldung	**26 / „Initialization error“**
Typ / Motorreaktion	Nicht rücksetzbarer Fehler / Motor wird in Passive mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die Initialisierung beim Einschalten wurde nicht korrekt abgeschlossen.
Mögliche Fehlerursache	- Die Motorwelle wurde während des Einschaltens bewegt oder gedreht, während der Encoder initialisiert wurde. - Der Encoder antwortete beim Start nicht korrekt. - Im Motor sind ungültige Produktionsdaten gespeichert.
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- Sicherstellen, dass die Motorwelle beim Einschalten stillsteht. - Versorgung aus- und einschalten. Bleibt der Fehler bestehen, JVL-Vertriebspartner kontaktieren.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 25 / „INIT_ERR“

7.1.20 Fehlermeldung „Safe torque off STO“

Meldungsnr. / Meldung	**28 / „Safe torque off STO“**
Typ / Motorreaktion	Alarm / Motor wird in den Passive Mode gesetzt.
Fehlerbedingung	Die STO-Schaltung (Safe Torque Off) wurde aktiviert, während sich der Motor in einer aktiven Betriebsart befand.
Mögliche Fehlerursache	- Der STO-Eingang wurde während des Betriebs spannungslos geschaltet (Sicherheitskreis geöffnet).
Maßnahmen zur Fehlervermeidung	- STO-Versorgung wiederherstellen, bevor der Motor in eine aktive Betriebsart geschaltet wird. Siehe Abschnitt Safe Torque Off (STO) in diesem Kapitel.
Rückkehr zum Normalbetrieb	- Motor zurücksetzen, Fehlerbit(s) in ERR_STAT (Reg 35) löschen oder Versorgung aus- und einschalten.
Fehlerbit / Firmwarebezeichnung	Bit 27 / ’STO_ALARM_ERR’

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7.1.21 Fehlerstatusregister und Fehlerinformationen

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Fehlermeldungen meldet der Motor Fehler über weitere Register. Register 35, ERR_STAT (Error status), und Register 235, ERR_STAT_2 (Error Status register 2), zeigen an, welcher Fehler aufgetreten ist - jeweils ein Bit pro Kategorie. Register 242, ERR_INFO (Error Info - Special), liefert die konkrete Ursache als numerischen Code. Soweit relevant, enthält Register 243, ERR_VALUE (Error value - Special), einen zugehörigen Messwert (Drehzahl, Strom, Spannung oder Temperatur). Die folgenden Tabellen listen die Bits von Error Status register 2 (Reg 235) und die Codes von Error Info - Special (Reg 242) auf; motortypabhängige Auslösegrenzen sind in der Tabelle der Overspeed-Grenzen zusammengefasst.

Error Status register 2 (Reg 235) - Fehlerbits:

Bit	Firmwarebezeichnung	Beschreibung
0	ENCODER_ERR	Encoder-/Feedbackfehler erkannt. Konkrete Ursache siehe ERR_INFO (Reg 242).
1	ENCODER_SYNC_LOST	Nach kritischer Überdrehzahl (ca. 10000 U/min) ging die Encoder-Synchronisierung verloren. Motor durch Power Cycle neu starten.
2	HW_OC_ERR	Hardware-Überstromdetektor hat ausgelöst (Auslöseschwelle im Gate-Treiber). Zum Löschen Power Cycle durchführen; Last und Verdrahtung prüfen.
3	IX_OFFSET	Offset der Strommessung hat seine Grenze erreicht, typisch bei fehlendem Stromsensorsignal (Hardwarefehler).
4	INNERLOOP_TIMEOUT	Interner Regelkreis hat sein Zeitbudget überschritten.

Bits 5-31: reserviert.

Error Info - Special (Reg 242) - Fehlercodes:

Code	Firmwarebezeichnung	Beschreibung
0	—	Keine Fehlerinformation.
1	LATE_PWM	PWM-Werte wurden zu spät an das FPGA geliefert.
2	HISPEED	Überdrehzahl im schnellen PWM-Regelkreis erkannt. (Kundenrelevante Overspeed-Grenzen sind Codes 4 und 44.)
3	MISS_INDEX	Encoder-Count zu groß.
4	HISPEED_SLOW	Motordrehzahl hat den Maximaldrehzahl-Grenzwert des Motortyps überschritten - siehe motortypabhängige Overspeed-Tabelle unten.
5	IA	Phasenstrom A hat den Überstromgrenzwert überschritten (motortypabhängig - siehe Motordatenblatt).
6	IB	Phasenstrom B hat den Überstromgrenzwert überschritten (motortypabhängig - siehe Motordatenblatt).

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

7	IC	Phasenstrom C hat den Überstromgrenzwert überschritten (motortypabhängig - siehe Motordatenblatt).
8	ICNT	Stromregelkreis war zu lange gesättigt (Ausgang begrenzt).
9	FPGA_INDEX	FPGA hat mehr als viermal hintereinander einen Encoder-Indexfehler erkannt.
10	ADC_INIT	Initiale ADC-Wandlung wurde nicht abgeschlossen (möglicherweise fehlt interne +5-V-Versorgung).
11	PROD_VERS	125-kHz-Signal entspricht nicht der Hardware-Version.
12	ENC_OVER_35RPM	Encoderdrehzahl beim Start über 35 U/min (oder ungültige Encoderantwort).
13	CAI_TAIL	Indexfehler in der Berechnung des inneren Regelkreises erkannt.
15	DMA_AREA	Gesamtgröße der DMA-Daten ist zu groß für die verfügbaren Speicherfenster.
20	STO_SENSEA	STO-A-Eingang unter Schwellwert (ca. 17 V).
21	STO_SENSEB	STO-B-Eingang unter Schwellwert (ca. 17 V).
22	STO_ALARM	STO-ALARM-Eingang aktiv.
23	BISS	BiSS-Encoderfehler.
24	PRODUCTIONDATA	Header der Produktionsdaten nicht gefunden.
25	MOTORTYPE	Unbekannter Motortyp.
26	FPGA	FPGA konnte nicht geladen werden.
27	ENCODER	Encoderinitialisierung fehlgeschlagen.
28	INVALID_ENCTYPE	Ungültiger Encodertyp erkannt.
29	HW_OC_LATCH	Hardware-Überstromdetektor verriegelt (Auslöseschwelle im Gate-Treiber). Zum Löschen Power Cycle durchführen.
32	I2C	I2C-Fehler beim Start.
33	IX_OFFSET	Offset der Strommessung hat seine Grenze erreicht, typisch bei fehlendem Stromsensorsignal (Hardwarefehler).
34	TEMPERATURE_DRV	Übertemperatur der Treiber-/Leistungsstufe (>= 100 °C).
35	TEMPERATURE_MAIN	Übertemperatur des Mainboards (oberhalb des Grenzwerts in DEGCMAX (Reg 31), Standard ca. 95 °C).
36	MU_ERR_CHIP_STATUS	Status des Encoderchips meldet einen Fehler.
37	MU_ERR_WRITE_TO_CHIP	Fehler beim Schreiben auf den Encoderchip.
38	MHM_REGISTER_MISMATCH	Multiturn-Register konnten nicht verifiziert werden.
39	MHM_MT_INTERFACE_ERR	Multiturn-Schnittstellenfehler (möglicherweise Wiegand falsch konfiguriert).
40	MHM_GEN_ERROR_1	Allgemeiner Multiturn-Fehler.
41	FPGA_PWM_PROTECT	FPGA-PWM-Schutzfehler.
42	ADC_IA	ADC der Phasen-A-Strommessung außerhalb des Bereichs (Fehler der Messschaltung).

43	ADC_IB	ADC der Phasen-B-Strommessung außerhalb des Bereichs (Fehler der Messschaltung).
44	CRITICAL_OVERSPEED	Kritische Überdrehzahl (ca. 10000 U/min); PWM wird gesperrt und Encoder-Synchronisierung geht verloren. Zum Wiederherstellen neu starten (Power Cycle).
45	24V_LOW	Steuerspannung zu niedrig (ca. 12,4 V).
46	OVERVOLT_INL	DC-Bus-Überspannung (ca. 467 V bei AC-Modellen, ca. 63 V bei DC-Modellen).
47	OVERVOLT_OTL	DC-Bus-Überspannung (Pfad des äußeren Regelkreises; gleiche Grenzwerte wie Code 46).

Codes 14, 16-19, 30, 31 und 48+ sind in der aktuellen Firmware nicht definiert.

Motortypabhängige Overspeed-Auslösung (Code 4):

Motor	Group	Max.-Speed-Auslösung (Code 4), U/min
MAC404	AC	4300
MAC604	AC	3600
MAC802	DC	4000
MAC804	AC	3600
MAC1004	AC	3600
MAC1202	DC	4000
MAC1403	DC	4000
MAC1404	AC	3600

Overspeed-U/min = Grenzwert / 8192 Counts/Umdrehung / Zykluszeit (Standard 1,0 ms) x 60; die Nenn-Maximaldrehzahl liegt bei etwa 3000-3600 U/min, der Schutz löst etwas darüber aus. MAC1404 besitzt keinen eigenen Firmwarewert und verwendet denselben Grenzwert wie MAC1004.

Maximaldrehzahl-Grenzwert erhöhen
Bit 5 in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), erhöht die Auslöseschwelle. Der Grenzwert beträgt dann 5000 U/min für MAC404 und 4000 U/min für MAC604, MAC804, MAC1004 und MAC1404. Bei MAC802, MAC1202 und MAC1403 entspricht der erhöhte Grenzwert dem normalen Grenzwert; das Bit hat bei diesen Modellen daher keine praktische Wirkung. Laut Firmwaredokumentation ist der erhöhte Grenzwert nur für spezielle Kurzzeit-Anwendungen vorgesehen; die Motoren sind nicht für Dauerbetrieb oberhalb ihrer normalen Maximaldrehzahl ausgelegt.

Die Auslöseschwelle wird außerdem durch die Abtastzeit, Bit 21 in Register 39, HW_SETUP (HW Setup), und Register 157, OUTLOOPDIV (Sample time divider), skaliert. Die oben genannten Werte gelten daher bei Werkseinstellungen. Der kritische Overspeed-Schutz bei ca. 10000 U/min wird durch Bit 5 nicht beeinflusst und kann nicht erhöht werden.

Fehlermeldungen, die beim MAC G3 nicht existieren
Fehlermeldung 23 existiert nicht. Bit 22, Current loop error, meldet, dass an einem 4-20-mA-Stromschleifeneingang länger als 100 ms weniger als 2 mA gemessen wurden. Dieser Eingang gehört zu einem Erweiterungsmodul, das der MAC G3 nicht besitzt; der

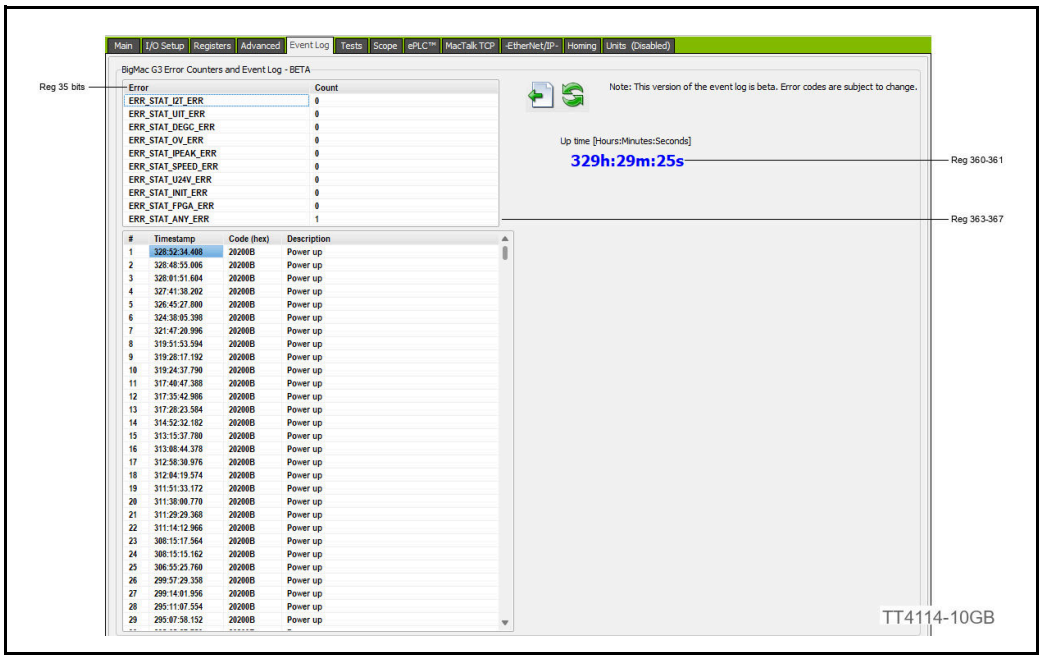
Motor setzt dieses Bit daher niemals.

Fehlermeldung 29 wird als FPGA-Fehler gemeldet. Bit 28 wird gesetzt, wenn Prozessor und FPGA hinsichtlich des Zustands der PWM-Ausgangsstufe nicht übereinstimmen, typischerweise weil das FPGA die Ausgangsstufe selbst verriegelt hat, ohne dass der Prozessor dies angefordert hat; gleichzeitig wird Fehlerbit 20, PWM locked, gesetzt. Der Fehler kann nicht per Software gelöscht werden. Steuerspannung aus- und wieder einschalten; tritt der Fehler erneut auf, JVL kontaktieren.

Phasenüberstrom (Codes 5/6/7): Der Grenzwert ist motortypabhängig. Ein Amperewert je Modell wird hier nicht angegeben, da sich die Firmware-Stromkonstanten wegen motortypabhängiger Kalibrierung nicht zuverlässig in physikalische Ampere umrechnen lassen; außerdem hängen Nenn-/Spitzenstrom von der Versorgungsspannung ab (DC-Modelle: 24-48 V DC). Nenn- und Spitzenstrom je Modell siehe JVL-Produktseite und Motordatenblatt: https://de.jvl.dk/default.asp?Action=Details&Item=1231

7.1.22 Event Log

Der Motor führt ein nichtflüchtiges Ereignisprotokoll, in dem Fehler, Warnungen und Statusänderungen gespeichert werden und das auch nach dem Aus- und Einschalten erhalten bleibt. Es handelt sich um einen Ringspeicher mit bis zu 512 Einträgen. Ist der Speicher voll, werden die ältesten Einträge überschrieben.
Jeder Eintrag speichert einen Zeitstempel zusammen mit einem Diagnosecode, der das Ereignis identifiziert. Die Diagnosecodes entsprechen den Fehler- und Statusbedingungen, die in den zuvor genannten Registern beschrieben sind: Error status (Reg 35), Error Status register 2 (Reg 235) und Error Info – Special (Reg 242).
Das Ereignisprotokoll kann in MacTalk gelesen oder als Datei Nr. 158 aus dem Motor übertragen werden. Zusätzlich speichert der Motor dauerhaft, wie oft jeder Fehler aufgetreten ist; diese Zähler bleiben auch nach dem Aus- und Einschalten sowie nach Firmware-Updates erhalten.



7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

Diese Zähler erfassen folgende Fehlertypen (entsprechend den Fehlerbits in Fehlerstatusregistern und Error Info, Seite 172):

Counter	Wird erhöht, wenn
I2T (thermische Überlast)	I2T-Thermolastgrenze überschritten wird
UIT (Spannungs-Zeit-Last)	UIT-Lastgrenze überschritten wird
Over-temperature	Platinentemperatur zu hoch ist
Netzüberspannung	Versorgungsspannung zu hoch ist
Spitzenstrom	Spitzenstrom überschritten wird
Over-speed	Drehzahlgrenze überschritten wird
Steuer-Unterspannung	Interne / 24-V-Steuerspannung zu niedrig ist
Initialization	Start-/Initialisierungsfehler auftritt
FPGA	FPGA-Fehler auftritt
Alle Fehler (gesamt)	Beliebiger Fehler auftritt (Summenzähler)

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

In MacTalk werden die Zähler zusammen mit der Gesamtbetriebszeit des Motors auf der Registerkarte Event Log angezeigt.
4199 (0x1067) in Register 211, COMMAND_REG (Special Command), schreiben. Der Motor kopiert anschließend seinen Diagnoseblock in Register 360 bis Register 369. Eine Freischaltung ist nicht erforderlich.

Register 360 und Register 361 enthalten die Gesamtbetriebszeit des Motors in Millisekunden als einen 64-Bit-Wert, wobei die untere Hälfte in Register 360 liegt. MacTalk zeigt diesen Wert als Up time an.

Register 362 enthält den Index des nächsten Log-Eintrags und die Gesamtzahl der aufgezeichneten Einträge.

Register 363 bis Register 367 enthalten die zehn Zähler, jeweils zwei pro Register und in der Reihenfolge der Tabelle oben: der erste jedes Paars in Bits 15:0, der zweite in Bits 31:16.
Die Zähler können nur mit einem JVL-Servicebefehl gelöscht werden.

7.1.23 Status-LED-Anzeigen

Der Motor besitzt eine mehrfarbige PWR-LED sowie bei Modellen mit Feldbusschnittstelle zusätzliche Kommunikations-LEDs. Alle LED-Zustände und Blinkmuster sind unter Statusanzeigen, *Seite 25*, einschließlich Bedeutung und empfohlener Maßnahmen beschrieben.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

7.1 Fehlermeldungen und Fehlerbehandlung

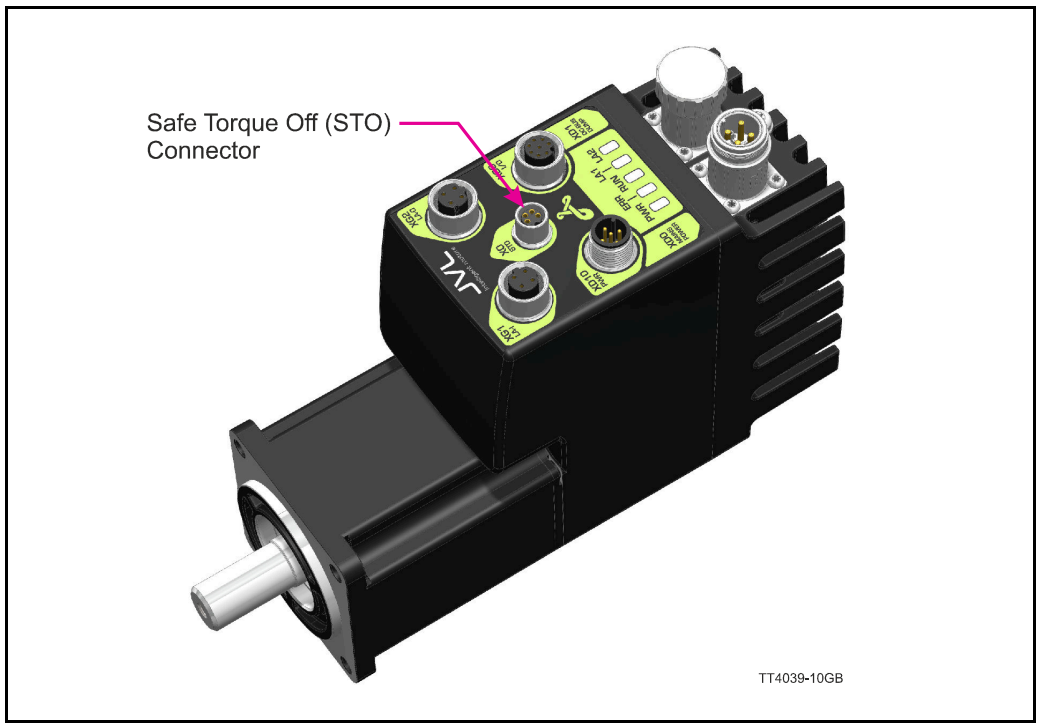
7.2 Safe Torque Off (STO)

Only MACxxxx-yy-zRzzzzz

7.2.1 Einführung in die STO-Funktion

Mit der STO-Funktion kann die Energie zur Drehmomenterzeugung des Motors abgeschaltet werden. Der Motor befindet sich anschließend in einem Zustand, in dem er kein Drehmoment erzeugt.
STO besitzt einen eigenen Eingangsstecker auf der Oberseite des Motors.
Das System ist zweikanalig und redundant. Beide Eingänge müssen aktiviert und mit Spannung versorgt sein, bevor der Motor bestromt wird und normal arbeiten kann.
Die STO-Option ist für MAC404, 604, 802, 804, 1004, 1202, 1403 und 1404 verfügbar.

Der STO-Eingangsstecker befindet sich wie unten dargestellt. Die Abbildung basiert auf dem MAC404; bei den anderen oben genannten MAC-Motoren ist der STO-Stecker ähnlich angeordnet.



Wichtige allgemeine Informationen:

- Die STO-Funktion ist noch nicht von einem unabhängigen Prüflabor freigegeben (Freigabe in Vorbereitung).

- Beachten Sie, dass das Abschalten der Motorenergie über STO nicht zwangsläufig die Motorbewegung sofort stoppt, da ein vorhandenes Lastträgheitsmoment den Motor weiterbewegt, bis die Energie abgebaut ist.

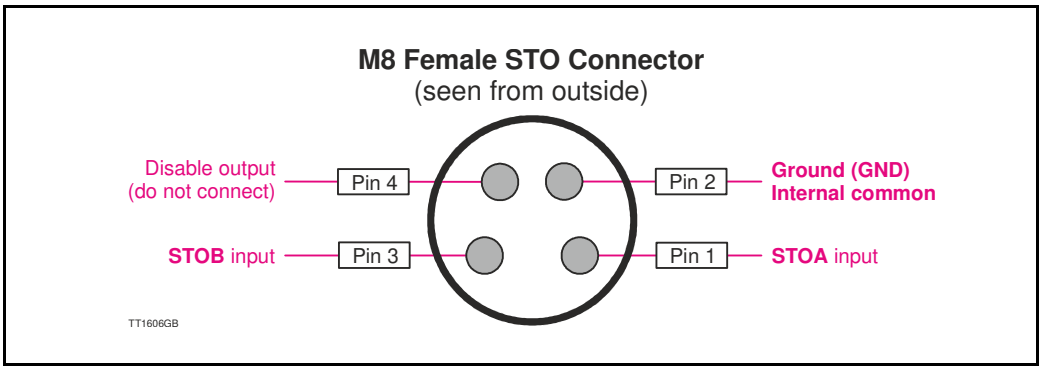
- Personen, die den Motor installieren oder warten, müssen über allgemeine Kenntnisse zu elektrischen Betriebsmitteln und Sicherheitsfunktionen verfügen.

- Die STO-Funktion ist für eine Betriebsdauer von 20 Jahren als funktionsfähig und zuverlässig ausgelegt.

7.2.2 STO anschließen und verwenden

Der STO-Anschluss ist eine 4-polige M8-Buchse.

Der STO-Stecker enthält die beiden Freigabeeingänge STOA und STOB. An beiden Eingängen müssen nominal +24 V DC anliegen, damit der Motor bestromt wird und eine Bewegung möglich ist.
Fehlt an nur einem der beiden Eingänge +24 V DC, schaltet die interne STO-Schaltung die Energie zur Drehmomenterzeugung sofort ab.
Die folgende Abbildung zeigt die Anschlussbelegung des Steckers.



7.2.3 STO-Funktion deaktivieren

Wird die STO-Funktion nicht benötigt, muss der JVL-Stecker WI1010-M08M4STO in den STO-Anschluss gesteckt werden.
Der erforderliche externe Stecker zum Deaktivieren der STO-Funktion gewährleistet ein hohes Sicherheitsniveau und verhindert Missverständnisse darüber, ob die STO-Funktion aktiv ist.

7.2.4 STO-Verkabelung

JVL bietet ein Standardkabel mit 5 m Länge, 4-poligem M8-Stecker auf einer Seite und freien Aderenden auf der anderen Seite an.
Die Artikelnummer lautet WI1010-M08M4T05P.

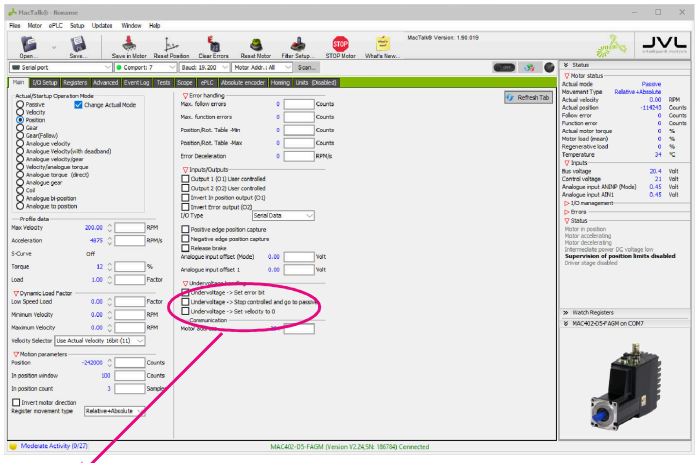
7.2.5 Motorverhalten bei aktivierter STO-Funktion

Wird eines oder werden beide STO-Signale entfernt, wird der Motor zwangsweise in Passive mode versetzt und ein STO-Fehler angezeigt.

Diese Umschaltung in Passive mode (Motor nicht bestromt) erfolgt vollständig unabhängig von Softwarefunktion oder Betriebsart, in der sich der Motor unmittelbar vor Wegfall der STO-Signale befand.

Die STO-Aktivierung wird in der Software durch Fehlerbit 27, STO_ALARM_ERR, in Register 35, ERR_STAT (Error status), sowie durch STO INPUTS (Reg 238) angezeigt. Beachten Sie, dass die DC-Busspannungsanzeige Bus voltage (Reg 198) weiterhin die tatsächlich gemessene Busspannung zeigt; die feste 100-V-DC-Anzeige früherer MAC-Generationen gilt für MAC Generation III nicht.

7.3 Unterspannungsbehandlung



Undervoltage Handling
Use these fields to define the behaviour of the motor when mains power disappear.

TT1130-01GB

7.3.1 Unterspannungsbehandlung

Der MAC-Motor ermöglicht die Festlegung des Verhaltens während und nach dem Ausfall der Netzspannung. Ein typischer Fall ist ein Not-Halt, bei dem die Hauptversorgung abgeschaltet wird, während die Steuerspannung weiterhin am Motor anliegt.

DC-versorgte Modelle besitzen keinen Netzeingang
MAC802, MAC1202 und MAC1403 werden direkt mit DC versorgt; es gibt daher keine Netzspannung, die der Motor überwachen könnte. Bei diesen Modellen überwacht die Unterspannungsbehandlung stattdessen direkt die DC-Busspannung Bus voltage (Reg 198). Die nachfolgend beschriebenen Optionen funktionieren identisch; lediglich die Quelle des Messwerts ist unterschiedlich.

Auch die Erkennungsschwellen unterscheiden sich. Bei AC-versorgten Modellen meldet der Motor Unterspannung, wenn der Bus auf etwa 78 V fällt, und verlässt den Unterspannungszustand erst wieder ab ungefähr 97 V. Bei DC-versorgten Modellen liegen die entsprechenden Schwellen bei etwa 7 V und 8 V.

HINWEIS: Dies sind ausschließlich die Schwellen, bei denen der Motor eine Unterspannung erkennt bzw. wieder löscht. Sie stellen keinen zulässigen Betriebsspannungsbereich dar. Die DC-Modelle benötigen weiterhin die in den technischen Daten angegebene Versorgungsspannung; ein Betrieb nahe der Erkennungsschwelle bietet keine Reserve für den unter Last aufgenommenen Motorstrom.

7.3 Unterspannungsbehandlung

Es stehen drei Optionen zur Verfügung:

7.3.2 Undervoltage -> Set error bit

Standard = Off.
Ist diese Option aktiviert, wird eine Unterspannung wie ein Fehler behandelt und das entsprechende Fehlerbit gesetzt. Der Motor wird mit „Error deceleration“ (Reg 32) gestoppt und anschließend wie bei anderen Fehlern in Passive mode geschaltet.
Wird die Hauptversorgung wieder angelegt, bleibt der Motor im Passive Mode und meldet einen Unterspannungsfehler. Um den normalen Betrieb wiederherzustellen, muss der Fehler gelöscht und eine Betriebsart gewählt werden.
Ist diese Funktion aktiviert, hat sie höchste Priorität. Im Gegensatz zu den beiden anderen Optionen „Undervoltage > Stop controlled and go to passive“ und „Undervoltage > Set velocity to 0“, die beide mit der normalen Verzögerung arbeiten, wird hierbei Error deceleration verwendet.

7.3.3 Undervoltage -> Stop controlled and go to passive

Standard = Off
Bei Abschalten der Hauptversorgung verzögert der Motor entsprechend dem normalen Acceleration-Parameter (Reg 6) und wechselt anschließend in Passive mode. Nach Wiederkehr der Hauptversorgung bleibt er in Passive mode. Für die Rückkehr in den Normalbetrieb muss eine Betriebsart ausgewählt werden.

7.3.4 Undervoltage -> Set velocity to 0

Standard = Off.
Diese Option setzt die Drehzahlvorgabe auf 0. Der Motor verzögert und bleibt stehen - außer im „torque direct mode“ -, sobald die Hauptversorgung abgeschaltet wird. Die Drehzahlvorgabe bleibt auch nach Wiederkehr der Hauptversorgung auf 0. Erst wenn ein Wert >0 U/min in Velocity (Reg 5) geschrieben wird, bewegt sich der Motor wieder.

HINWEIS: Im Analogue Torque mode (Betriebsart 4) haben die oben genannten Unterspannungsoptionen keine Wirkung. Wird in dieser Betriebsart Unterspannung erkannt, wechselt der Motor unabhängig von den Einstellungen in Register 23, UV_HANDLE (Main Supply Voltage Error Bits), immer in Passive mode.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

7.4 Auto-Neustart nach STO oder Netzausfall

Standardmäßig bleibt der Motor nach Aufhebung des STO-Zustands - beide STOA- und STOB-Eingänge liegen wieder an +24 V DC - in Passive mode und muss durch Schreiben einer neuen Betriebsart durch die Steuerung erneut aktiviert werden. Soll der Motor automatisch in seine Betriebsart zurückkehren, setzen Sie Bit 24 (Maske 0x1000000) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), und führen Sie Save in Motor aus.
Ist Bit 24 gesetzt und der STO-Zustand seit ungefähr 20 ms aufgehoben, kopiert die Firmware automatisch Register 37, START_MODE (Start mode), in Register 2, MODE_REG (Operating mode). Der Motor kehrt damit in die unter Start mode (Reg 37) definierte Betriebsart zurück. Dasselbe Bit beeinflusst auch die Wiederaufnahme nach einer Netz-/AC-Unterspannung: Ist Bit 24 zusammen mit Bit 25 (ZUP_DELAYED_AC_OK) gesetzt, nimmt der Motor die Betriebsart wieder auf, in der er sich vor der Unterspannung befand; andernfalls wird die in Start mode (Reg 37) angegebene Betriebsart verwendet.

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4066-12GB

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

Bit 24: Auto-restart after STO/AC returns (ZUP_AUTO_START_MODE)

Value	Function / Influence
0 (default)	Motor stays in Passive after STO is removed. Controller must re-enable.
1	Motor automatically resumes START_MODE approx. 20 ms after STO inputs are re-applied.

Bit 31 - 25 and Bit 23 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

WARNUNG: Bei gesetztem Bit 24 kann der Motor selbsttätig anlaufen, sobald die STO-Eingänge wieder anliegen oder die Netzversorgung zurückkehrt - ohne Befehl der Steuerung. Automatischen Neustart nur dort aktivieren, wo ein unerwarteter selbsttätiger Bewegungsbeginn für Maschine und Personen sicher ist.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

7.5Verzögerte Versorgungsfreigabe beim Start

Bit 25 (ZUP_DELAYED_AC_OK) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), ermöglicht es, die Netz-AC-Versorgung beim Einschalten erst nach der 24-V-Steuerspannung anzulegen.
Normalerweise erwartet der Motor, dass AC bereits anliegt, wenn 24 V zugeschaltet werden. Trifft AC beim Start zu spät ein, wird ein Unterspannungsfehler erzeugt. In vielen Schaltschränken schalten 24-V- und AC-Schütze mit unterschiedlichen Verzögerungen. Bit 25 = 1 weist die Firmware an, beim Einschalten nach 24 V eintreffendes AC ohne Fehler zu akzeptieren. Bit 25 (Maske 0x2000000) in Setup Bits special (Reg 236) setzen und anschließend Save in Motor ausführen.

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4080-12GB

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

Bit 25: Delayed AC acceptance at startup (ZUP_DELAYED_AC_OK)

Value	Function / Influence
0 (default)	AC mains must be present at power-up; late AC triggers an undervoltage error.
1	AC mains may arrive after 24V power-up without triggering an undervoltage error.

Bit 31 - 26 and Bit 24 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Dieses Bit wirkt nur auf die Einschaltsequenz. Die Unterspannungsüberwachung bleibt im Normalbetrieb aktiv - fällt AC während des Motorbetriebs aus, wird unabhängig von diesem Bit weiterhin ein Unterspannungsfehler ausgelöst. Bit 25 arbeitet mit Bit 24 (ZUP_AUTO_START_MODE) zusammen: Sind beide Bits gesetzt, nimmt der Motor nach einem Unterspannungsereignis die zuvor aktive Betriebsart wieder auf, statt auf Start mode (Reg 37) zurückzufallen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

7.6 Dynamisches Bremsen im Passive mode

Bit 6 (ZUP_PWM0_IN_PASSIVE) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), aktiviert elektrisches Bremsen, sobald der Motor in den Passive Mode wechselt.
Bei Bit 6 = 1 werden die Motorwicklungen jedes Mal, wenn sich der Motor im Passive Mode befindet, mit 50 % PWM-Tastgrad kurzgeschlossen. Dadurch entsteht ein Bremsmoment, das den Motor schneller verzögert als freies Auslaufen. Dies unterscheidet sich von Bit 21 (ZUP_PWM0_ON_ERROR), das die Bremsung nur aktiviert, wenn ein Fehler den Motor in den Passive Mode versetzt hat. Setzen Sie Bit 6 (Maske 0x40) in Setup Bits special (Reg 236) und führen Sie anschließend Save in Motor aus.

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4077-12GB



Bit 6: Dynamic braking in Passive mode (ZUP_PWM0_IN_PASSIVE)

Value	Function / Influence
0 (default)	No dynamic braking in Passive mode; motor coasts freely.
1	Dynamic braking active in Passive mode: windings short-circuited at 50% PWM.

Bit 31 - 7 and Bit 5 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Bit 6 und Bit 21 nicht gleichzeitig setzen. Bit 6 = Bremsung bei jedem Passive mode; Bit 21 = Bremsung nur, wenn im Passive mode ein Fehler anliegt.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

7.7 Aktives Bremsen bei Fehler

Bit 21 (Maske 0x200000) in Register 236, SETUP_BITS (Setup Bits special), aktiviert die elektrische Bremsung des Motors, während er sich im Passive mode befindet und ein Fehler anliegt.
Bei Bit 21 = 1 und verriegeltem Fehler bleiben die drei PWM-Ausgänge mit 50 % Tastgrad aktiv und schließen die Motorwicklungen kurz. Dadurch entsteht ein Bremsmoment, das den Motor schneller verzögert als freies Auslaufen. Bei Peak-Current- (IPEAK), Overvoltage- (OV) und Regenerative-Overload-Fehlern (UIT) wird die Funktion automatisch unterdrückt, um Leistungsbrücke und Bremswiderstand zu schützen.

Register 236 - Setup Bits special (SETUP_BITS)

TT4065-12GB

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

Bit 21: Dynamic braking on error in Passive mode (ZUP_PWM0_ON_ERROR)

Value	Function / Influence
0 (default)	Motor free-wheels when entering Passive mode on error.
1	Motor applies dynamic braking (50% PWM short) when in Passive with an error latched.

Bit 31 - 22 and Bit 20 - 0: Is used for other purposes - do not overwrite these bits

HINWEIS: Diese elektrische Bremsung ist von der dynamischen Bremsung im Passive mode unabhängig vom Fehlerstatus zu unterscheiden; letztere wird separat durch Bit 6 (ZUP_PWM0_IN_PASSIVE) in Setup Bits special (Reg 236) gesteuert. Bit 21 (Maske 0x200000) im selben Register setzen und anschließend Save in Motor ausführen.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

8 Industrial Ethernet

8.1 Industrial Ethernet

8.1.1 Dokumentation zu Industrial Ethernet

Die Dokumentation der Industrial-Ethernet-Schnittstelle ist sehr umfangreich und wurde daher in eine separate Bedienungsanleitung LB0077 **ausgelagert**.

Die vollständige Bedienungsanleitung LB0077 Ethernet G3 NetX kann über folgenden Link heruntergeladen werden: https://de.jvl.dk/416/user-manuals

Folgende Ethernet-Protokolle sind verfügbar:

EtherCAT
- JVL-Antriebsprofil für MAC verfügbar (8 x 32-Bit zyklische Lese-/Schreibregister)

EtherNet/IP
- JVL-Antriebsprofil für MAC verfügbar (8 x 32-Bit zyklische Lese-/Schreibregister)

Modbus TCP/UDP
- JVL-Antriebsprofil für MAC verfügbar (8 x 32-Bit zyklische Lese-/Schreibregister)

PROFINET
- JVL-Antriebsprofil für MAC verfügbar (8 x 32-Bit zyklische Lese-/Schreibregister)
- PROFIdrive-Standardtelegramm 1, 2 und 3 unterstützt
- PROFIdrive Application Class 1 unterstützt (Real Time)
- PROFIdrive Application Class 4 unterstützt (Real Time + Isochronous Real Time)

Demnächst ebenfalls verfügbar:
- **POWERLINK**

Das Ethernet-Modul besitzt zusätzlich zu den Motorregistern eigene Register, die in MacTalk gemeinsam angezeigt werden. Ein für sich nützliches Register ist Register 16517, Temperature CPU A - die interne Temperatur der CPU A, also des Prozessors für die Ethernet-Kommunikation. Das Register ist nur lesbar und wird in Tausendstel Grad Celsius angegeben; ein Wert von 42500 entspricht somit 42,5 °C. Die übrigen Modulregister sind in LB0077 beschrieben.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

9 MacTalk Parametriersoftware

9.1 MacTalk installieren

9.1.1 Aktuelle MacTalk-Version beziehen

MacTalk kann online erworben werden unter:
https://de.jvl.dk/523/software-mac-motor
Sie erhalten die MacTalk-Software zusammen mit einer Lizenz.

9.1.2 MacTalk installieren

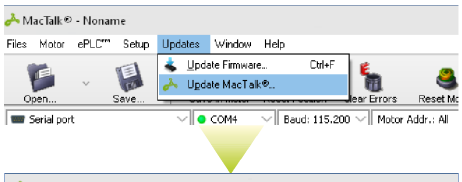
Nachdem Sie die MacTalk-Software bzw. das Inbetriebnahmewerkzeug erhalten haben, kann die Installation erfolgen. Starten Sie dazu die heruntergeladene MacTalk-Setup-Datei.
Beispiel: *MAC_TALK_1_90_019_INSTALL.zip*

9.1 MacTalk installieren

9.1.3 MacTalk-Version aktualisieren

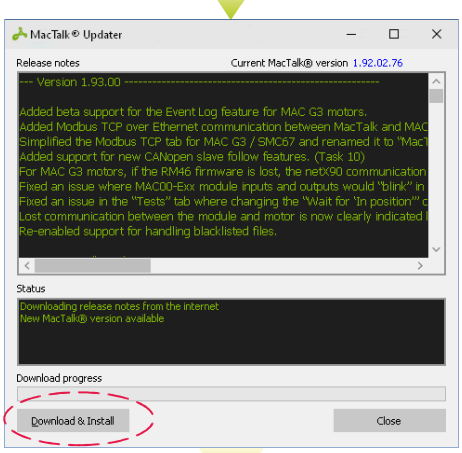
MacTalk kann jederzeit direkt über das Internet aktualisiert werden. Es wird empfohlen, stets die aktuelle MacTalk-Version zu verwenden, da sie die neuesten Funktionen unterstützt und erkannte Fehler korrigiert sein können. Nachfolgend ist die Aktualisierung von MacTalk dargestellt.

Step 1
Choose the *Update MacTalk* in the *Updates* menu.



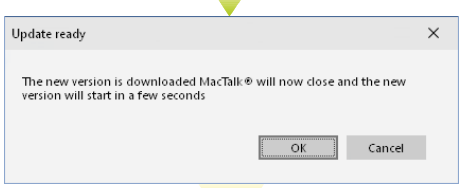
Step 2
MacTalk will now check if newer version exist on the JVL server. If a newer version exist it will automatically be downloaded and the release notes can be seen in the window.

Press the *Download & Install* button to download the selected latest MacTalk.
The new version is now located in the same directory as the MacTalk which was installed in the first place.
The old version is automatically deleted.
Notice that the old version can be recovered by entering the update process again !.



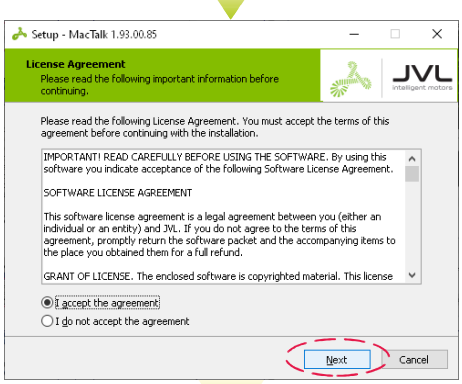
Step 3
The Download is now in progress.
Please wait for a short while.

Step 4
When the download process is finished, the status shows "*Update ready*".
Press "*OK*" to start the installation of the new version of MacTalk.



Step 5
When the download process is finished, a License Agreement shows up.

Press "*I accept the agreement*" and "*Next*" to start the installation of the new version of MacTalk.



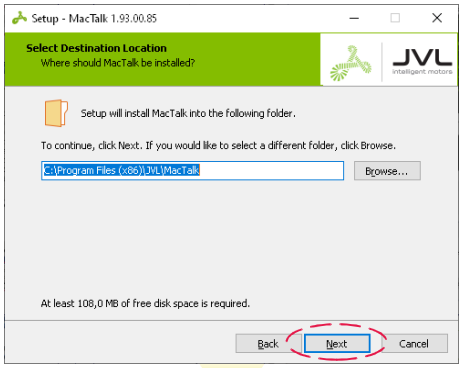
Continued at next page

TT4131-10GB

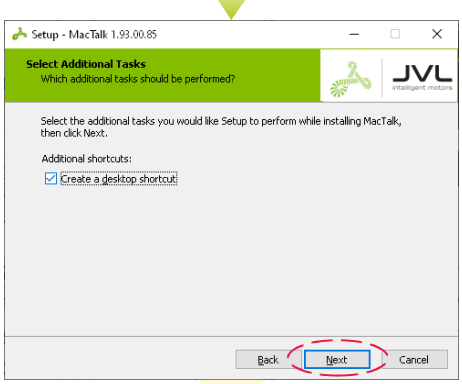
9.1 MacTalk installieren

Nach Bestätigung des Updates wird MacTalk automatisch geschlossen und das Installationsprogramm der neuen Version gestartet, wie unten dargestellt.

Step 6
Now the directory acn be choosen where MacTalk must be installed.
Use the default directory if no other wishes.
Push *Next* to proceed.

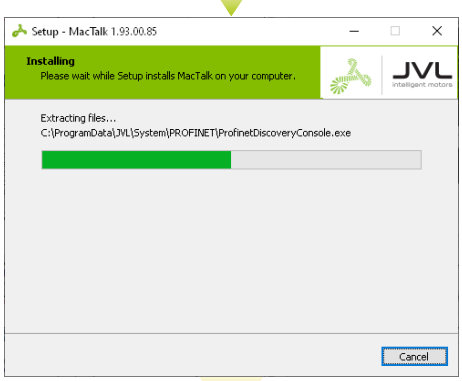


Step 7
Select *Create a desktop* shortcut if needed and press *Next* to proceed.

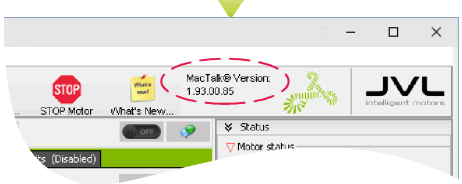


Step 8
Now MacTalk is finally getting installed.

It may take a short while.



Step 9
Finally the old MacTalk version shut down and the new version will open.
In the upper corner of the main screen the version number for the new MacTalk is shown.



The update is finished !

TT4|32-10GB

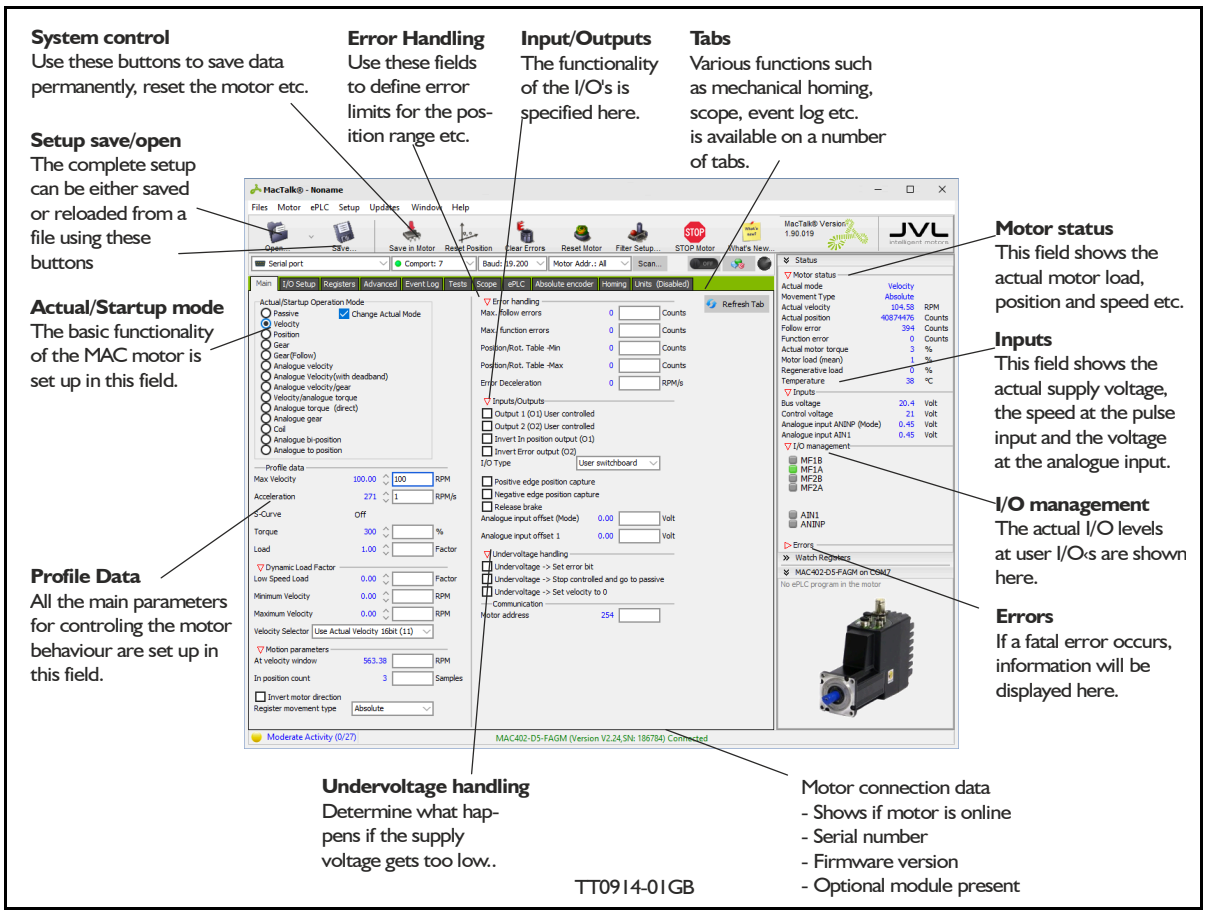
Nach Abschluss der Installation startet MacTalk automatisch mit der neuen Version neu.

9.1 MacTalk installieren

9.1.4 MacTalk deinstallieren

MacTalk kann entweder durch Starten von unins000.exe im MacTalk-Installationsordner (z. B. C:\Program Files (x86)\JVL\MacTalk\unins000.exe) oder über den üblichen Windows-Weg deinstalliert werden: Einstellungen -> Apps -> MacTalk 1.90.019 auswählen und auf Uninstall klicken.

9.2 Motor mit MacTalk parametrieren



9.2.1 Einführung in MacTalk

MacTalk ist die PC-Benutzeroberfläche für die Einrichtung und Diagnose der MAC-Motoren.
Das Programm bietet folgende Funktionen:

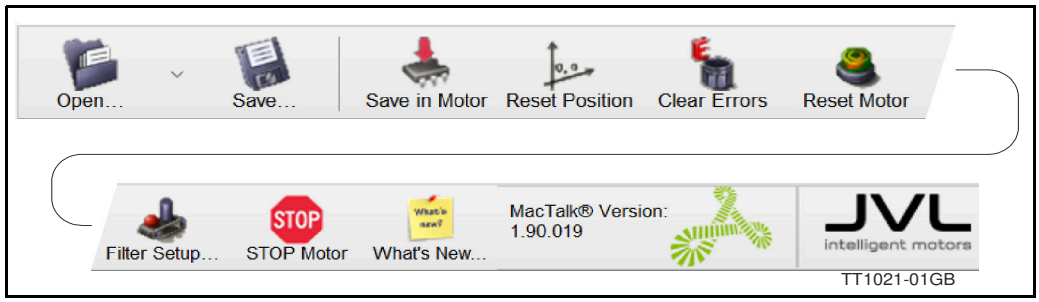
- Auswahl der Betriebsart des MAC-Motors.
- Ändern wichtiger Parameter wie Drehzahl, Motordrehmoment, Homing-Verfahren usw.
- Echtzeitüberwachung aktueller Motorparameter wie Motorlast, Versorgungsspannung,
  Spannung am Analogeingang usw.
- Ändern von Schutzgrenzen wie Positionsgrenzen und maximaler Positionsabweichung.
- Festlegen des Verhaltens bei zu niedriger Versorgungsspannung.
- Speichern aller aktuellen Parameter in einer Datei.
- Wiederherstellen aller Parameter aus einer Datei.
- Alle Parameter dauerhaft im Motor speichern.
- Aktualisieren der Motor-Firmware oder der MacTalk-Software aus dem Internet oder aus einer Datei.

Das Hauptfenster des Programms ändert sich abhängig von der gewählten Betriebsart und zeigt dadurch nur die für diese Betriebsart relevanten Parameter.
Auf den folgenden Seiten werden das jeweilige Fenster für jede Betriebsart und die Auswirkungen der Parameter auf den Betrieb des MAC-Motors beschrieben.

9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

9.2.2 Beschreibung der Symbolleiste

Die Symbolleiste am oberen Rand des MacTalk-Fensters enthält die am häufigsten verwendeten Funktionen.



[Open...]
Öffnet eine Setup-Datei und überträgt das Setup an den Motor. Ist kein Motor verbunden, wird das Setup in MacTalk angezeigt und kann bearbeitet und gespeichert werden.

[Save...]
Speichert das aktuelle Setup des Motors in einer Datei. Ist kein Motor verbunden, werden die aktuellen Offline-Einstellungen einschließlich ePLC-Programm gespeichert.

[Save in Motor]
Das vollständige aktuelle Setup des Basismotors wird dauerhaft im Flash-Speicher des Motors gespeichert. Nach Abschalten oder Reset wird dieses Setup verwendet.

[Reset Position]
Bei Motoren mit Absolutencoder wird Abs *Enc. offset (Reg* 225) auf die mit -1 multiplizierte Absolutencoderposition gesetzt, wodurch Actual position *(Reg 10)* zu Null wird. Wird dies im Motor gespeichert, ist *Actual position* beim Start Null.
Der Inhalt des Positionszählers wird rechts im Hauptfenster als Actual position *angezeigt*.

[Clear Errors]
Löscht alle vorhandenen Fehler. Beachten Sie, dass der Motor im aktuellen Fehlerzustand bleibt, wenn die Fehlerursache weiterhin vorhanden ist.

[Reset Motor]
Setzt den Motor zurück - wie Aus- und Wiedereinschalten der Versorgung.

[Filter Setup...]
Direkter Aufruf der Servofilter-Einstellung.

[STOP Motor]
Stoppt den Motor unmittelbar mit einer kontrollierten Verzögerungsrampe und schaltet ihn in Passive Mode. Ein laufendes ePLC-Programm wird ebenfalls gestoppt.
Diese Schaltfläche ist als funktionale Stopp-Funktion zu betrachten und kann auch über die Tastenkombination CTRL+F8 ausgelöst werden.

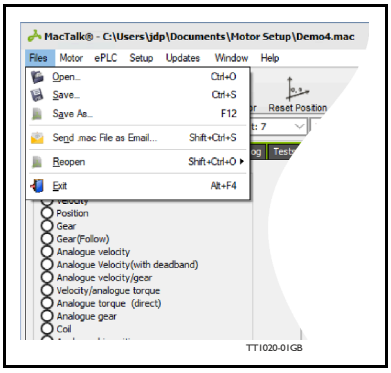
Warnung! Diese Schaltfläche ist kein geeigneter Not-Halt.
Installieren Sie für Ihre Motoranwendung stets eine geeignete Not-Halt-Schaltung.

[What's New...]
Zeigt, was seit der vorherigen MacTalk®-Version ergänzt oder geändert wurde.

9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

9.2.3 Setup-Datei speichern oder öffnen

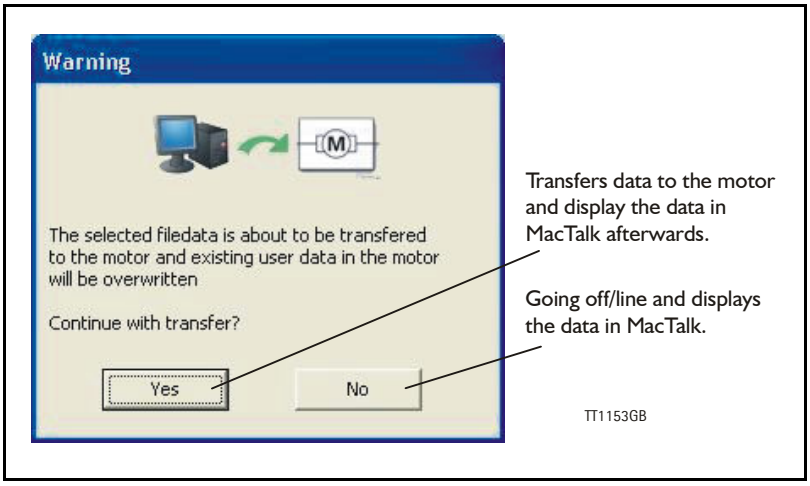
Das vollständige Motor-Setup kann in einer Datei gespeichert oder aus einer Datei geladen und an den Motor übertragen werden. Setup-Dateien können auf jedem Datenträger an einem beliebigen Speicherort abgelegt werden. Auch das Speichern und Öffnen über ein Netzlaufwerk ist möglich.
Setup-Dateien verwenden die Erweiterung .MAC. Standardmäßig werden sie im selben Verzeichnis gespeichert, in dem auch MacTalk installiert ist. Andere Verzeichnisse können gewählt werden.



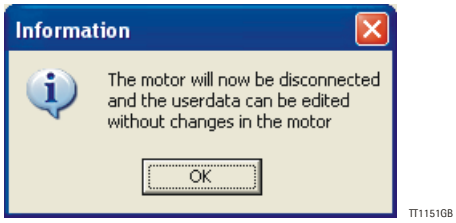
Von Datei zu Motor.
Mit *Open eine* Datei mit dem gewünschten Motor-Setup auswählen. Beim Öffnen wird das Setup gleichzeitig an den Motor übertragen.
Die Schaltfläche Save in Motor verwenden, wenn die Einstellung dauerhaft im Motor gespeichert werden soll.

Vom Motor in Datei.
Mit Save oder Save as wird das aktuelle Setup eines Motors als Setup-Datei gespeichert. Stellen Sie sicher, dass der Motor mit MacTalk online ist; andernfalls wird nur das MacTalk-Standardsetup gespeichert.

Ist ein Motor vorhanden und wird eine Datei geöffnet, wird abgefragt, ob die Verbindung beibehalten oder in den Offline-Modus gewechselt und der Dateiinhalt angezeigt werden soll. Folgendes Dialogfeld erscheint.



Entscheidet sich der Anwender für den Offline-Modus, erscheint folgendes Dialogfeld.

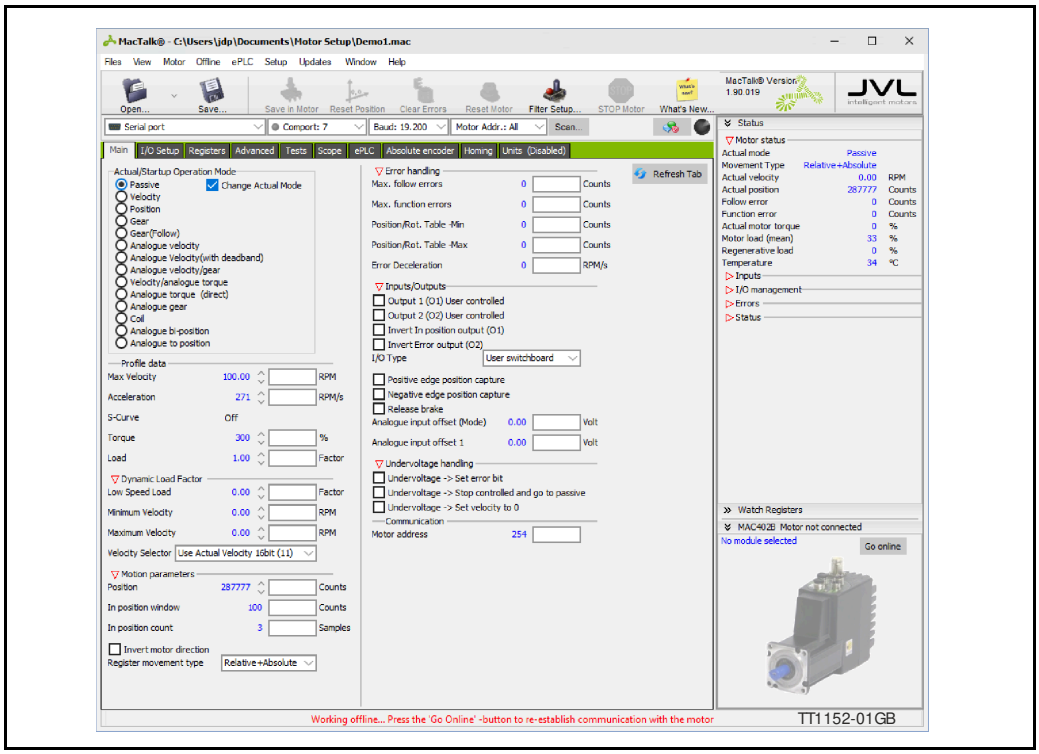


9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

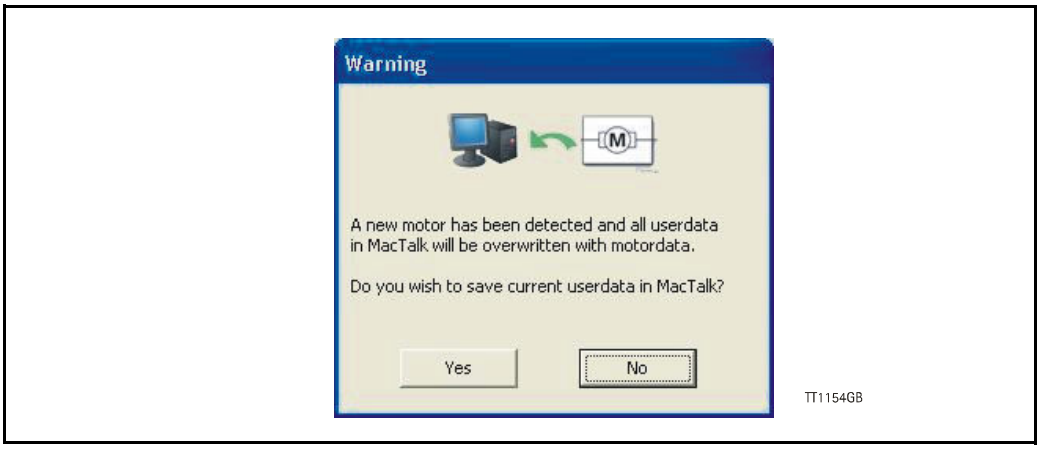
Mit „OK“ wird der Motor von der PC-Anwendung getrennt. Sämtliche Daten können anschließend bearbeitet werden, ohne den Motorbetrieb zu beeinflussen. Folgende MacTalk-Ansicht wird angezeigt.

9.2.4 Offline arbeiten

Wie in der unteren Infozeile zu sehen, ist der Motor getrennt und die Dateidaten werden aktuell in MacTalk angezeigt. Um die Kommunikation mit dem Motor wiederherzustellen, einfach Go Online drücken. Wurden Daten geändert, erscheint zuvor ein Warnhinweis, der das Speichern der aktuellen Daten ermöglicht, da das Wiederherstellen der Motorverbindung die in MacTalk vorhandenen Daten überschreibt.



Wurden Daten in MacTalk geändert, wird darauf hingewiesen, dass die aktuellen Daten überschrieben werden können und gespeichert werden sollten. Folgendes Warnfenster erscheint.

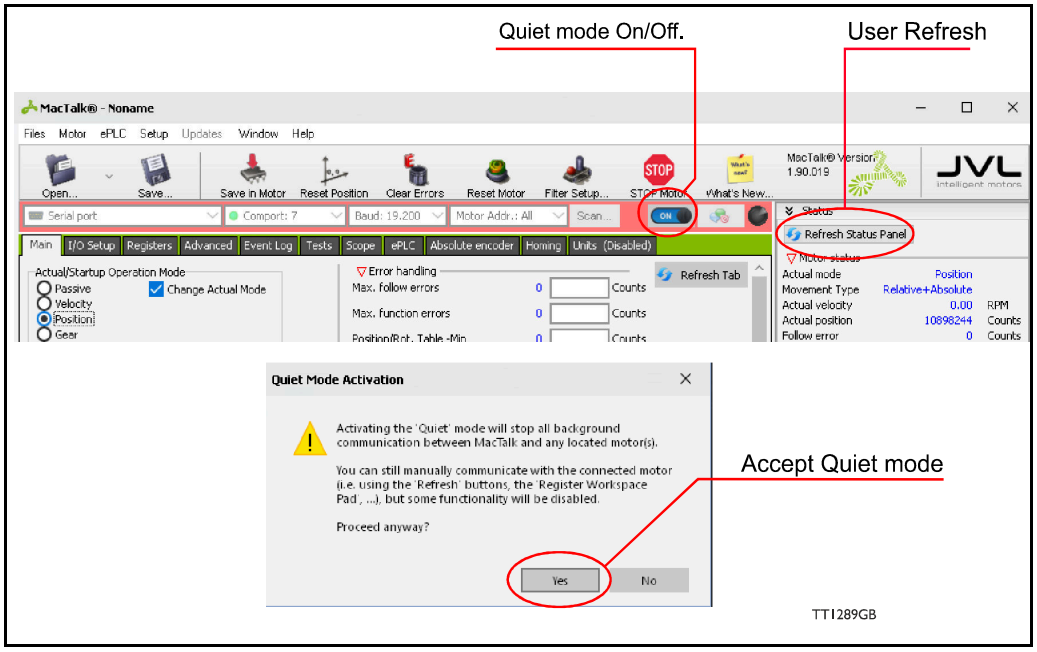


9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

Mit „No“ werden sofort alle Motordaten eingelesen; mit „Yes“ werden alle Daten in der geöffneten Datei gespeichert.

9.2.5 MacTalk im „Quiet“-Modus

Wenn der Modus „Quiet“ aktiviert ist, wird die gesamte laufende Kommunikation mit dem Motor angehalten. Dies bedeutet nicht, dass keine Verbindung besteht; die Werte werden lediglich ohne manuelle Aktualisierung bzw. Abfrage nicht aktualisiert.
Alle im Setup vorgenommenen Änderungen werden an den Motor übertragen; das Ergebnis wird anschließend gelesen und in MacTalk angezeigt.

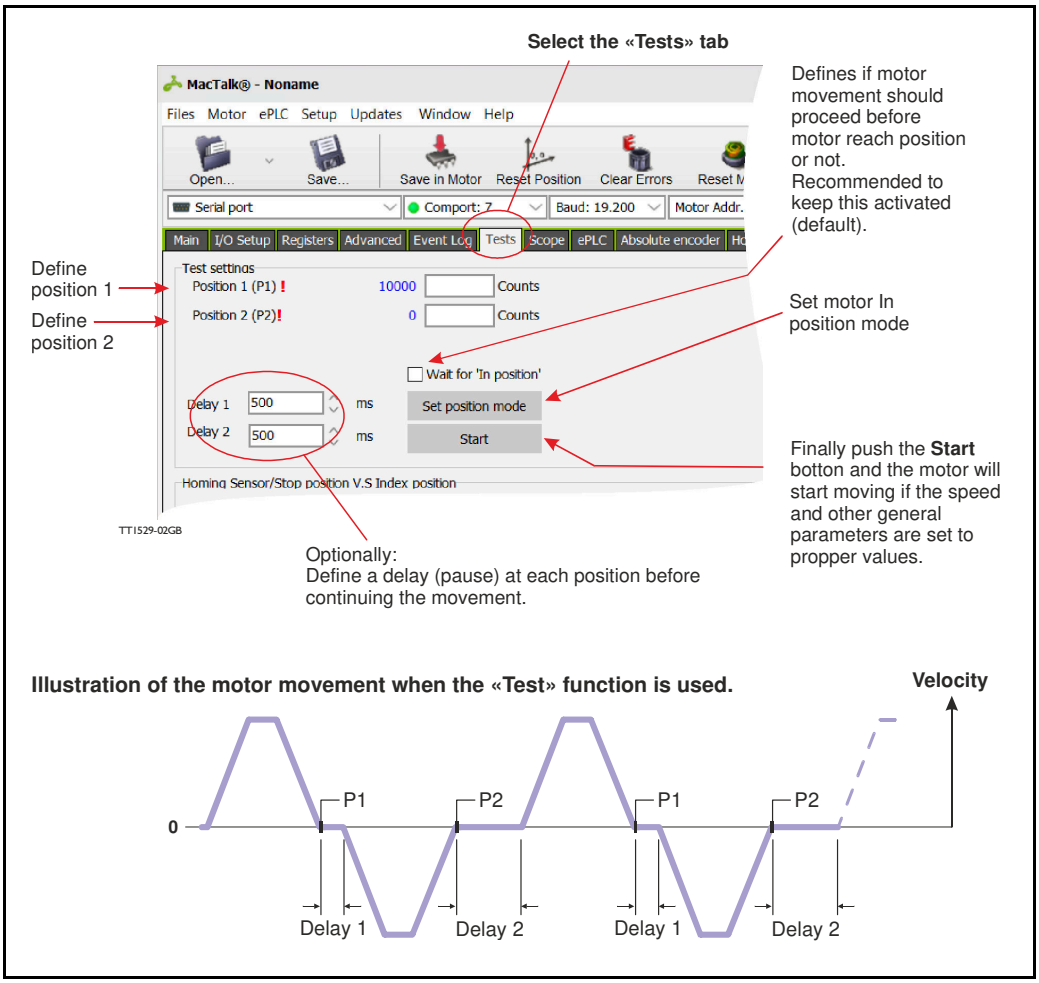


Hintergrundfunktionen wie der Überlastschutz bleiben im Motor aktiv.
Auch das interne ePLC-Programm läuft weiter.

9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

9.2.6 Motor-„TEST“-Funktion

Bei der Einrichtung eines Servosystems ist es sinnvoll zu prüfen, ob die Motorbewegung stabil und gleichmäßig erfolgt.
Hierzu kann die Registerkarte TEST verwendet werden.
Auf dieser Registerkarte kann der Motor im Position Mode eingerichtet werden. Es können zwei Positionen definiert werden, zwischen denen der Motor zyklisch verfährt. Zusätzlich kann eine Pause zwischen den Bewegungen eingestellt werden.
Drehzahl und Beschleunigung entsprechen dabei den allgemeinen Parametern auf der Registerkarte Main. Sämtliche Parameter können während des Betriebs dynamisch geändert werden.



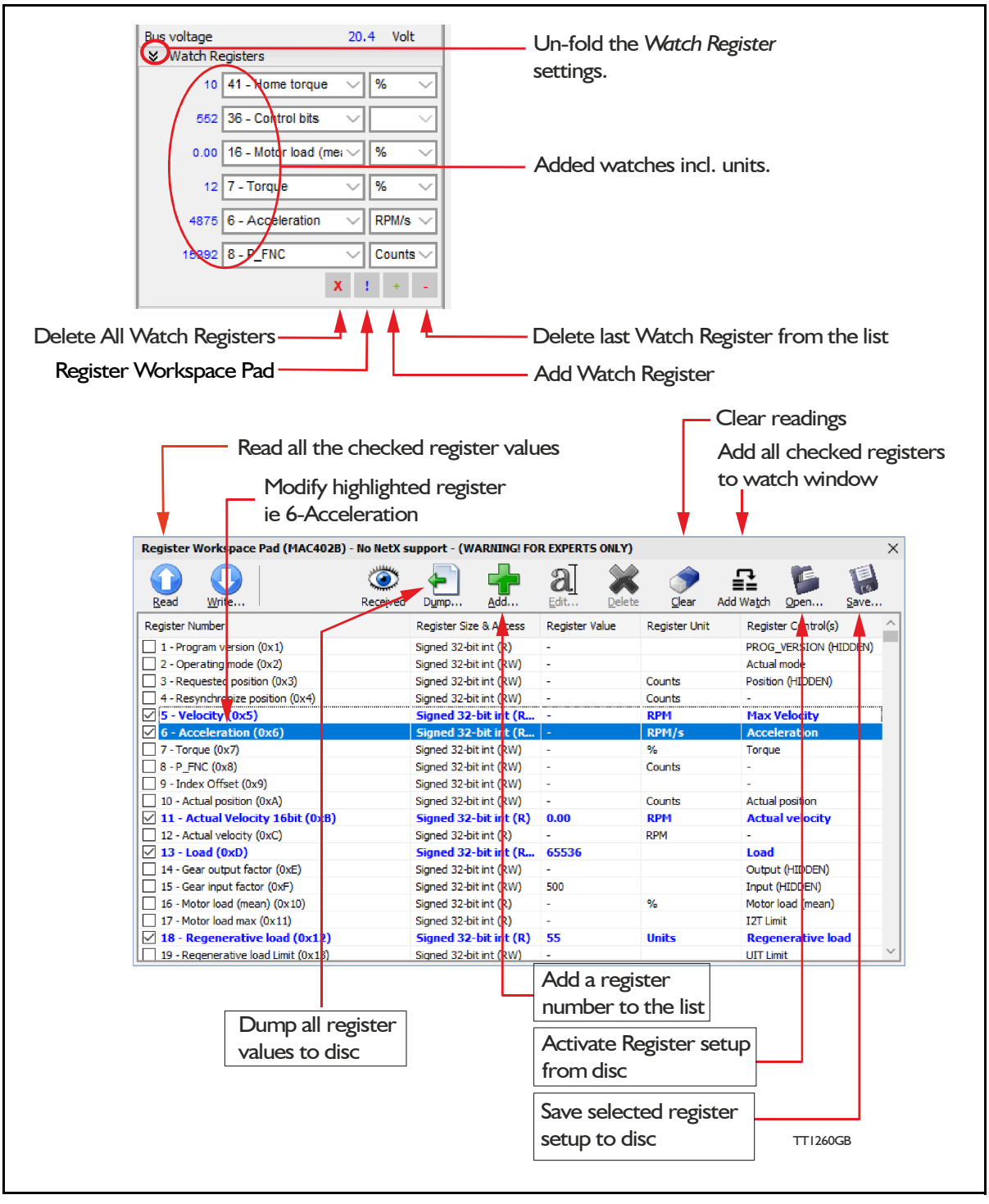
Bitte beachten Sie, dass die Bewegung vollständig durch MacTalk gesteuert wird.
Wird das Kommunikationskabel getrennt, stoppt die Bewegung an der zuletzt vorgegebenen Position. Abhängig vom Windows-Betriebssystem und den gleichzeitig auf dem PC ausgeführten Anwendungen können außerdem geringe zeitliche Abweichungen auftreten.

Wichtig: Stellen Sie sicher, dass während der TEST-Funktion keine andere Kommunikation stattfindet, da dies den Testablauf stören kann.

9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

9.2.7 Watch Registers

Watch Registers dienen hauptsächlich zur erweiterten Anzeige von Registerwerten, aber auch zur Untersuchung von Registerwerten beispielsweise während laufender ePLC-Programme.
Die Watch-Register-Konfiguration kann in separaten Dateien gespeichert und nach einem Neustart wieder geladen werden. Diese Dateien sind unabhängig von der üblichen Motorkonfiguration.



9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

9.2.8 Register Workspace Pad

Register *Workspace Pad Das* Register Workspace Pad wird **über** die Schaltfläche *[!] im* Watch-Registers-Fenster, über das Menü Window oder mit der Tastenkombination Shift+Ctrl+F8 aktiviert. Siehe Abbildung auf der vorherigen

Das *Register Workspace Pad* zeigt alle im Motor definierten Register. Sämtliche Register können ausgewählt und dem Watch-Registers-Fenster *hinzugefügt* werden.

[Add...]
Ermöglicht das Hinzufügen nicht vordefinierter Motorregister.
Beachten Sie die Einschränkung dieser Register. Ist die Registernummer größer als 511, ist sie nicht Bestandteil der normalen MacTalk®-Konfiguration. Die Watch Registers können jedoch mit [Save...] gespeichert und später mit [Open...] erneut eingefügt werden.

[Read...]
Liest alle ausgewählten Motorregister und zeigt deren Werte an.

[Write...]
Öffnet einen Dialog, in dem das markierte Motorregister zum Schreiben angezeigt wird. Die Tastenkombination Strg+W öffnet denselben Dialog. Aus naheliegenden Gründen ändern nur beschreibbare Register ihren Wert. Der Schreibdialog erleichtert das Ändern von Registerwerten in Dezimal- oder Binärdarstellung.
Ein integrierter Rechner kann für einfache Berechnungen wie +, -, × und / sowie für komplexere arithmetische Funktionen, Links-/Rechtsrotation und weitere Operationen verwendet werden.

[Dump...]
Erzeugt eine Datei mit allen vom Motor gelesenen Registerwerten. Es handelt sich um eine einfache ASCII-Datei, deren Inhalt ungefähr dem Register Workspace Pad entspricht.

[Edit...] und **[Delete]**
Nur für benutzerdefinierte Register verfügbar.

[Clear]
Löscht den Inhalt aller Registerwerte in der Anzeige, nicht die Registerauswahl.

[Add Watch]
Fügt alle ausgewählten Register dem *Watch-Registers-Fenster* hinzu.

[Open...]
Öffnet eine zuvor gespeicherte Registerauswahlliste.

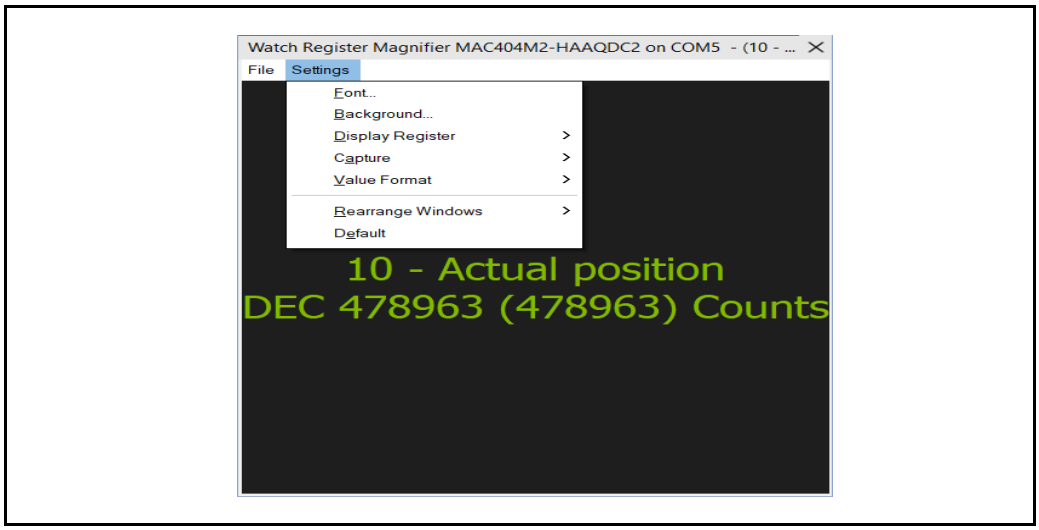
[Save...]
Speichert eine Registerauswahlliste einschließlich benutzerdefinierter Register.

[Received]
Zeigt alle seit dem Start von MacTalk® empfangenen Registerwerte an.

9.2 Motor mit MacTalk parametrieren

9.2.9 Watch-Register-Wert

Durch Doppelklick auf einen Wert im Watch-Fenster wird ein Watch Register Magnifier geöffnet.



Dieses Fenster zeigt den aktuellen Registerwert. Über Settings->Value Format wird das Anzeigeformat gewählt: Decimal, Hexadecimal, Binary, Octal oder All, wobei alle Formate gleichzeitig angezeigt werden.
Über Settings > Capture > Start kann der Registerwert in einer grafischen Darstellung verfolgt werden.
Der Graph wird aus den Messwerten aufgebaut. Dadurch eignet sich das Fenster nicht nur zum Ablesen eines Werts, sondern auch zum Beobachten einer langsam ansteigenden Temperatur, eines sich während der Fehlersuche ändernden externen Eingangs oder eines beliebigen anderen Registers über die Zeit.
Settings > Capture > Update Interval legt fest, wann ein Messwert aufgenommen wird: When Value Change (Default) zeichnet nur bei einer Wertänderung auf; alternativ kann ein festes Intervall von 1000, 2000, 3000, 4000 oder 5000 ms gewählt werden. Set Custom… ermöglicht jedes andere Intervall. Das aktuell verwendete Intervall wird unter dem Graphen angezeigt.



Aufgezeichnete Daten können über File->Save Captured as... als Text- *oder CSV-Datei gespeichert werden.*
Sind mehrere Magnifier-Fenster geöffnet, ordnet Settings->Rearrange Windows diese an: Stack stapelt sie übereinander, Tile ordnet sie nebeneinander an.

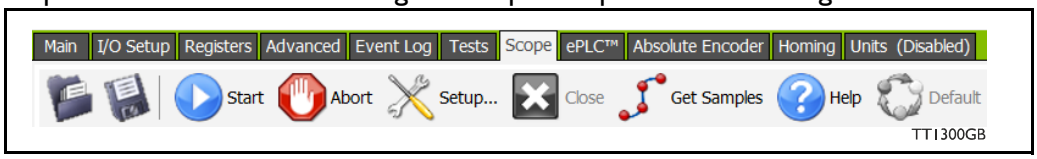
HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

9.3 MacTalk Scope verwenden

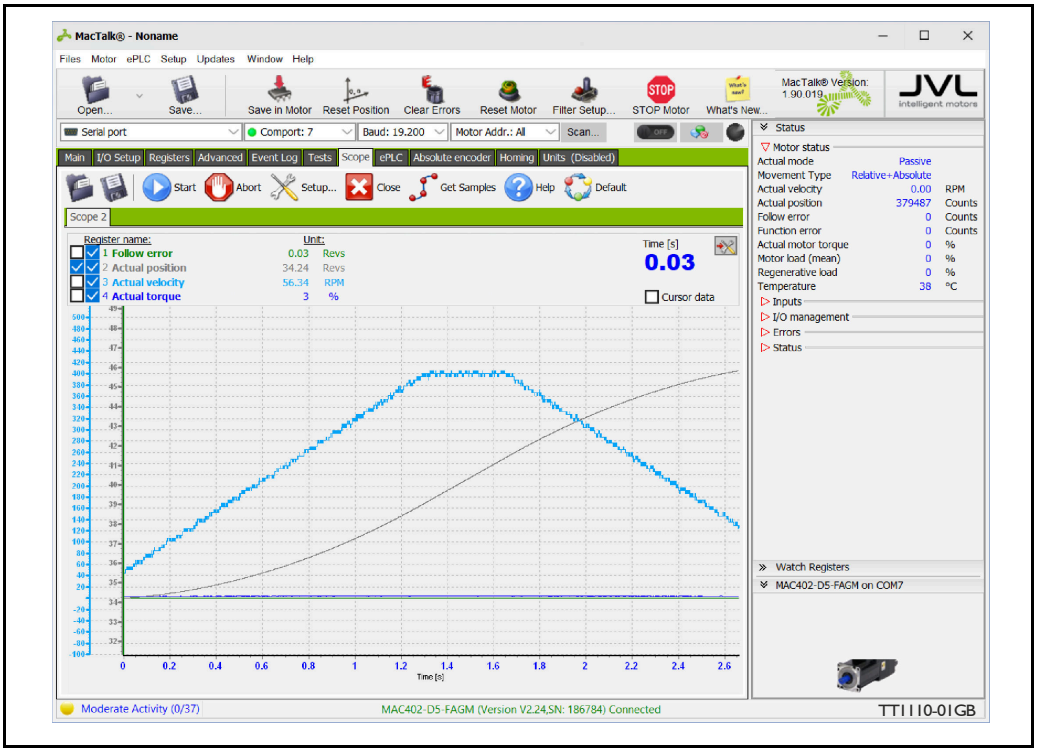
9.3.1 Scope-Schaltflächen

Die Scope-Funktion ist ein Oszilloskop mit 8/4 Kanälen und eine sehr hilfreiche, häufig notwendige Funktion zum Testen einer neuen Anwendung oder zur Fehlersuche in einem bestehenden System.
Vor der Verwendung muss über Setup die Scope-Funktion korrekt parametriert werden. Nahezu alle Register der MAC-Motoren können zur Anzeige ausgewählt werden; außerdem stehen zahlreiche Triggerfunktionen zur Verfügung. Aufgezeichnete Scope-Daten können gespeichert und geladen werden.

Scope-Schaltflächen zur Steuerung von Scope-Setup und Aufzeichnung.



9.3.2 Scope Sample View



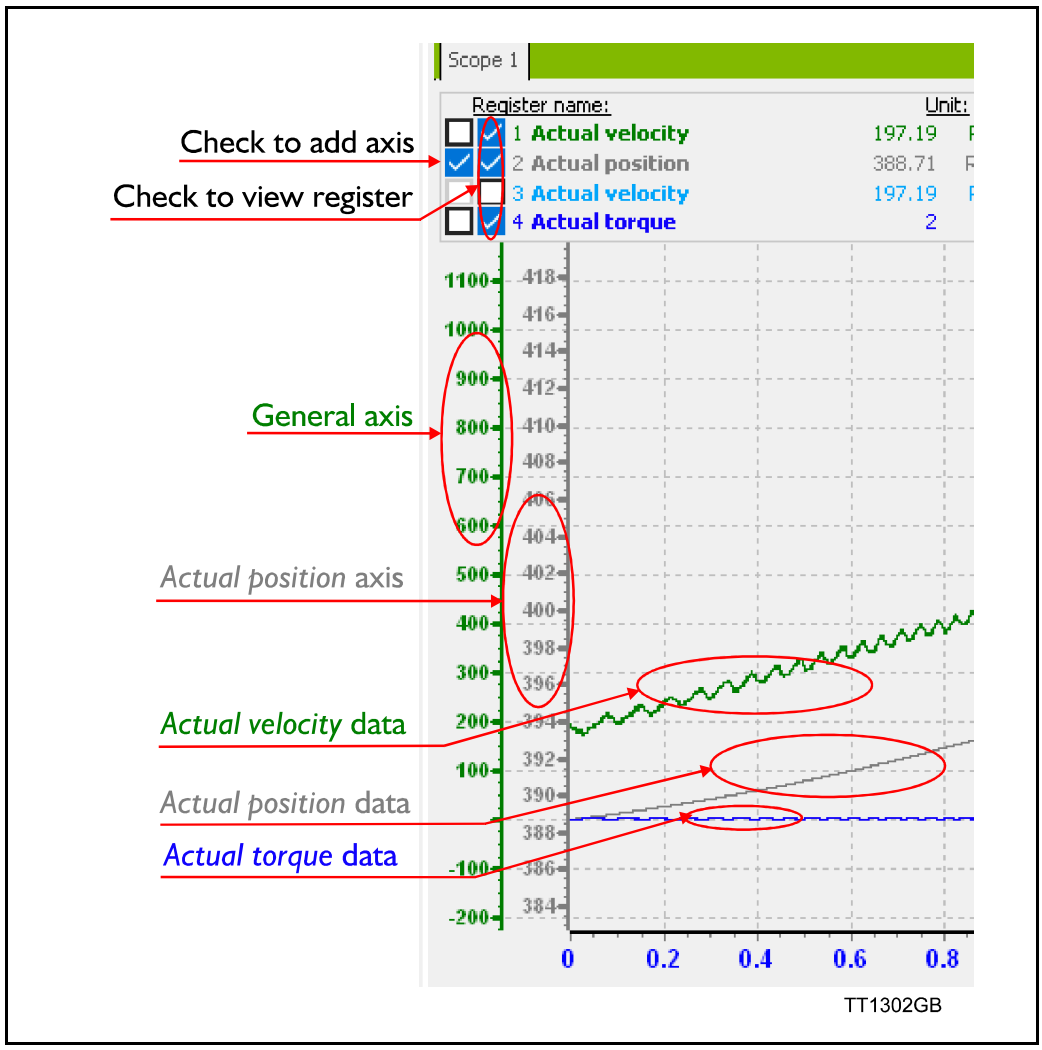
Zoom und Pan ermöglichen die detaillierte Betrachtung bestimmter Daten.
Zoom: Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie den Mauszeiger nach rechts unten. Das ausgewählte Rechteck wird als vergrößerte Ansicht dargestellt.
Pan: Die vergrößerte Ansicht lässt sich in alle Richtungen verschieben: Rechte Maustaste gedrückt halten und den Ansichtsbereich bewegen. Gesamte Scope-Ansicht wiederherstellen: Linke Maustaste gedrückt halten und nach links oben ziehen.
So stellen Sie die vollständige Scope-Datenansicht wieder her: Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie den Mauszeiger nach links oben.

Alternativ **kann** das Symbol Default verwendet werden. Sämtliche Einstellungen werden auf die Standardansicht zurückgesetzt.

9.3 MacTalk Scope verwenden

Für Graphdaten und Skalen können unterschiedliche Farben gewählt werden. Doppelklicken Sie auf den „Register name“ und wählen Sie die gewünschte Farbe.

In der Scope Sample View kann gewählt werden, welche aufgezeichneten Registerwerte angezeigt oder ausgeblendet werden. Die General scale passt sich an die aufgezeichneten Daten an.
Die Skalen der einzelnen aufgezeichneten Register können ebenfalls ein- oder ausgeblendet werden.



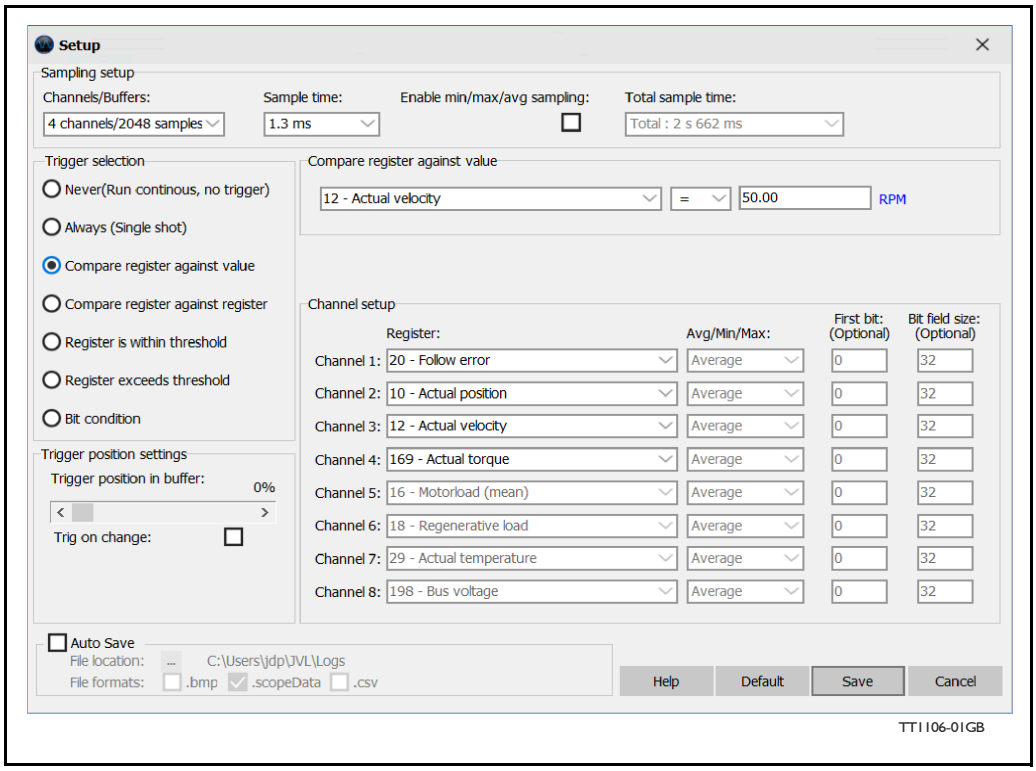
Beachten Sie, dass bei Actual torque (Reg 169) Schwankungen oft nur schwer erkennbar sind. In diesem Fall empfiehlt es sich, eine eigene Skala für Actual torque ***hinzuzufügen***.

9.3 MacTalk Scope verwenden

9.3.3 Sampling Setup

Im Sampling Setup kann zwischen der Aufzeichnung von 4 oder 8 Registerwerten gewählt werden. Zusätzlich zur Kanalanzahl stehen unterschiedliche Anzahlen von Messwerten zur Verfügung: 512, 1024 oder 2048 Samples.
Die Auswahl der Sample time beeinflusst zusammen mit der Anzahl der Kanäle und Messwerte die gesamte Aufzeichnungsdauer. Zur Auswahl stehen 100 μs und 1,3 ms. Wenn eine längere Aufzeichnungsdauer gewünscht ist, aktivieren Sie Enable ***min/max/avg sampling und*** wählen Sie die gewünschte ***Total sample*** time.

Das vollständige Scope-Setup ist Bestandteil des allgemeinen Setups und wird zusammen mit dem übrigen Motor-Setup gespeichert.

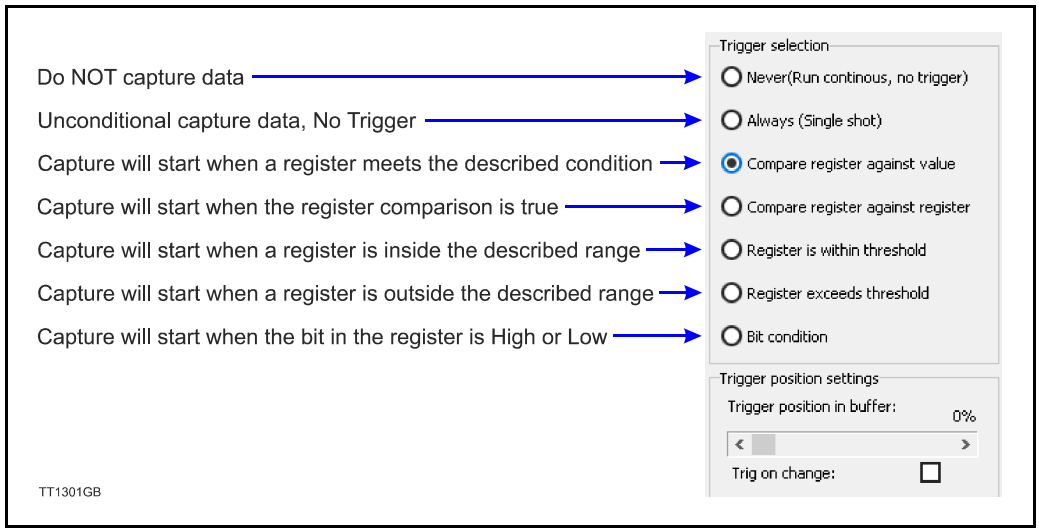


Werden Scope-Daten im MacTalk® Scope Data Format (.scopeData) gespeichert, können sie später wieder in MacTalk geladen werden.
Geladene Scope-Daten können bei Bedarf weiterhin als .CSV oder .BMP gespeichert werden.

9.3 MacTalk Scope verwenden

9.3.4 Scope-Trigger einstellen

Der Scope-Trigger bietet zahlreiche Konfigurationsmöglichkeiten.
Zunächst muss eine Triggerauswahl getroffen werden.



Nie (kontinuierlicher Betrieb, kein Trigger):
Standardmodus, in dem keine Daten aufgezeichnet werden.
Dieser Modus dient dazu, zuvor aufgezeichnete Scope-Daten zur Vorschau zu laden.

Immer (Einzelaufnahme):
Zeichnet die Daten unmittelbar nach Start auf, ohne Triggerbedingung.

Register mit Wert vergleichen:
Die Aufzeichnung startet, wenn ein Registerwert die angegebene Bedingung erfüllt.
Mögliche Vergleiche sind: „=“, „!=“, „>“, „>=“, „<“ oder „<=“.
Typisches Beispiel: Die Datenaufzeichnung auslösen, wenn Actual velocity (Reg 12) 1000 U/min überschreitet.

Register mit Register vergleichen:
Wie oben, jedoch wird der Inhalt eines anderen Registers als Vergleichswert
Als Vergleichsoperatoren stehen =, !=, >, >=, < und <= zur Verfügung.
Typisches Beispiel: Aufzeichnung auslösen, wenn *Regenerative load* = Regenerative *load limit*.

Register liegt innerhalb des Schwellenwerts:
Die Aufzeichnung startet, wenn ein Registerwert die beschriebene Bedingung erfüllt.
Typisches Beispiel: Aufzeichnung auslösen, wenn Actual velocity (Reg 12) zwischen 900 und 1000 U/min liegt.

Register überschreitet den Schwellenwert:
Die Aufzeichnung startet, wenn ein Registerwert die beschriebene Bedingung erfüllt.
Typisches Beispiel: Aufzeichnung auslösen, wenn Actual velocity (Reg 12) außerhalb des Bereichs 900 bis 1000 U/min liegt.

Bit-Bedingung:
Die Aufzeichnung startet, wenn ein Bit in einem Register auf High oder Low wechselt.
Typisches Beispiel: Aufzeichnung auslösen, wenn Bit 24 in Error status (Reg 35) gesetzt oder zurückgesetzt wird.

9.3 MacTalk Scope verwenden

9.3.5 Triggerposition einstellen

Die Triggerposition im Puffer kann zwischen 0 % und 100 % gewählt werden.
0 % bedeutet, dass die aufgezeichneten Daten genau ab dem Triggerereignis beginnen. Sollen Daten vor dem Triggerpunkt aufgezeichnet werden, ist ein höherer Prozentwert zu wählen.
100 % bedeutet, dass alle Daten vor dem Triggerpunkt liegen.
HINWEIS: Tritt die Triggerbedingung ein, bevor der Puffer vollständig gefüllt ist, werden die verfügbaren Daten angezeigt.

9.3.6 Trig on change

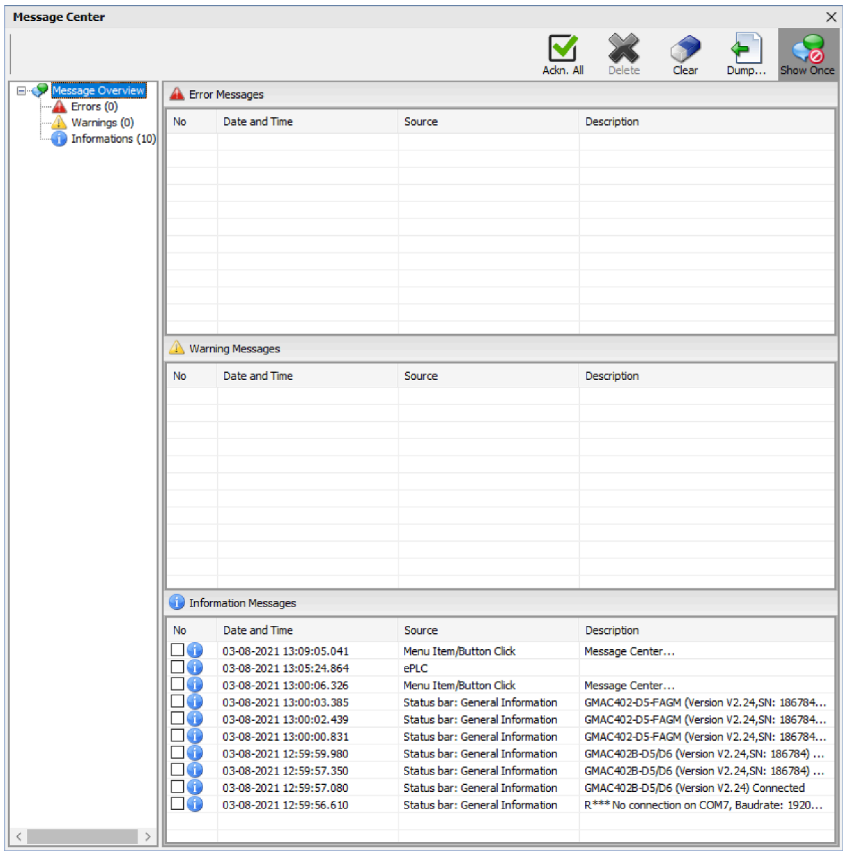
Ist diese Option aktiviert, entsteht der Triggerpunkt beim Überschreiten der Schwelle von der nicht auslösenden Seite. Beispiel: Triggerbedingung Actual velocity (Reg 12) > 600 U/min.
Der Motor läuft beim *Start von Scope* bereits mit 700 U/min.
Der Trigger wird erst scharf, nachdem Actual velocity unter 600 U/min gefallen ist. Anschließend wird der Trigger aktiviert, sobald Actual *velocity erneut* über 600 U/min ansteigt.

Ist die Option nicht aktiviert, basiert der Trigger auf einer statischen Wertauswertung.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

9.4 Message Center

Das Message Center kann über das Symbol, über Window -> Message Center oder mit der Tastenkombination Shift+Ctrl+F9 geöffnet werden.
Das Message Center zeichnet drei Ereignistypen auf: Errors, Warnings und Information. Information-Einträge entstehen hauptsächlich durch Benutzeraktionen, aber auch durch Ereignisse während der Ausführung von ePLC-Programmen.
Das Message Center unterstützt die Fehlersuche, indem es Meldungen und Ereignisse übersichtlich sammelt.
Dadurch kann der Anwender fehlerfreie ePLC-Programme und gültige Motoreinstellungen erstellen.



9.5 ePLC verwenden

9.5.1 Einführung in ePLC

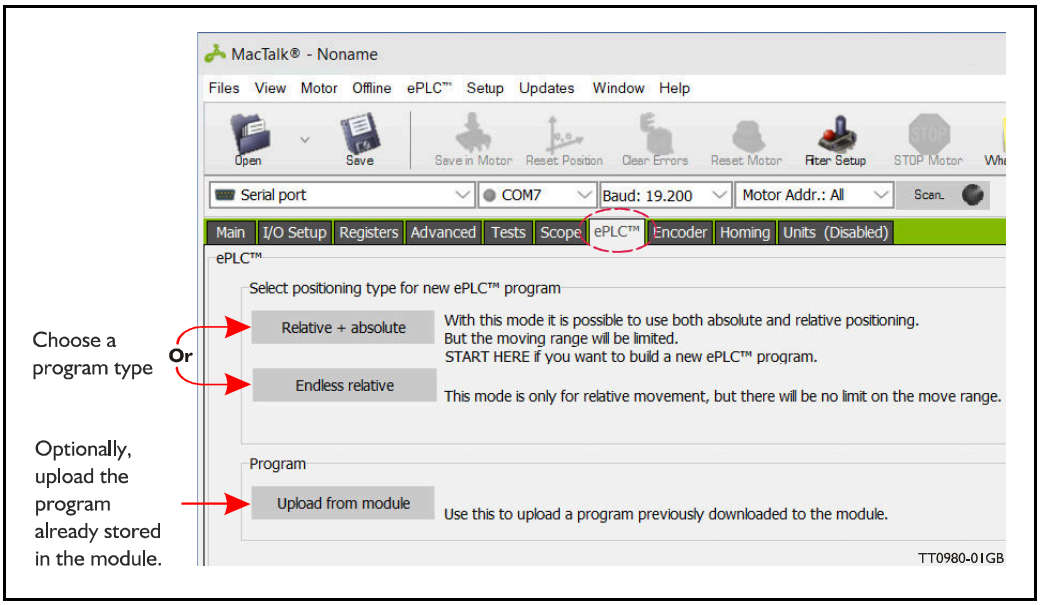
Mit der ePLC-Funktion eines MAC-Motors lassen sich mithilfe benutzerfreundlicher Symbole nahezu beliebige Programme erstellen.
Vor der Programmerstellung muss zunächst entschieden werden, ob die Anwendung den Motor stets innerhalb des zulässigen Positionsbereichs von +/-67.108.863 Counts hält oder ob sich der Motor überwiegend in nur eine Richtung bewegt und dadurch früher oder später den genannten maximalen Count-Bereich überschreitet.

Typische Anwendungen für die beiden Programmtypen:

Relativ + Absolut
XY-Tische
Pick-and-Place-Roboter
Ventilantriebe

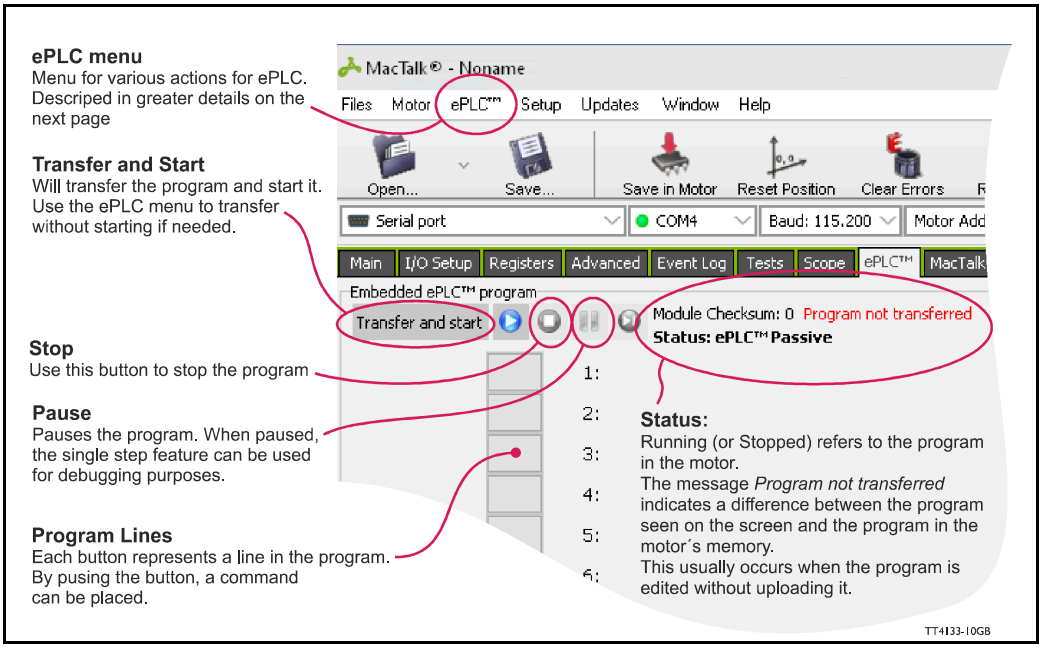
Endlos relativ
Spender für Folie, Etiketten usw.
Dosierpumpen
Rundtische
Drehmomentgeregelte Schraubmaschinen

Wählen Sie beim Erstellen eines neuen Programms auf der Registerkarte ePLC den Positionierungstyp des Programms oder laden Sie das im Motor gespeicherte Programm hoch.



9.5.2 ePLC-Hauptfenster

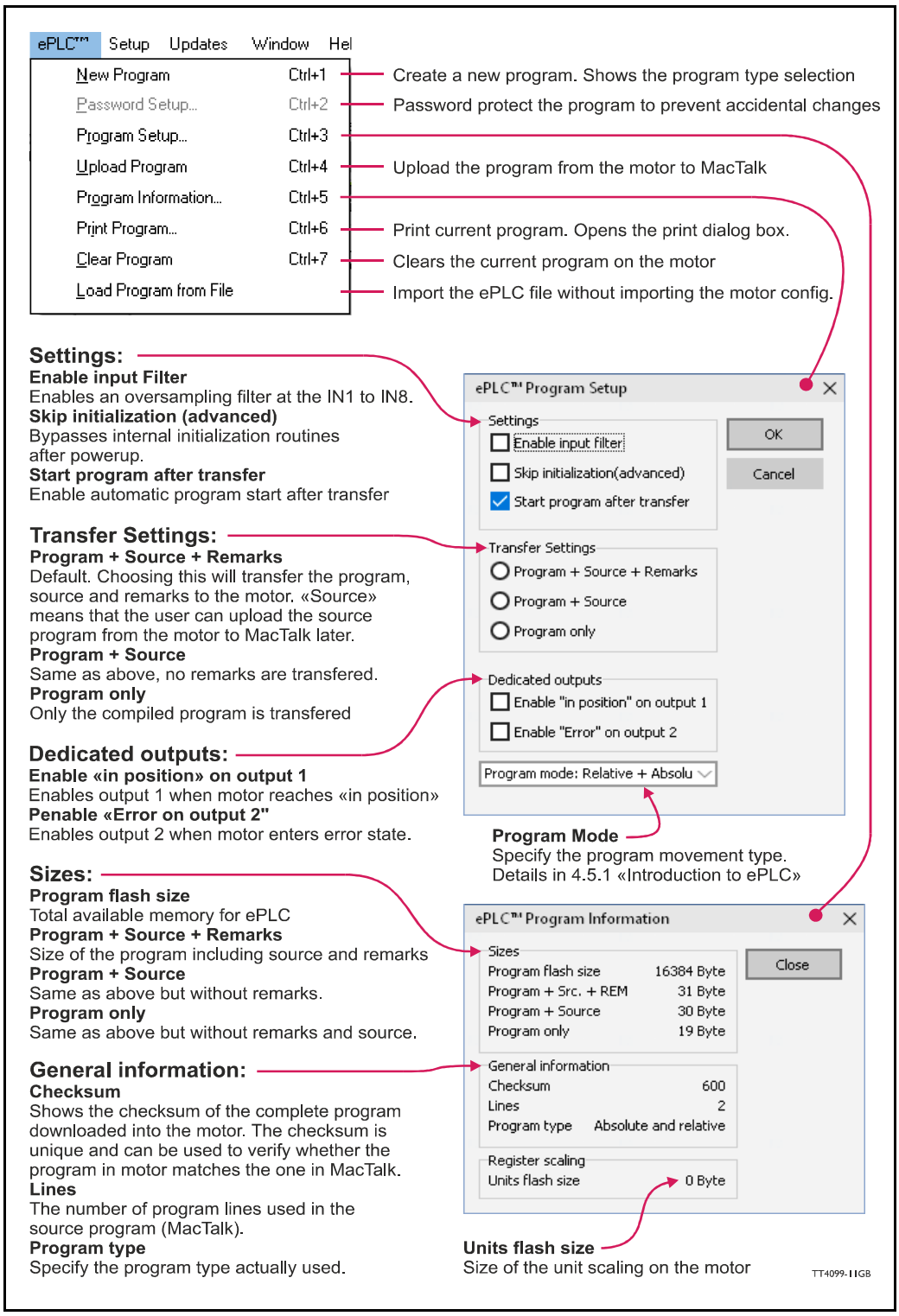
Das Hauptfenster zum Erstellen eines neuen oder Bearbeiten eines vorhandenen Programms ist nachfolgend dargestellt:



9.5 ePLC verwenden

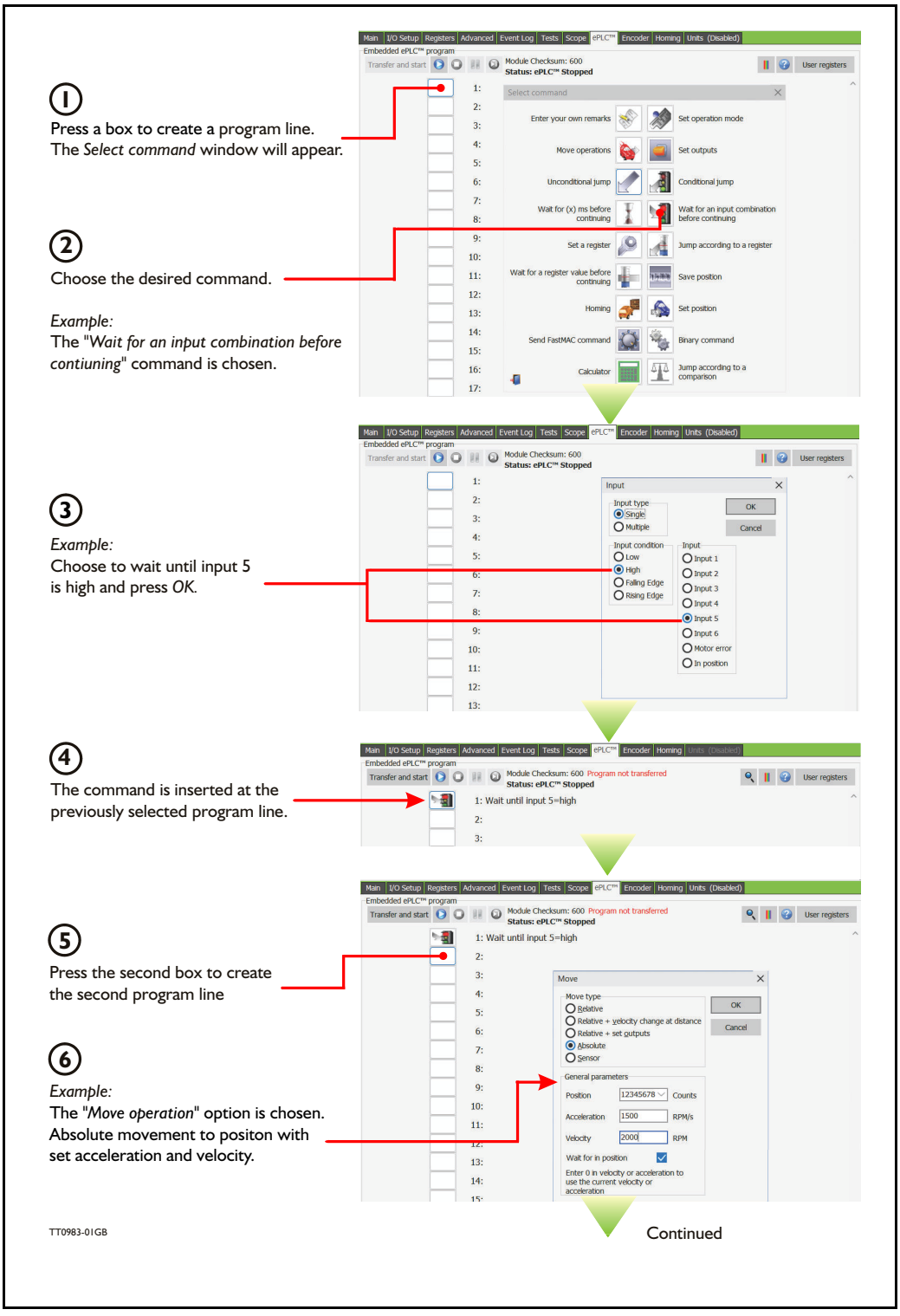
9.5.3 ePLC-Menü

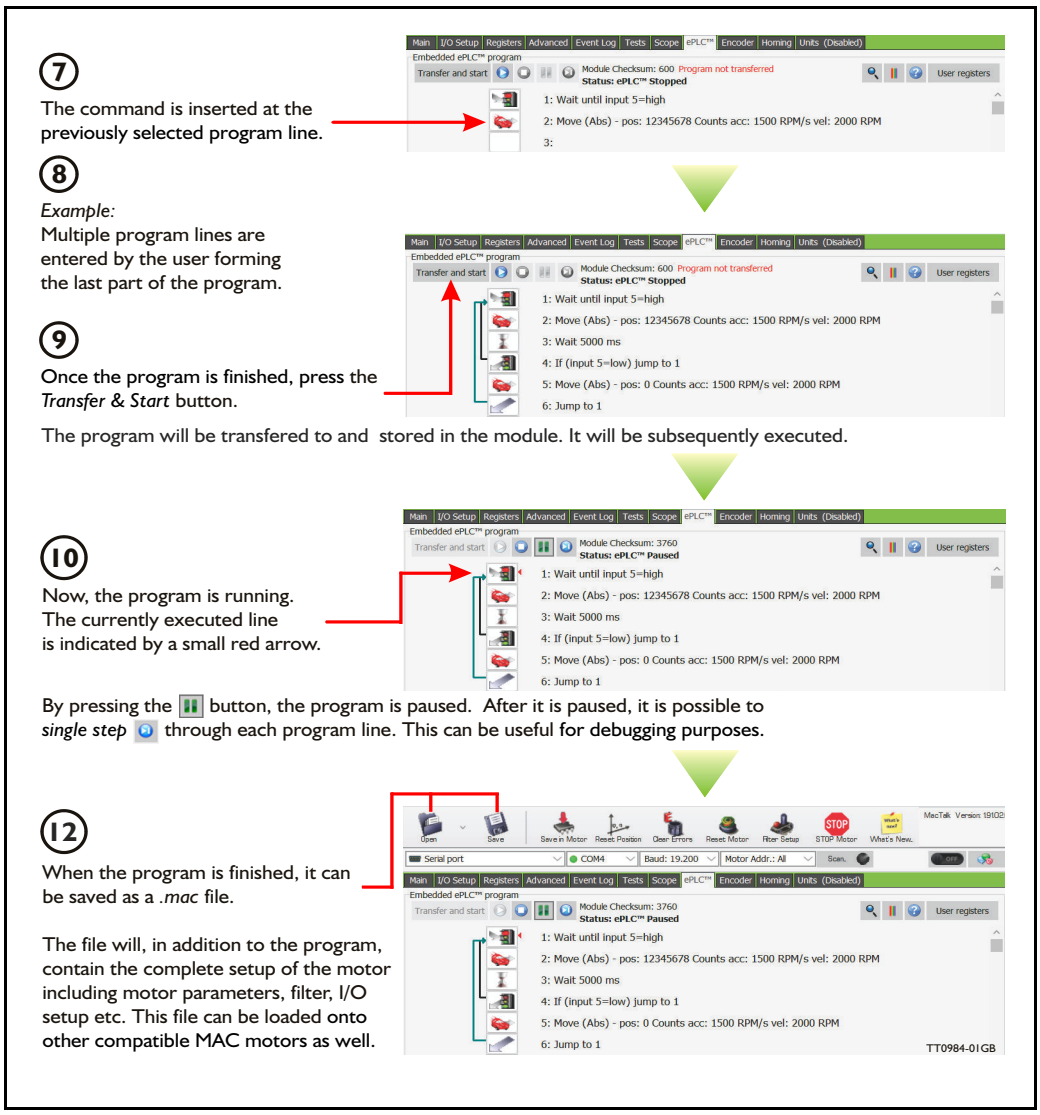
Das Menü ePLC in der Menüleiste enthält folgende Optionen:



9.5.4 Programm erstellen

Nach Auswahl von *New program im* ePLC-Menü oder beim ersten Aufrufen der ePLC-Registerkarte kann ein Programm erstellt werden. Drücken Sie die Schaltfläche in Zeile 1; daraufhin erscheint ein Fenster.





9.5.5 Allgemeine Programmiertipps

Nach dem Erstellen und Speichern eines Programms helfen die folgenden Hinweise, ein erwartungsgemäßes Verhalten sicherzustellen.

1. Beim Übertragen des Programms zum Motor wird es dauerhaft im Speicher abgelegt. Das Programm wird bei jedem Einschalten des Motors ausgeführt.

2. Vor der Programmerstellung sicherstellen, dass die Grundparameter für Beschleunigung, Drehmoment, Sicherheitsgrenzen usw. auf die gewünschten Werte eingestellt sind. Beim Speichern des Programms als Datei werden diese Grundparameter zusammen mit dem Programm als vollständiges Motor-Setup gespeichert.

3. Eine Programmzeile kann durch Doppelklick auf den Befehlstext bearbeitet werden.

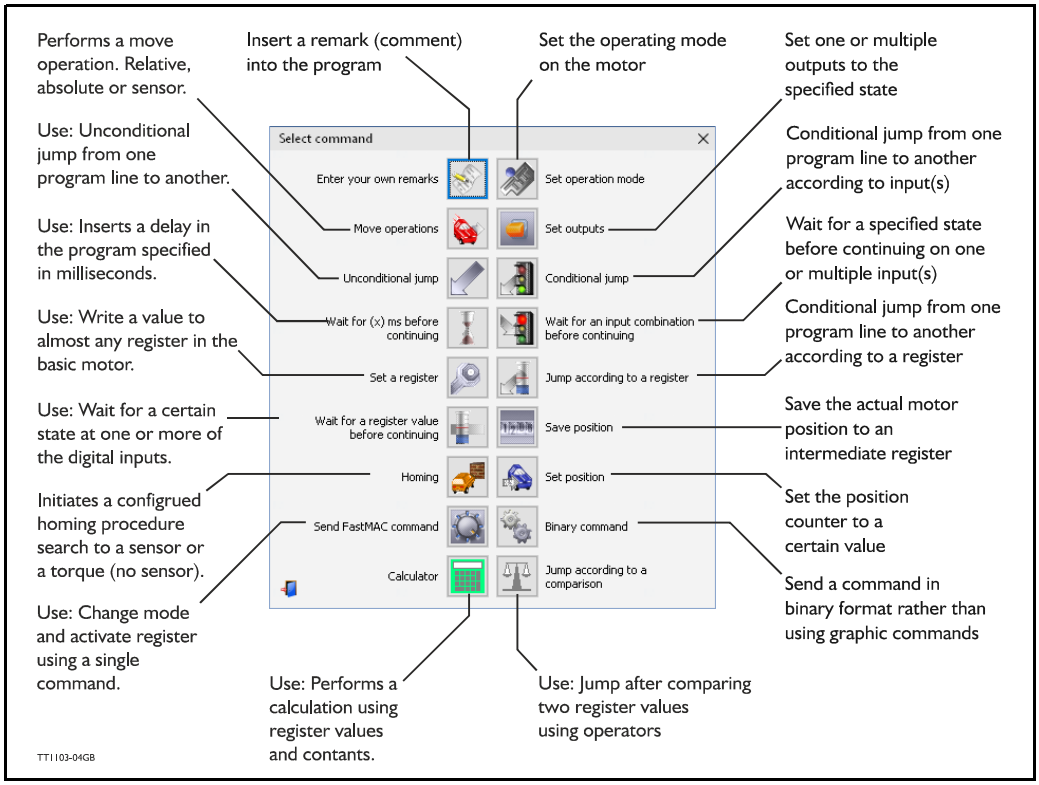
4. Wird der Mauszeiger auf das Befehlssymbol gesetzt, kann mit der rechten Maustaste ein Menü geöffnet werden. Dort stehen Funktionen wie Bearbeiten, Einfügen, Entfernen, Kopieren und Einfügen zur Verfügung.

9.5.6 Übersicht Fenster „Select command“

Durch Anklicken einer leeren Zeile auf der ePLC-Registerkarte öffnet sich das Fenster „Select command“, also die Befehlswerkzeugbox. Sie umfasst 18 verschiedene Befehlssymbole zur Programmerstellung.

Die Befehle ermöglichen einen einfachen Zugriff auf die am häufigsten verwendeten Motorfunktionen. Einige Funktionen wirken zunächst sehr einfach. Beispielsweise bieten „Set register value“ oder „Wait for register value before continuing“ direkten Zugriff auf mehr als 50 Register im MAC-Motor. Insgesamt ist die Befehlswerkzeugbox sehr leistungsfähig, da sich der größte Teil eines typischen Programms mit den einfachen Symbolen erstellen lässt. Verbleibende Funktionen können über die Motorregister realisiert werden.

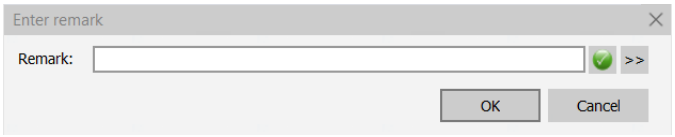
Nachfolgend finden Sie eine Kurzbeschreibung aller Befehlssymbole. Ausführlichere Beschreibungen stehen im folgenden Abschnitt.



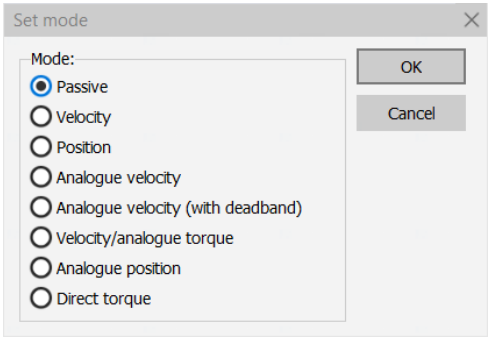
9.5.7 Beschreibung der ePLC-Befehle

Im folgenden Abschnitt werden alle im Fenster „Select command“ verfügbaren Befehle detailliert beschrieben. Jeder Unterabschnitt trägt den Namen des Befehls und zeigt Symbol, Dialogfeld und eine kurze Funktionsbeschreibung.

9.5.7.1 Eigene Bemerkungen eingeben

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Fügt eine Bemerkung bzw. einen Kommentar in den Quellcode ein. Die Programmzeile wird nicht ausgeführt. Dies ist besonders hilfreich, wenn mehrere Anwender mit dem Programm arbeiten oder das Programm nur selten bearbeitet wird.

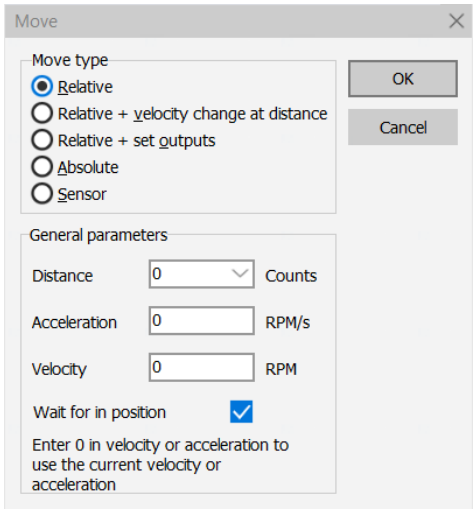
9.5.8 Betriebsart einstellen

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Setzt die Betriebsart des Motors auf den angegebenen Modus. Dadurch können in verschiedenen Programmteilen unterschiedliche Betriebsarten verwendet oder Betriebsarten mit Sprüngen kombiniert werden. Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Betriebsarten finden Sie von Position Mode, Seite 97 bis Analogue Bi-position Mode, Seite 121.

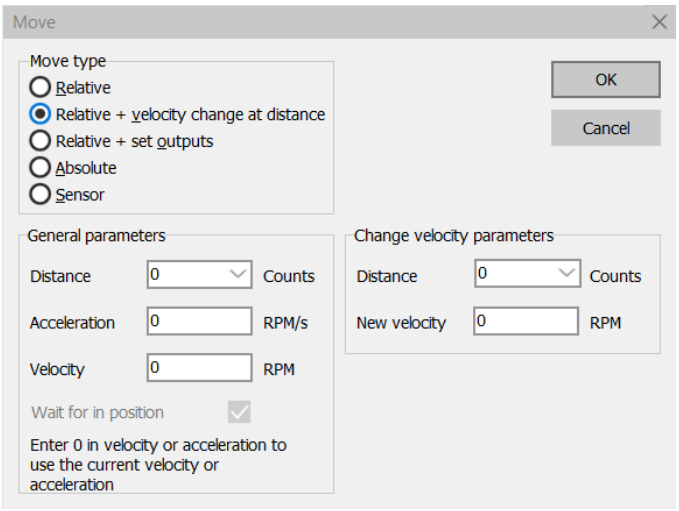
9.5.9 Bewegungsbefehle

Symbol:	
Funktion:	Der *Move-Befehl* bietet mit fünf verschiedenen Bewegungsarten große Flexibilität. Jede Bewegungsart wird in einem eigenen Abschnitt beschrieben.

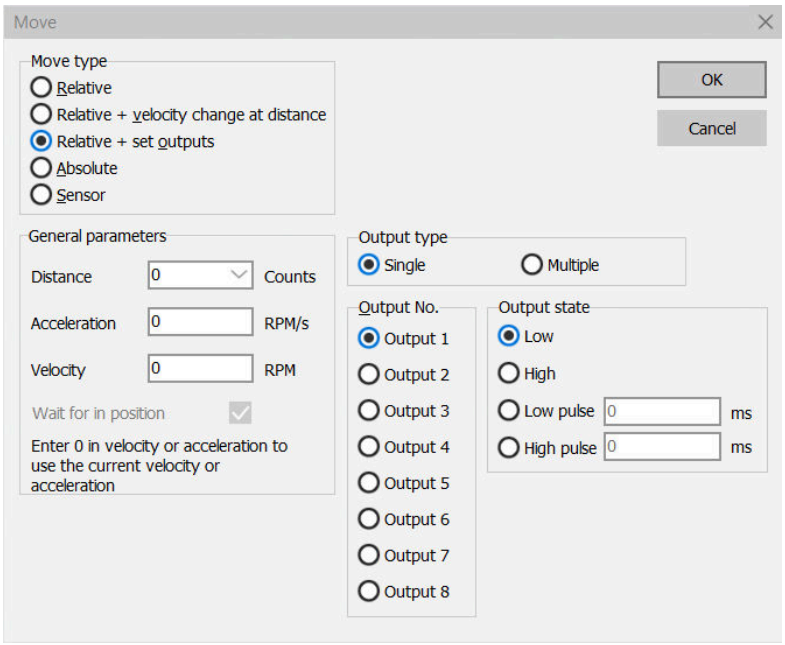
9.5.10 Move Relative

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Bewegt den Motor relativ zu seiner aktuellen Position. Die Strecke wird in Encoder-Counts angegeben und kann direkt eingegeben oder aus drei Speicherregistern (P1–P3, Reg 49–53) des Motors übernommen werden. Weitere Informationen finden Sie bei den Befehlen „Save position“ und „Set position“. Wird im Befehl eine Drehzahl und/oder Beschleunigung angegeben, werden Velocity (Reg 5) und/oder Acceleration (Reg 6) mit dem eingegebenen Wert überschrieben. P1 (Reg 49) wird durch diesen Befehl immer überschrieben. Ist „Wait for in position“ aktiviert, wartet das Programm bis zum Abschluss der Bewegung, bevor die nächste Programmzeile ausgeführt wird. Ist die Option nicht aktiviert, startet das Programm die Bewegung und führt unmittelbar danach den nächsten Befehl aus. Der Motor beendet die Bewegung selbstständig, sofern er keinen Befehl zum Stoppen oder Verfahren auf eine andere Position erhält.

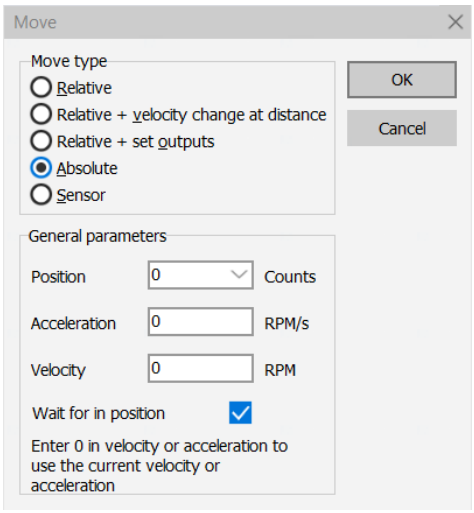
9.5.11 Move (Relative + velocity change at a distance)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Führt eine Motorbewegung relativ zur aktuellen Position aus, ändert die Drehzahl jedoch nach einer festgelegten Strecke. *Der Abstand unter „General* parameters“ ist die gesamte Fahrstrecke; die Drehzahl wird nach der unter „Change *velocity parameters“ angegebenen* Strecke geändert. Der zweite Wert muss daher kleiner als der erste sein. Die Strecke wird in Encoder-Counts angegeben und kann direkt eingegeben oder aus drei Speicherregistern (P1–P3, Reg 49–53) des Motors übernommen werden. Weitere Informationen finden Sie bei den Befehlen „Save position“ und „Set position“. Wird im Befehl eine Drehzahl und/oder Beschleunigung angegeben, werden Velocity (Reg 5) und/oder Acceleration (Reg 6) mit dem eingegebenen Wert überschrieben. P1 (Reg 49) wird durch diesen Befehl immer überschrieben. Bei diesem Befehl wartet das Programm immer bis zum Abschluss der Bewegung, bevor der nächste Befehl ausgeführt wird.

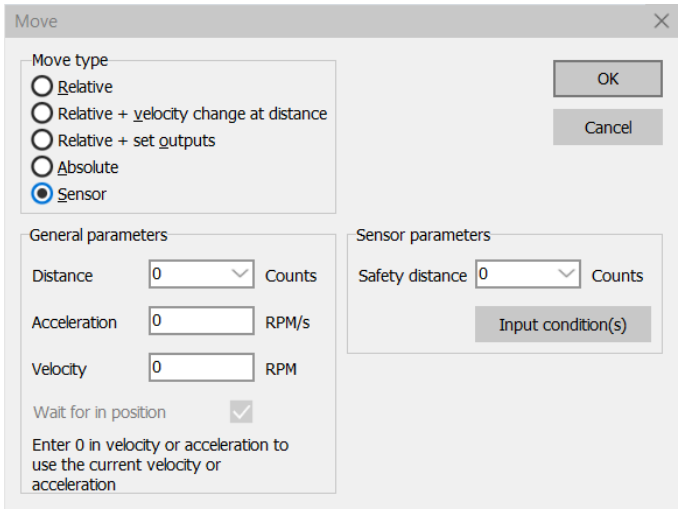
9.5.12 Move (Relative + set outputs)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Führt eine Motorbewegung relativ zur aktuellen Position aus und schaltet nach Abschluss der Bewegung einen oder mehrere Ausgänge ein. Die Strecke wird in Encoder-Counts angegeben und kann direkt eingegeben oder aus drei Speicherregistern (P1–P3, Reg 49–53) des Motors übernommen werden. Weitere Informationen finden Sie bei den Befehlen „Save position“ und „Set position“. Wird im Befehl eine Drehzahl und/oder Beschleunigung angegeben, werden Velocity (Reg 5) und/oder Acceleration (Reg 6) mit dem eingegebenen Wert überschrieben. P1 (Reg 49) wird durch diesen Befehl immer überschrieben. Bei diesem Befehl wartet das Programm immer bis zum Abschluss der Bewegung, bevor der nächste Befehl ausgeführt wird.

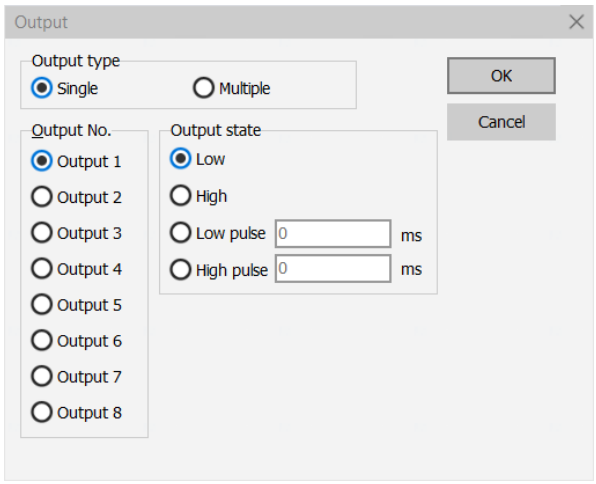
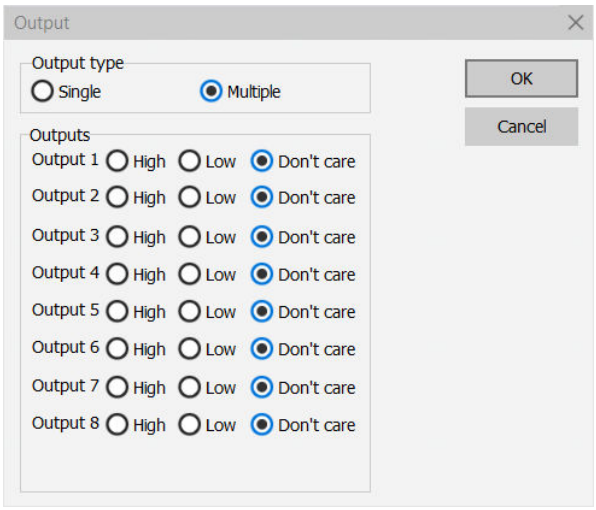
9.5.13 Move (Absolute)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Fährt auf eine absolute, nicht relative Position. Der Motor fährt exakt auf die angegebene Position. Die Position wird in Encoder-Counts angegeben und kann direkt eingegeben oder aus drei Speicherregistern (P1–P3, Reg 49–53) des Motors übernommen werden. Weitere Informationen finden Sie bei den Befehlen „Save position“ und „Set position“. Wird im Befehl eine Drehzahl und/oder Beschleunigung angegeben, werden Velocity (Reg 5) und/oder Acceleration (Reg 6) mit dem eingegebenen Wert überschrieben. P1 (Reg 49) wird durch diesen Befehl immer überschrieben. Ist „Wait for in position“ aktiviert, wartet das Programm bis zum Abschluss der Bewegung, bevor die nächste Programmzeile ausgeführt wird. Ist die Option nicht aktiviert, startet das Programm die Bewegung und führt unmittelbar danach den nächsten Befehl aus. Der Motor beendet die Bewegung selbstständig, sofern er keinen Befehl zum Stoppen oder Verfahren auf eine andere Position erhält.

9.5.14 Move (Sensor)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Führt eine Bewegung in die durch einen positiven oder negativen Drehzahlwert vorgegebene Richtung aus. Der Motor fährt, bis eine Eingangsbedingung erfüllt ist, und bewegt sich anschließend noch um die angegebene Strecke, bevor er stoppt. Unabhängig davon, ob die Eingangsbedingung erfüllt wird, fährt der Motor nicht weiter als die angegebene Die Strecke wird in Encoder-Counts angegeben und kann direkt eingegeben oder aus drei Speicherregistern (P1–P3, Reg 49–53) des Motors übernommen werden. Weitere Informationen finden Sie bei den Befehlen „Save position“ und „Set position“. Wird im Befehl eine Drehzahl und/oder Beschleunigung angegeben, werden Velocity (Reg 5) und/oder Acceleration (Reg 6) mit dem eingegebenen Wert überschrieben. P1 (Reg 49) wird durch diesen Befehl immer überschrieben. Bei diesem Befehl wartet das Programm immer bis zum Abschluss der Bewegung, bevor der nächste Befehl ausgeführt wird.

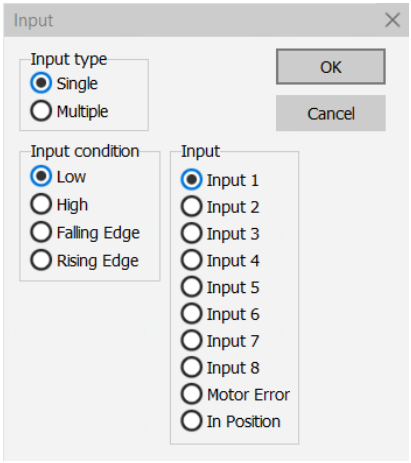
9.5.15 Ausgänge setzen

Symbol:	
Dialog:	 
Funktion:	Setzt einen oder mehrere Ausgänge. Beim Setzen eines einzelnen Ausgangs kann die Länge eines Low-/High-Pulses in Millisekunden angegeben werden. Beim Setzen mehrerer Ausgänge kann der Zustand jedes Ausgangs festgelegt werden. „Don't care" lässt den Ausgang in seinem aktuellen Zustand.

9.5.16 Unbedingter Sprung

Symbol:	
Funktion:	Springt zu einer anderen Programmzeile. Nach Auswahl dieses Befehls muss die Zielzeile gewählt werden. Die Ausgangszeile, in der der Befehl platziert ist, wird in einem Textfeld neben dem Cursor angezeigt. Die nächste angeklickte Zeile wird als Sprungziel verwendet.

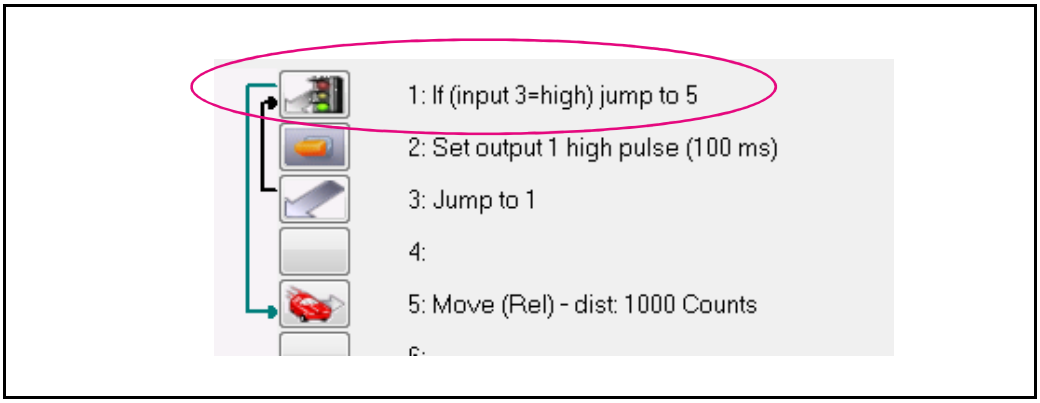
9.5.17 Bedingter Sprung (ein Eingang)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Springt zur angegebenen Programmzeile, wenn die angegebene Eingangsbedingung erfüllt ist. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird die nächste Programmzeile ausgeführt. Ist bei „Input type“ die Option „Single“ gewählt, kann der Sprung durch vier Zustände ausgelöst werden: Eingang Low, Eingang High, Übergang zu Low (fallende Flanke) oder Übergang zu High (steigende Flanke). Wird ein Flankenwechsel gewählt, speichert die Firmware diesen und erkennt ihn bei der nächsten Ausführung des Befehls unabhängig davon, wann er aufgetreten ist. Nach Auswahl der Eingangsbedingung muss die Zielzeile gewählt werden. Die Ausgangszeile wird in einem Textfeld neben dem Cursor angezeigt. Die nächste angeklickte Zeile wird als Sprungziel verwendet.

Beispiele finden Sie auf der folgenden Seite.

Beispiel 1 für bedingten Sprung - Sprung über Eingangspegel gesteuert
Im folgenden Programmbeispiel wird der Befehl in Zeile 1 verwendet. Das Programm springt zu Zeile 5, wenn Eingang *3* aktiv ist, also mit Spannung versorgt wird.

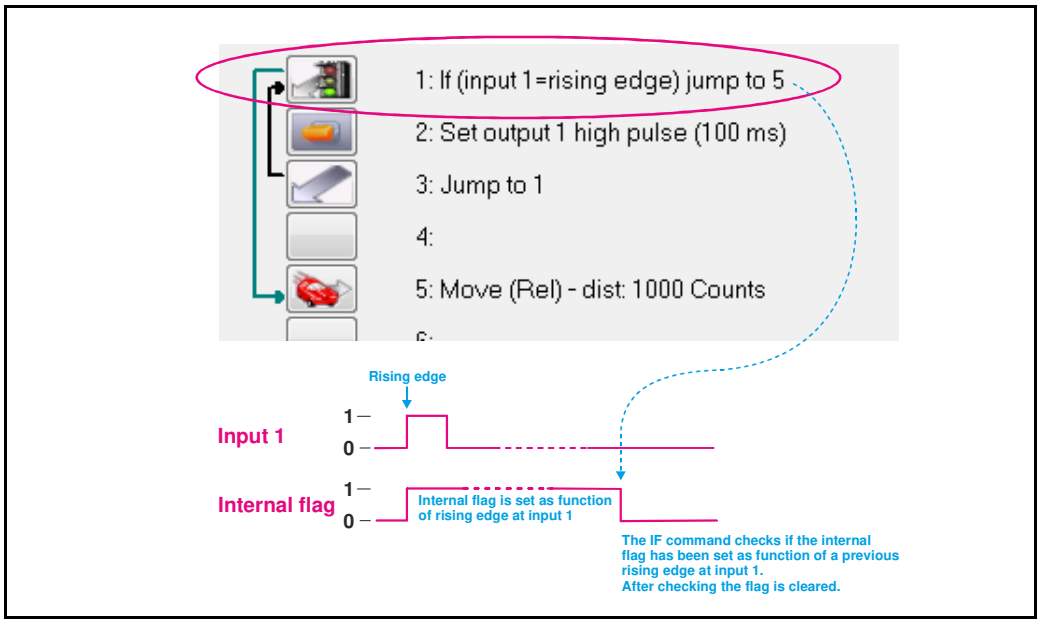
Ist *Eingang* 3 beim Ausführen des Befehls nicht aktiv, fährt das Programm mit Zeile 2 fort.



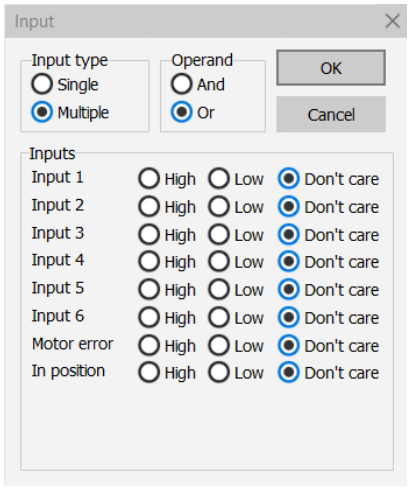
Beispiel 2 für bedingten Sprung - Sprung über Eingangsflanke gesteuert
Im folgenden Programmbeispiel wird der Befehl in Zeile 1 verwendet. Das Programm springt zu Zeile 5, wenn *Eingang* 3 von inaktiv (0) nach aktiv (1) gewechselt hat.

Die Funktion verwendet ein internes Flag, das bei Erkennung einer steigenden Flanke, also eines gespeicherten Übergangs von inaktiv nach aktiv, gesetzt wird.

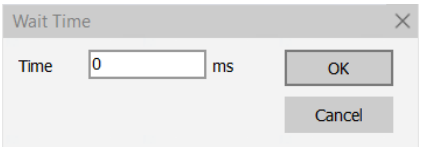
Wird kein Wechsel erkannt, fährt das Programm mit Zeile 2 fort.



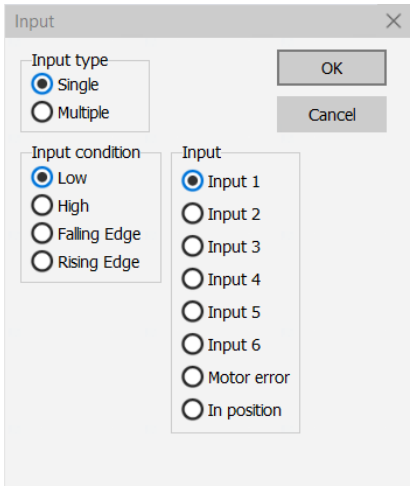
9.5.18 Bedingter Sprung (mehrere Eingänge)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Springt zur angegebenen Programmzeile, wenn die angegebene Eingangsbedingung erfüllt ist. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird die nächste Programmzeile ausgeführt. Ist bei „Input type“ die Option „Multiple“ gewählt, können abhängig von ihrem Zustand High oder Low mehrere Eingänge den Sprung auslösen. „Don’t care“ ignoriert den Zustand des jeweiligen Eingangs. Ist „Operand“ auf „And“ gestellt, müssen alle Eingänge dem gewählten Zustand entsprechen. Bei „Or“ wird der Sprung ausgelöst, sobald ein Eingang dem gewählten Zustand entspricht. Nach Auswahl der Eingangsbedingung muss die Zielzeile gewählt werden. Die Ausgangszeile wird in einem Textfeld neben dem Cursor angezeigt. Die nächste angeklickte Zeile wird als Sprungziel verwendet.

9.5.19 Vor Fortsetzung (x) ms warten

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Unterbricht das Programm für die angegebene Zeit in Millisekunden und fährt anschließend fort. Wertebereich: 0 bis 32767 ms. **HINWEIS:** Dieser Befehl überschreibt das Register „Timer 1“.

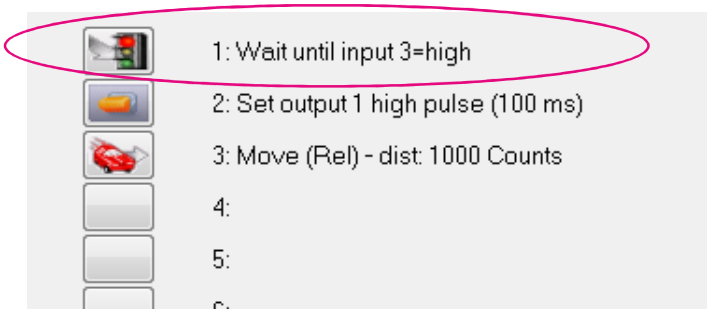
9.5.20 Vor Fortsetzung auf eine Eingangskombination warten (ein Eingang)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Wartet auf das Eintreten einer angegebenen Eingangsbedingung. Die nächste Programmzeile wird erst ausgeführt, nachdem die Eingangsbedingung erfüllt wurde. Ist bei „Input type“ die Option „Single“ gewählt, kann auf einen von vier Zuständen gewartet werden: Eingang Low, Eingang High, Übergang zu Low (fallende Flanke) oder Übergang zu High (steigende Flanke). Wird ein Flankenwechsel gewählt, speichert die Firmware diesen und erkennt ihn bei der nächsten Ausführung des Befehls unabhängig davon, wann er aufgetreten ist. Die Eingänge werden alle 50 Mikrosekunden abgetastet.

Beispiele finden Sie auf der folgenden Seite.

Beispiel 1 für bedingtes Warten - auf Eingangspegel warten
Im folgenden Programmbeispiel wird der Befehl in Zeile 1 verwendet.
Das Programm wartet, bis Eingang *3 aktiv* ist, also mit Spannung versorgt wird.

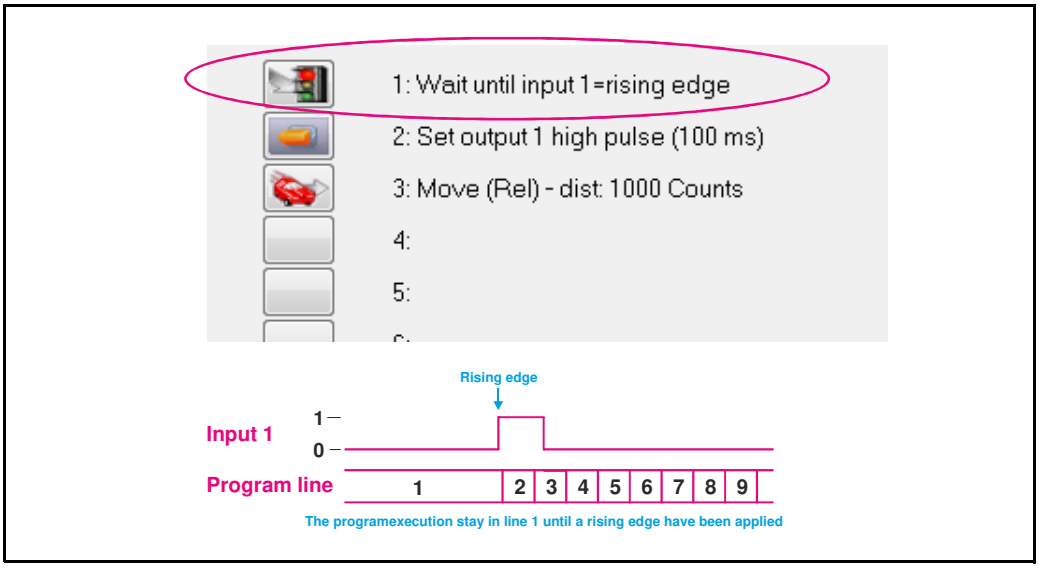
Ist *Eingang* 3 beim Ausführen des Befehls nicht aktiv, bleibt das Programm in Zeile 1, bis er aktiv wird.



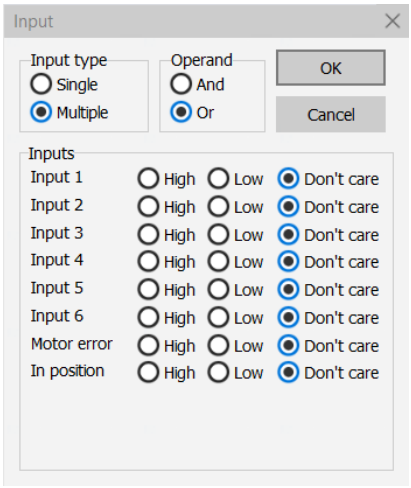
Beispiel 2 für bedingtes Warten - auf Eingangsflanke warten
Im folgenden Programmbeispiel wird der Befehl in Zeile 1 verwendet. Das Programm bleibt stehen, bis Eingang 1 von inaktiv (0) auf aktiv (1) gewechselt hat.

Die Funktion verwendet ein internes Flag, das bei Erkennung einer steigenden Flanke, also eines gespeicherten Übergangs von inaktiv nach aktiv, gesetzt wird.

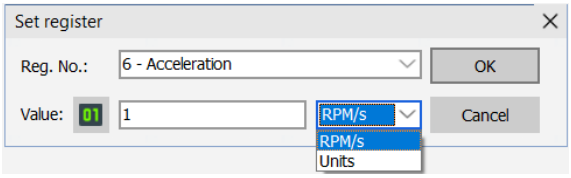
Wird kein Wechsel erkannt, wartet das Programm weiter.



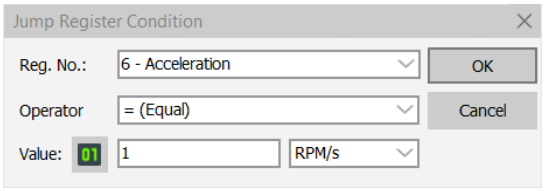
9.5.21 Vor Fortsetzung auf eine Eingangskombination warten (mehrere Eingänge)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Wartet auf die angegebenen Eingangszustände. Die nächste Programmzeile wird erst ausgeführt, nachdem die Eingangsbedingungen erfüllt wurden. Ist bei „Input type“ die Option „Multiple“ gewählt, können abhängig von ihrem Zustand High oder Low mehrere Eingänge das Warten beenden. „Don’t care“ ignoriert den Zustand des jeweiligen Eingangs. Ist „Operand“ auf „And“ gestellt, müssen alle Eingänge dem gewählten Zustand entsprechen. Bei „Or“ endet das Warten, sobald ein Eingang dem gewählten Zustand entspricht. Die Eingänge werden alle 50 Mikrosekunden abgetastet.

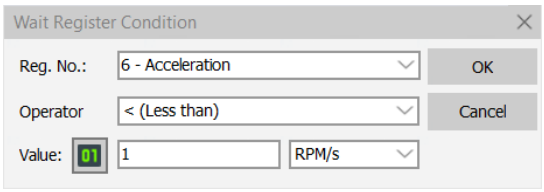
9.5.22 Registerwert setzen

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Setzt ein ausgewähltes Register auf einen angegebenen Wert. Das Register kann aus einer Liste der für den Anwender zugänglichen Register ausgewählt werden. Der Wert kann durch Auswahl im Dropdown-Menü entweder in MacTalk-Einheiten (z. B. U/min, U/min/s) oder in nativen Motoreinheiten (z. B. Counts, Units) eingegeben werden.

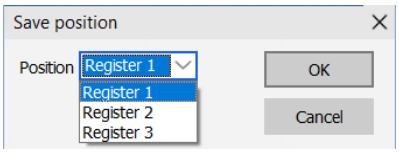
9.5.23 Sprung abhängig von einem Register

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Springt zur angegebenen Programmzeile, wenn die angegebene Registerbedingung erfüllt ist. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird die nächste Programmzeile ausgeführt. Die Bedingung wird durch Auswahl eines Registers, eines Operators und eines Werts definiert. Das Register kann aus der Liste der für den Anwender zugänglichen Register ausgewählt werden. Der Operator wird aus dem Dropdown-Menü gewählt; verfügbar sind unter anderem gleich (=), kleiner als (<), kleiner oder gleich (<=) und ungleich (<>). Der Wert kann in MacTalk-Einheiten, z. B. U/min oder U/min/s, oder in nativen Motoreinheiten wie Counts bzw. Units eingegeben werden. Nach Auswahl der Eingangsbedingung muss die Zielzeile gewählt werden. Die Ausgangszeile wird in einem Textfeld neben dem Cursor angezeigt. Die nächste angeklickte Zeile wird als Sprungziel verwendet.

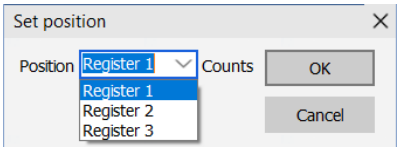
9.5.24 Vor Fortsetzung auf Registerwert warten

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Wartet, bis die angegebene Registerbedingung erfüllt ist. Die nächste Programmzeile wird erst ausgeführt, nachdem die Bedingung erfüllt wurde. Die Bedingung wird durch Auswahl eines Registers, eines Operators und eines Werts definiert. Das Register kann aus der Liste der für den Anwender zugänglichen Register ausgewählt werden. Der Operator wird aus dem Dropdown-Menü gewählt; verfügbar sind unter anderem gleich (=), kleiner als (<), kleiner oder gleich (<=) und ungleich (<>). Der Wert kann in MacTalk-Einheiten, z. B. U/min oder U/min/s, oder in nativen Motoreinheiten wie Counts bzw. Units eingegeben werden.

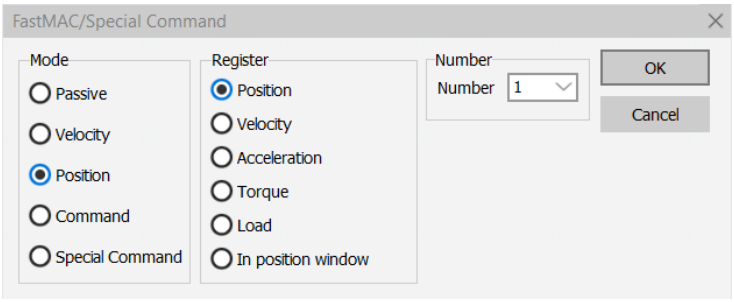
9.5.25 Position speichern

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Speichert die aktuelle Position *Actual position* (Reg 10) in einem von drei dafür vorgesehenen Positionsregistern: Position Reg 1 (Reg 49), Position Reg 2 (Reg 51) oder Position Reg 3 (Reg 53). Register x = Actual position. Die gespeicherten Positionen können in Bewegungsbefehlen oder im Befehl „Set *position" verwendet* werden.

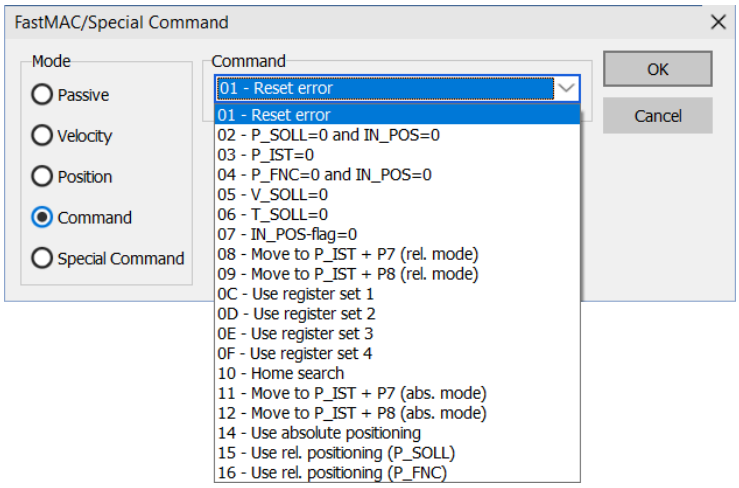
9.5.26 Position setzen

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Setzt die aktuelle Position Actual position (Reg 10) auf den Wert eines der drei dafür vorgesehenen Positionsregister: Position Reg 1 (Reg 49), Position Reg 2 (Reg 51) oder Position Reg 3 (Reg 53). Actual position = Register x. Dieser Befehl ist die Umkehrfunktion von „Save position".

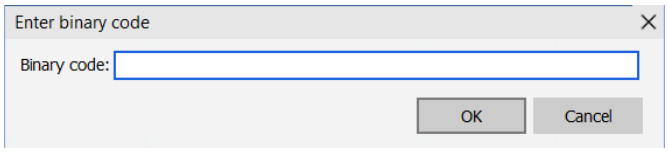
9.5.27 FastMAC-Befehl senden (Betriebsart ändern und Register aktivieren)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	FastMac-Befehle ermöglichen verschiedene Aufgaben. Hier werden die Funktionen zum Wechseln der Betriebsart und Aktivieren eines Registers beschrieben. Wird *„Passive“*, „Velocity“ *oder* „Position“ *gewählt,* kann mit einem einzigen Befehl die Betriebsart eingestellt und ein Register auf den Wert eines Anwenderregisters gesetzt werden. Die Ausführungszeit ist geringer als bei mehreren Einzelbefehlen für dieselbe Aufgabe. Durch Auswahl von *Mode,* Register *und* Number *kann* der Motor in eine Betriebsart versetzt und das gewählte Register auf den gewählten Wert gesetzt werden. Die Anwenderregister sind Register 49–88 und befinden sich auf *der Registerkarte* „Registers“ in MacTalk; dort können ihre Werte ebenfalls eingestellt werden. Der im Bild dargestellte Befehl versetzt den Motor beispielsweise in Position Mode und setzt Requested position (Reg 3) auf den in Position Reg 1 (Reg 49) gespeicherten Wert.

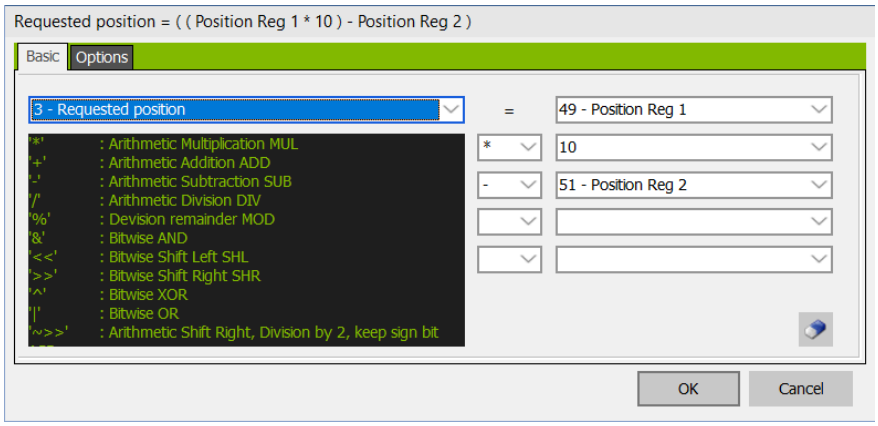
9.5.28 FastMac-Befehl senden (Befehl)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Mit FastMac-Befehlen kann der Anwender verschiedene Aufgaben ausführen. Hier wird die Funktion zum Senden von Befehlen Wenn *der Modus* „Command“ *oder „Special* command“ gewählt ist, wechselt der Motor die Betriebsart nicht, kann jedoch verschiedene Aktionen ausführen. Dazu gehören unter anderem das Rücksetzen von Fehlern, das Aktivieren einer Referenzfahrt, das Synchronisieren der Position und das Aktivieren von Anwenderregistersätzen (z. B. Sollposition auf Position Reg 1 (Reg 49), Drehzahl auf Velocity Reg 1 (Reg 65), Beschleunigung auf Acceleration Reg 1 (Reg 73), Drehmoment auf Torque Reg 1 (Reg 77), Last auf Load Reg 1 (Reg 81) und In-Position-Fenster auf In position window 1 (Reg 85), wenn Satz 1 gewählt ist).

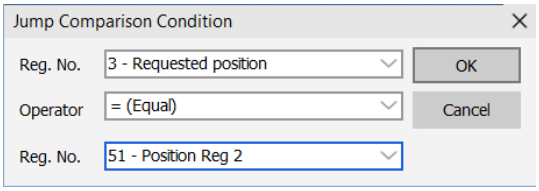
9.5.29 Binärbefehl

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	**Nur für fortgeschrittene** Anwender. Ermöglicht das Senden spezieller Binärbefehle. Alle im ePLC konfigurierten Befehle werden in einem kompakten Binärformat an den Motor gesendet und dort interpretiert. Mit diesem Befehl kann der Anwender beliebige Befehle in Binärcode an den Motor senden. Diese Funktion ist ausschließlich für Sonderfälle vorgesehen, die von den übrigen Befehlen nicht abgedeckt werden. Wenden Sie sich in diesem Fall an JVL.

9.5.30 Rechner (Basis)

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Führt Berechnungen mit Registerwerten und/oder Zahlenwerten mithilfe von 11 verschiedenen Operatoren aus. Das Ergebnis der Berechnung wird in dem ausgewählten, in der Abbildung blau markierten Register gespeichert. In der Titelleiste des Fensters wird der resultierende Ausdruck angezeigt. Auf der Registerkarte „Options“ kann zwischen „Numbered list with long MacTalk names“ und „Simple list with short firmware names“ umgeschaltet werden. Damit kann der Anwender für die Registernamen zwischen der MacTalk- und der Firmware-Nomenklatur wechseln. Beispielsweise kann zwischen „3 Requested position“ und „P_SOLL“ gewählt werden; beide Bezeichnungen stehen für Requested position (Reg 3). **HINWEIS:** Die mit diesem Befehl in Registern gespeicherten Werte verwenden die nativen Motoreinheiten. Beispielsweise wird die Drehzahl in der nativen Motoreinheit (16 x Counts pro Abtastung) und nicht in U/min gespeichert. In anderen Befehlen wie „Set a register“, „Jump *according to a register“ und „Wait for register value* before *continuing“ erfolgt die Umrechnung automatisch.*

9.5.31 Sprung abhängig von einem Vergleich

Symbol:	
Dialog:	
Funktion:	Springt zur angegebenen Programmzeile, wenn die Vergleichsbedingung erfüllt ist. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird die nächste Programmzeile ausgeführt. Die Bedingung besteht aus einem Register, einem Operator und einem weiteren Register. Das Register kann aus einer Liste der für den Anwender zugänglichen Register ausgewählt werden. Der Operator wird aus einem Dropdown-Menü gewählt und umfasst unter anderem gleich (=), kleiner als (<), kleiner oder gleich (<=) und ungleich (<>). Der Befehl verwendet native Motoreinheiten (beispielsweise 16 x Counts pro Abtastung statt U/min bei Drehzahlen). Daher sollten nur Register mit gleichen Einheiten verglichen werden. Nach Auswahl der Eingangsbedingung muss die Zielzeile gewählt werden. Die Ausgangszeile wird in einem Textfeld neben dem Cursor angezeigt. Die nächste angeklickte Zeile wird als Sprungziel verwendet.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

9.6 Motor-Firmware aktualisieren

Die Firmware im Motor kann jederzeit mit MacTalk direkt über das Internet aktualisiert werden.
Es wird empfohlen, stets die neueste für den verwendeten MAC-Motor verfügbare Firmwareversion einzusetzen, da sie die neuesten Funktionen enthält und erkannte Fehler möglicherweise bereits korrigiert wurden. Nachfolgend wird die Aktualisierung der Firmware beschrieben.

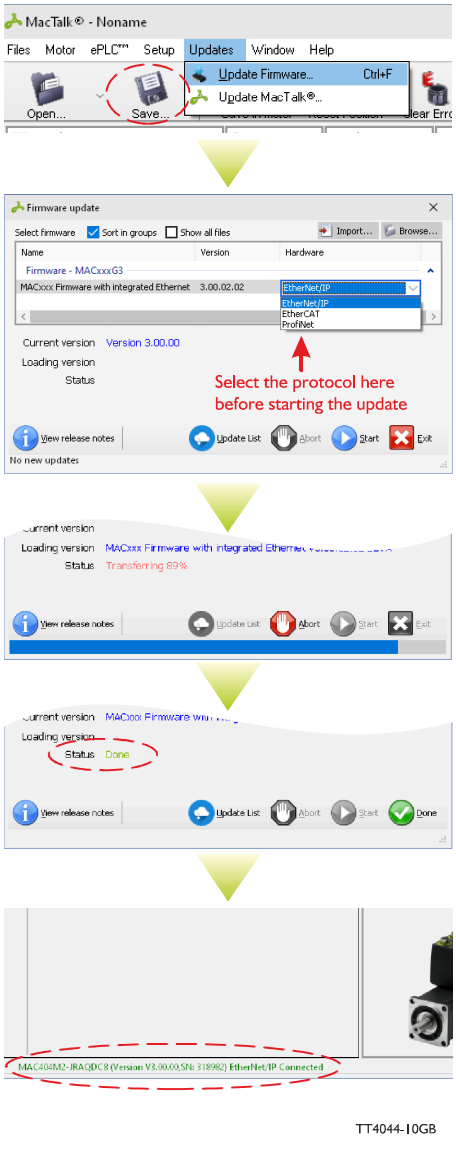
Step 1
The firmware update will erase the existing user setup of the motor. Use the Save button to save the existing setup before updating the motor. Then choose the *Update Firmware* in the *Updates* menu.

Step 2
The first list shown is only the newest firmwares related to the actual motor connected.
If the Ethernet option is present a list of protocols is also shown. Choose the right protocol from list.
To see all files also older versions enable the checkbox *"Show all files"*.
Select the right firmware, «Firmware MACxxxG3».
Press *Start* to download the selected firmware.
The progress counter will now rise from 0 to 100%.

Step 3
When the download process is finished, the status shows *"Done"*.

Step 4
The on-line information shown in the lower right side of the MacTalk main window will now show the complete type of firmware and version.

The firmware update is now fully completed. Please remember that the settings of the motor is set back to default. But can be reinstalled by opening the user setup file made initially in this update sequence.



TT4044-10GB

Hinweis: Einige ältere Produkte starten nach Betätigen der oben dargestellten Schaltfläche „Start" möglicherweise nicht. Schalten Sie in diesem Fall die Versorgung aus, warten Sie 5 Sekunden und schalten Sie sie wieder ein. Die Aktualisierung sollte anschließend starten.

10 Anhang

10.1 Technische Daten

10.1.1 Allgemeine technische Daten für alle MAC-Motoren Generation III

Produkttyp	
Technologie und Konzept	Bürstenloser AC-Servomotor mit integriertem magnetischem Encoder und 3-phasigem Servoverstärker/Controller
Communication	
Basiskommunikation (alle Modelle)	Zweck: Überwachung, Parametrierung und dynamische Änderung interner Parameter während des Motorbetriebs. Schnittstellentyp: 2-Draht-RS485, Modbus, 115,2 kbit/s (115,2 kBaud). Adressbereich 1-254.
Industrial Ethernet - optional	Aktuell verfügbar: EtherNet/IP, PROFINET, EtherCAT, Modbus TCP. Demnächst: POWERLINK.
Betriebsarten	
Verfügbare Betriebsarten	Position Mode, Velocity Mode, Homing Mode, Gear Mode (Folgen eines externen Encoders), Torque Mode, Verschiedene Betriebsarten werden über den Analogeingang oder externe I/Os gesteuert. Siehe Beschreibung der Betriebsarten in einem anderen Kapitel dieser Bedienungsanleitung.
Rückführung / Auflösung:	
Auflösung des internen inkrementellen Encoders	8192 Counts pro Motorumdrehung. Höhere Auflösungen sind auf Anfrage möglicherweise verfügbar.
Absoluter Multiturn-Encoder - optional	Auflösung ±262144 Umdrehungen.
Encoder-Technologie	Magnetisch und Energy Harvesting (keine Batterie und keine Mechanik = lange Lebensdauer)
Servoregler	
Reglertechnologie	Filter 6. Ordnung; abhängig vom Lastträgheitsmoment muss lediglich ein Lastträgheitsfaktor eingestellt werden.
Abtastrate (Aktualisierungsfrequenz)	Standard 1,0 ms (1000 Hz), optional 1,3 ms, 2,0 ms oder 2,6 ms.
Verstärker-Regelsystem	Sinusförmige Stromregelung mit PWM. Abtastrate 10 kHz und PWM-Schaltfrequenz 10 kHz.
Sicherheitsfunktionen - optional	
Art der Sicherheit und Sicherheitsniveau	STO-Eingang (physischer Eingang) gemäß SIL3 - TÜV-Zertifizierung ausstehend. Unterstützung funktionaler Sicherheitsprotokolle: PROFIsafe - in Entwicklung / CIP Safety - geplant / FSoE - geplant. Verschiedene FuSa-Funktionen für eine Freigabe 2026 in Entwicklung, beispielsweise **„Stopping functions“:** STO, SS1-t, SS2-t. **„Monitoring functions“:** SS1-r, SOS, SS2-r, SLS, SSM, SDI, SLP. **„Output functions“: SBC.** Alle erfüllen SIL3 / PLe.
Digitale Auflösungen und Bereiche	
Positionierun g	Positionsbereich ±2.147.483.648 (±2^31) Counts (Standard). ±134.217.728 (±2^27) Counts, wenn die G2-Kompatibilität mit x16-Skalierung aktiviert ist.
Drehzahl	Drehzahlbereich nominal ±3000 U/min. Die Abschaltschwelle des Überdrehzahlschutzes ist motortypabhängig (3600-4300 U/min) - siehe die Datentabellen der einzelnen Motoren. Die interne Einheit entspricht bei Werkseinstellung: **0,45776 U/min** (1,0-ms-Abtastrate) bzw. **0,35211 U/min** (1,3-ms-Abtastrate). Bei aktiviertem „High resolution mode“ gilt für die interne Drehzahleinheit: **0,0071526 U/min** (Abtastzeit 1,0 ms) bzw. **0,0055018 U/min** (Abtastzeit 1,3 ms) Genauigkeit: ±0,005 % (±50 ppm) bei einer Umgebungstemperatur von 0–40 °C. Drehzahlabhängigkeit von Schwankungen der Versorgungsspannung = ±0,0 % (kein Einfluss)
Beschleunigungsbereich	Standard: 458–732422 U/min/s (Abtastzeit 1,0 ms) bzw. 271–433353 U/min/s (Abtastzeit 1,3 ms). Bei aktiviertem „High resolution mode“ beträgt der Bereich 7,15–732422 U/min/s (Abtastzeit 1,0 ms) bzw. 4,23–433353 U/min/s (Abtastzeit 1,3 ms).
Motordrehmome nt	Auflösung bei interner Regelung = 10 Bit = 1024 Schritte (0-300 % Drehmoment). Auflösung bei Regelung über Analogeingang: 10 Bit ohne Vorzeichen. Ein Vorzeichen kann durch Addition eines Werts im Eingangs-Offsetregister ANINP_OFFSET (Reg 171) erzeugt werden. Skalierung: Drehmoment 100 % = Motor-Nennlast. 300 % = volles Spitzendrehmoment des Motors (höchstes erzeugbares Drehmoment). Genauigkeit der Drehmomentregelung 10 % bei 20 °C (Reproduzierbarkeit)
Digitale I/Os - optional	
Zweck und Funktion	Allgemein für digitale Ein- oder Ausgangssignale verwendbar, beispielsweise externe Sensoren oder das Ansteuern externer Magnetventile usw.
Anzahl I/Os	Bis zu 8 I/Os (einschließlich 4 Analogeingängen). Jeder Kanal kann als Eingang oder Ausgang verwendet werden.
Aktivierungspegel Eingang	Bei Verwendung als Digitaleingang: Logisch Low = max. 2,5 V / Logisch High = min. 2,6 V.
Ausgangsstrom	Bei Verwendung als Digitalausgang: bis zu 350 mA Ausgangsstrom je Ausgang bei 24 V. Kurzschlussfest.
Multifunktions-I/Os - optional	
Zweck und Funktion	Dualer RS422-Port; verwendbar als Eingang für einen externen Encoder, als Ausgang des internen Encoders oder zur Datenkommunikation.
Max. Frequenz/Datenrate	Eingangsfrequenz 0-8 MHz (8 Mbit/s). Mit Eingangsfilter 0-1 MHz (1 Mbit/s).
Analogeingänge - optional	
Zweck und Funktion	Kann zur Steuerung von Drehzahl, Drehmoment oder beliebigen anderen internen Motorparametern parametriert werden.
Anzahl Eingänge	Bis zu 4 Eingänge. Beachten Sie, dass diese sich die Anschlüsse mit den bis zu 8 digitalen I/Os teilen.
Auflösung	12-Bit-ADC. Registerskalierung 204,8 Counts/V (5,00 V = 1024 Counts), entsprechend 10 Bit über den spezifizierten Bereich 0,00-5,00 V. Der Wandler sättigt bei 1536 Counts (7,5 V). Nicht galvanisch getrennt.
Eingangsspannungsbereich	Nenn-Eingangsspannung IN1 bis IN4 (optionsabhängig). Spannungsbereich 0,00 bis 5,00 V DC (unipolar). Gegen Überspannung bis 30 V Spitze geschützt.
Eingangsoffset und Impedanz	Offset typisch ±50 mV und Eingangsimpedanz gegen Masse = 30 kOhm bei 0-5 V (siehe Analoge Eingänge, Seite 44).
Sonstiges	
Elektromechanische Bremse - optional Standard-drehrichtung	Die Bremse wird automatisch aktiviert, wenn der Motor passiv ist oder die Welle nicht in Position halten kann, beispielsweise bei einem Fehler.
Standarddrehrichtung	Positive Richtung -> Motorwelle dreht im Uhrzeigersinn (von der Wellenseite betrachtet). Kann über einen Motorparameter invertiert werden.
Schutzfunktionen LED-Anzeigen - alle Motortypen	Fehlerrückverfolgung, Überlast (I^2T) - Last überschreitet den zulässigen Wert zu lange, Following Error, Function Error, regenerative Überlast (Überspannung), Positionsgrenze überschritten, Fehler im Flash-Speicher, Unterspannung, Überstrom, zu hohe Temperatur und viele weitere.
Ableitstrom gegen Erde	Der Motor ist mit 5 zweifarbigen LEDs ausgestattet. Erläuterungen siehe LED-Kapitel. Die LED-Funktion hängt von den installierten Motoroptionen ab.
Ableitstrom gegen Erde	Ableitstrom gegen Erde: weniger als 3 mA bei 50/60 Hz
Schutzart	IP55 (Standard) oder IP66 (erweitert)
Zertifizierungen und Zulassungen	1: Automatische *Referenzfahrt* mit an einem Eingang angeschlossenem Sensor (2 Varianten). 2: Mechanisches *Homing* ohne Sensor (drehmomentgeregelt)
Betriebs-/Lagertemperatur und Luftfeuchtigkeit	Entspricht den CE-Vorschriften - EU-Konformitätserklärung siehe Anhang dieser Bedienungsanleitung. UL-Datei: ausstehend.
Betriebs-/Lagertemperatur und Luftfeuchtigkeit	Umgebung 0 bis +40 °C (32-104 °F) / Lagerung ohne Versorgung: -20 bis +85 °C (-4 bis 185 °F). Luftfeuchtigkeit max. 90 %, nicht kondensierend. Temperaturabschaltung mit Fehlermeldung bei 95 °C (203 °F).

10.1 Technische Daten

Rot dargestellte Daten werden derzeit von der JVL-Entwicklungsabteilung geprüft.

10.1.2 Individuelle technische Daten je Motorgröße/-typ

Nachfolgend finden Sie Datentabellen für die einzelnen Typen und Motorgrößen der MAC-Motorfamilie Generation III.

Daten nur für MAC404			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC404-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC404-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	400 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	1,27 Nm / 3,8 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	0,52 kg/cm²	0,54 kg/cm²
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 245 / Fa 74 N	
	Länge	170 mm ±2 mm	206 mm ±2 mm
	Gewicht	2 kg	2,4 kg
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	2,03 / 1,23 ms	2,03 / 1,26 ms
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T6,3 A bei 230 V AC oder T10 A bei 115 V AC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Regenerativer Power Dump (Bremswiderstandsschaltung)	Intern 4 W Mittelwert / externer Ausgang 25 A Spitze	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	**JA** - Haltemoment >2 Nm
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	< ±0,5 Grad
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	noch festzulegen dB(A)
	Zeitverhalten: Lösen / Aktivieren	(nicht relevant)	50 / 20 ms.
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 4000 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >4300 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	115 oder 230 V AC (±10 %), 47-63 Hz für den Leistungskreis. 18-32 V DC für den Steuerkreis. Einschaltstrom <5 A bei 115/230 V AC. Leistungsaufnahme bei 115-230 V AC bis 470 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC404M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC404M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Frontflansch: 60 x 60 mm. Wellendurchmesser Ø14 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

Daten nur für MAC604			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC604-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC604-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	600 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	1,91 Nm / 5,73 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	0,84 kg/cm²	0,86 kg/cm²
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 245 / Fa 74 N	
	Länge	188 mm ±2 mm	224 mm ±2 mm
	Gewicht	noch festzulegen kg	noch festzulegen kg
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	4,86 / 1,10 ms	4,86 / 1,15 ms
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T8 A bei 230 V AC oder T15 A bei 115 V AC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Regenerativer Power Dump (Bremswiderstandsschaltung)	Intern 4 W Mittelwert / externer Ausgang 25 A Spitze	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	**JA** - Haltemoment >2 Nm
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	< ±0,5 Grad
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	noch festzulegen dB(A)
	Zeitverhalten: Lösen / Aktivieren	(nicht relevant)	50 / 20 ms.
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 3400 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >3600 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	115 oder 230 V AC (±10 %), 47-63 Hz für den Leistungskreis. 18-32 V DC für den Steuerkreis. Einschaltstrom <5 A bei 115/230 V AC. Leistungsaufnahme bei 115-230 V AC bis 705 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC604M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC604M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Frontflansch: 60 x 60 mm. Wellendurchmesser Ø14 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

10.1 Technische Daten

Daten nur für MAC802			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC802-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC802-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	750 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	2,39 Nm / 7,17 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	1,36 kg/cm²	noch festzulegen kg/cm²
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 392 / Fa 147 N	
	Länge	157 mm ±2 mm	noch festzulegen mm ±2 mm
	Gewicht	noch festzulegen kg	noch festzulegen kg
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	2,03 / 1,23 ms	2,03 / 1,26 ms
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T80 A bei 24 V DC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Kein interner Bremswiderstand	Bei Bedarf externes Bremswiderstandsgerät verwenden	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	**JA**
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	< ±1 Grad
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	noch festzulegen dB(A)
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 3400 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >4000 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	12-48 V DC für den Leistungskreis. **Für Nenndrehzahl** und Nennleistung sind 24 V DC erforderlich. Bei einer Versorgung unter 24 V DC wird die Maximaldrehzahl proportional reduziert. Sekundärversorgung 18-32 V DC für den Steuerkreis (Klemme CVI). Leistungsaufnahme bei 24 V DC bis 880 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC802M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC802M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Front: 80 x 80 mm. Wellendurchmesser Ø19 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

Daten nur für MAC804			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC804-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC804-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	750 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	2,39 Nm / 7,17 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	1,63 kg/cm²	1,73 kg/cm²
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 392 / Fa 147 N	
	Länge	188 mm ±2 mm	227 mm ±2 mm
	Gewicht	noch festzulegen kg	noch festzulegen kg
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	4,6 / 0,96 ms	4,6 / 1,02 ms
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T10 A bei 230 V AC oder T15 A bei 115 V AC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Regenerativer Power Dump (Bremswiderstandsschaltung)	Intern durchschnittlich 10 W / externer Ausgang 40 A Spitze	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	**JA**
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	< ±1 Grad
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	noch festzulegen dB(A)
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 3400 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >3600 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	115 oder 230 V AC (±10 %), 47-63 Hz für den Leistungskreis. 18-32 V DC für den Steuerkreis. Einschaltstrom <5 A bei 115/230 V AC. Leistungsaufnahme bei 115-230 V AC bis 880 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC804M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC804M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Frontflansch: 80 x 80 mm. Wellendurchmesser Ø19 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

Daten nur für MAC1004			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC1004-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC1004-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	1000 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	3,18 Nm / 9,55 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	1,81 kg/cm²	
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 392 / Fa 147 N	
	Länge	198 mm ±2 mm	
	Gewicht	3,8 kg	
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	4,44 / 0,94 ms	
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T10 A bei 230 V AC oder T15 A bei 115 V AC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Regenerativer Power Dump (Bremswiderstandsschaltung)	Intern 10 W im Mittel Externer Ausgang 40 A Spitze	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 3400 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >3600 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	115 oder 230 V AC (±10 %), 47-63 Hz für den Leistungskreis. 18-32 V DC für den Steuerkreis. Einschaltstrom <5 A bei 115/230 V AC. Leistungsaufnahme bei 115-230 V AC bis 1175 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1004M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1004M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Frontflansch: 80 x 80 mm. Wellendurchmesser Ø19 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

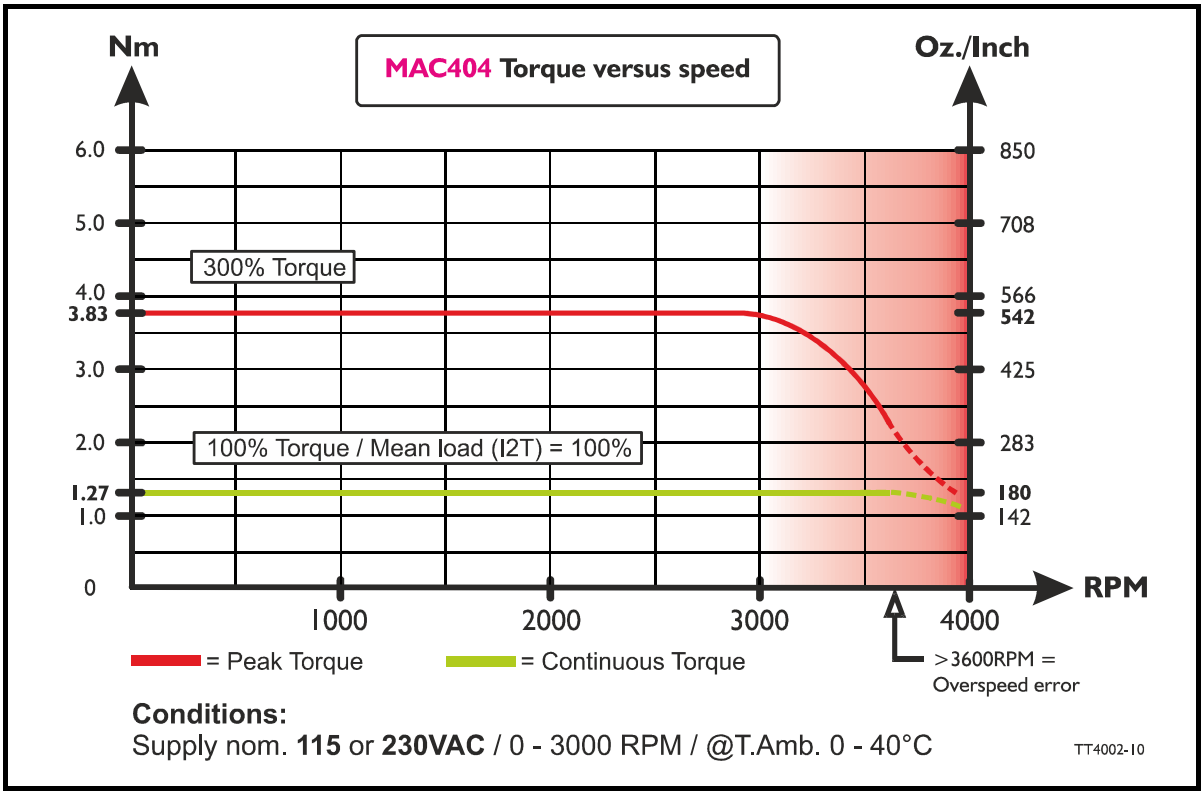
10.1 Technische Daten

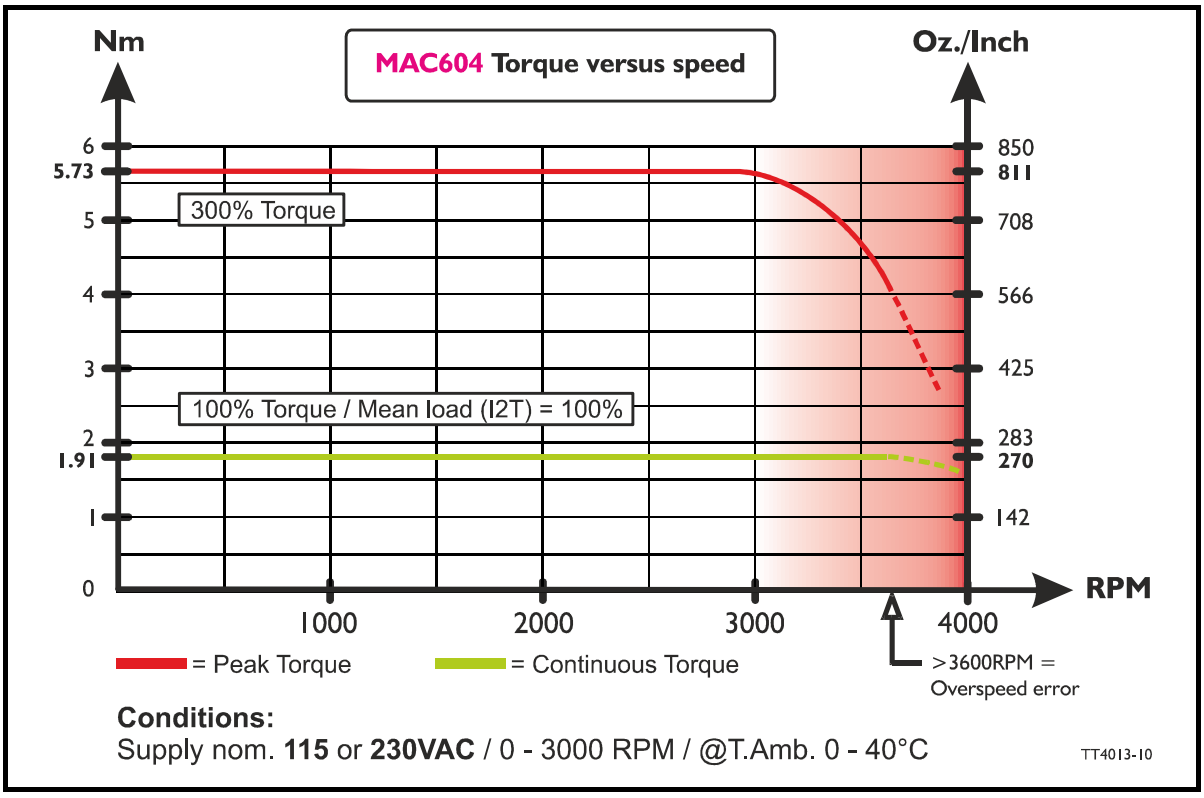
Daten nur für MAC1202			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC1202-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC1202-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	1200 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	3,82 Nm / 11,46 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	2,47 kg/cm²	noch festzulegen kg/cm²
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 392 / Fa 147 N	
	Länge	190 mm ±2 mm	224 mm ±2 mm
	Gewicht	noch festzulegen kg	noch festzulegen kg
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	9,2 / 0,96 ms	9,2 / noch festzulegen ms
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T100 A bei 24 V DC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Kein interner Bremswiderstand bzw. keine interne Bremswiderstandsschaltung	Bei Bedarf externes Bremswiderstandsgerät verwenden	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	**JA**
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	< ±1 Grad
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	noch festzulegen dB(A)
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 3400 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >4000 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	12-48 V DC für den Leistungskreis. **Für Nenndrehzahl** und Nennleistung sind 24 V DC erforderlich. Bei einer Versorgung unter 24 V DC wird die Maximaldrehzahl proportional reduziert. Sekundärversorgung 18-32 V DC für den Steuerkreis (Klemme CVI). Leistungsaufnahme bei 24 V DC bis 1400 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1202M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1202M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Front: 80 x 80 mm. Wellendurchmesser Ø19 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

Daten nur für MAC1403			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC1403-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC1403-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	1500 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	4,78 Nm / 14,33 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	3,15 kg/cm²	3,25 kg/cm²
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 392 / Fa 147 N	
	Länge	200 mm ±2 mm	237 mm ±2 mm
	Gewicht	4,0 kg	5,1 kg
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	10,3 / 0,85 ms	10,3 / noch festzulegen ms
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T50 A bei 48 V DC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Kein interner Bremswiderstand bzw. keine interne Bremswiderstandsschaltung	Bei Bedarf externes Bremswiderstandsgerät verwenden	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	**JA**
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	< ±1 Grad
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	noch festzulegen dB(A)
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 3400 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >4000 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	12-48 V DC für den Leistungskreis. **Für** Nenndrehzahl und Nennleistung sind 48 V DC erforderlich. Bei einer Versorgung unter 48 V DC wird die Maximaldrehzahl proportional reduziert. Sekundärversorgung 18-32 V DC für den Steuerkreis (Klemme CVI). Leistungsaufnahme bei 48 V DC bis 1760 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1403M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1403M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Front: 80 x 80 mm. Wellendurchmesser Ø19 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

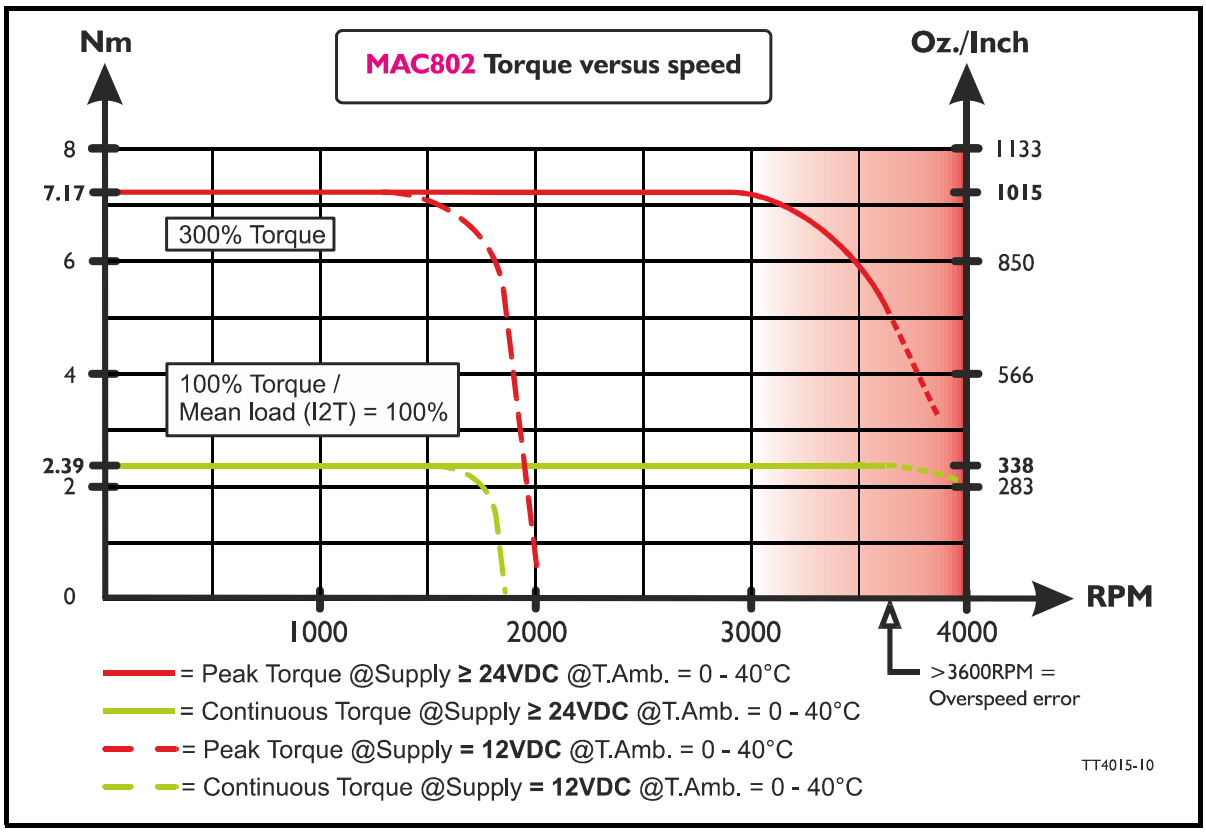
Daten nur für MAC1404			
Motordaten	Motor-Untertypen	**MAC1404-M2 bis M3** (ohne Bremse)	**MAC1404-M5 bis M6** (mit Bremse)
	Nennleistung bei 3000 U/min und Nenntemperatur	1500 W	
	Nenndrehmoment RMS / Spitzendrehmoment	4,78 Nm / 14,33 Nm	
	Trägheitsmoment (kg/cm²)	3,15 kg/cm²	3,25 kg/cm²
	Maximale Radial-/Axialkraft an der Motorwelle	Fr 335 / Fa 167 N	
	Länge	231 mm ±2 mm	268 mm ±2 mm
	Gewicht	noch festzulegen kg	noch festzulegen kg
	Elektrische / mechanische Motorzeitkonstante	7,44 / 0,76 ms	7,44 / 0,78 ms
Vorsicherung	Empfohlene Bemessung der angeschlossenen Vorsicherung	T12 A bei 230 V AC oder T20 A bei 115 V AC; bei Leitungsschutzschalter Klasse D verwenden	
Bremswiderstand	Regenerativer Power Dump (Bremswiderstandsschaltung)	Intern durchschnittlich 10 W / externer Ausgang 40 A Spitze	
Bremse - optional	Integrierte elektromagnetische Sicherheitsbremse	**NEIN**	**JA**
	Verdrehspiel bei aktivierter Bremse	(nicht relevant)	< ±1 Grad
	Geräuschpegel der Bremse (in 30 cm Abstand)	(nicht relevant)	noch festzulegen dB(A)
Drehzahlbereich	0-3000 U/min bei Nenndrehmoment (kurzzeitig max. 3400 U/min). Überdrehzahlschutz schaltet den Motor bei >3600 U/min ab.		
Eingangsspannungs-versorgung	115 oder 230 V AC (±10 %), 47-63 Hz für den Leistungskreis. 18-32 V DC für den Steuerkreis. Einschaltstrom <5 A bei 115/230 V AC. Leistungsaufnahme bei 115–230 V AC bis 1760 W im Mittel. Siehe auch Kapitel Spannungsversorgung, Seite 30. Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1404M2 oder M3 (ohne Bremse) = typisch 0,22 A bei 24 V DC (5,3 W). Typische Stromaufnahme der Steuerelektronik: MAC1404M5 oder M6 (mit Bremse) = typisch 0,54 A bei 24 V DC (13 W).		
Flansch und Welle	Front: 80 x 80 mm. Wellendurchmesser Ø19 mm - siehe auch Kapitel „Abmessungen“.		

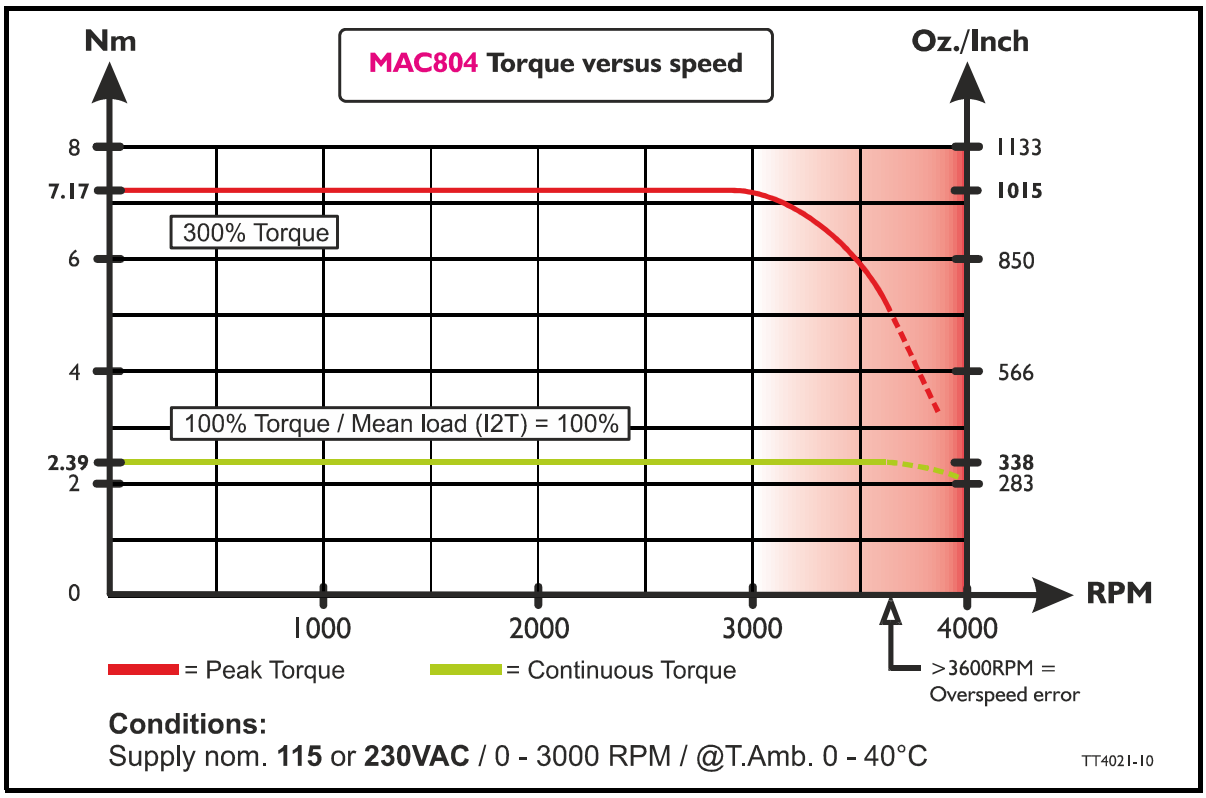
10.2 Drehmomentkennlinien



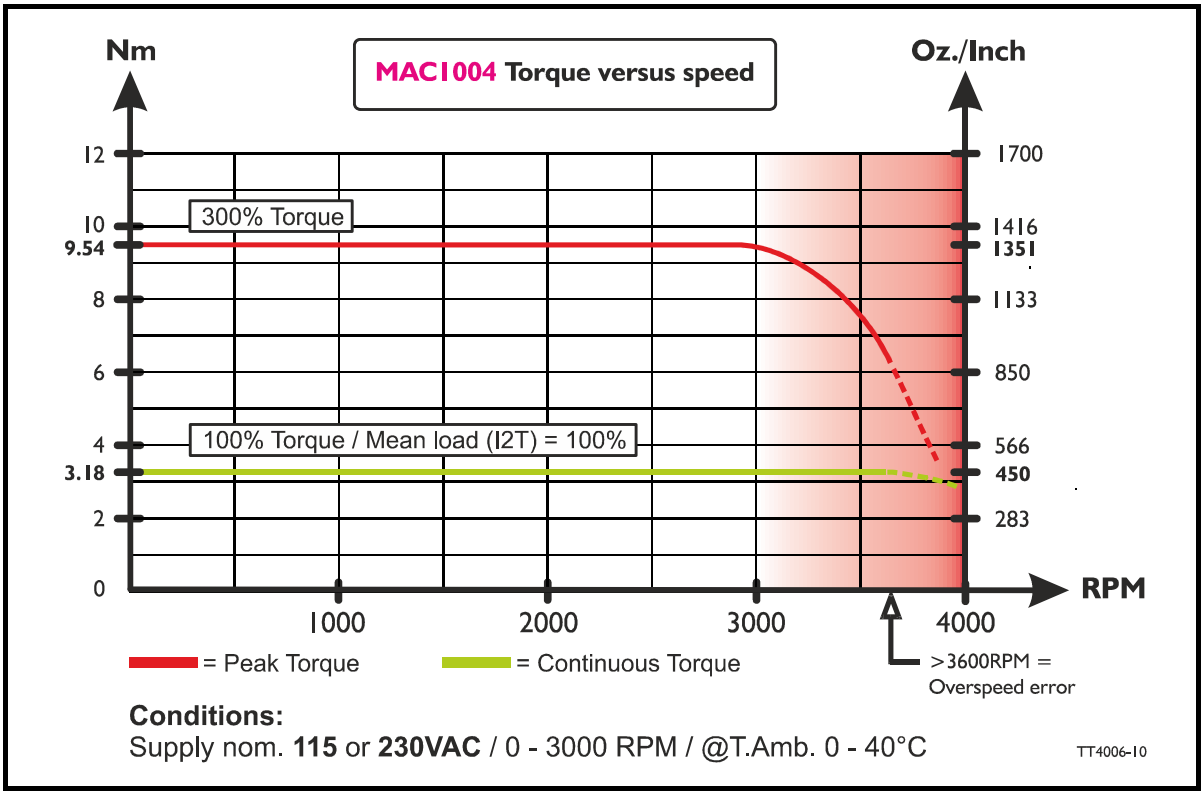


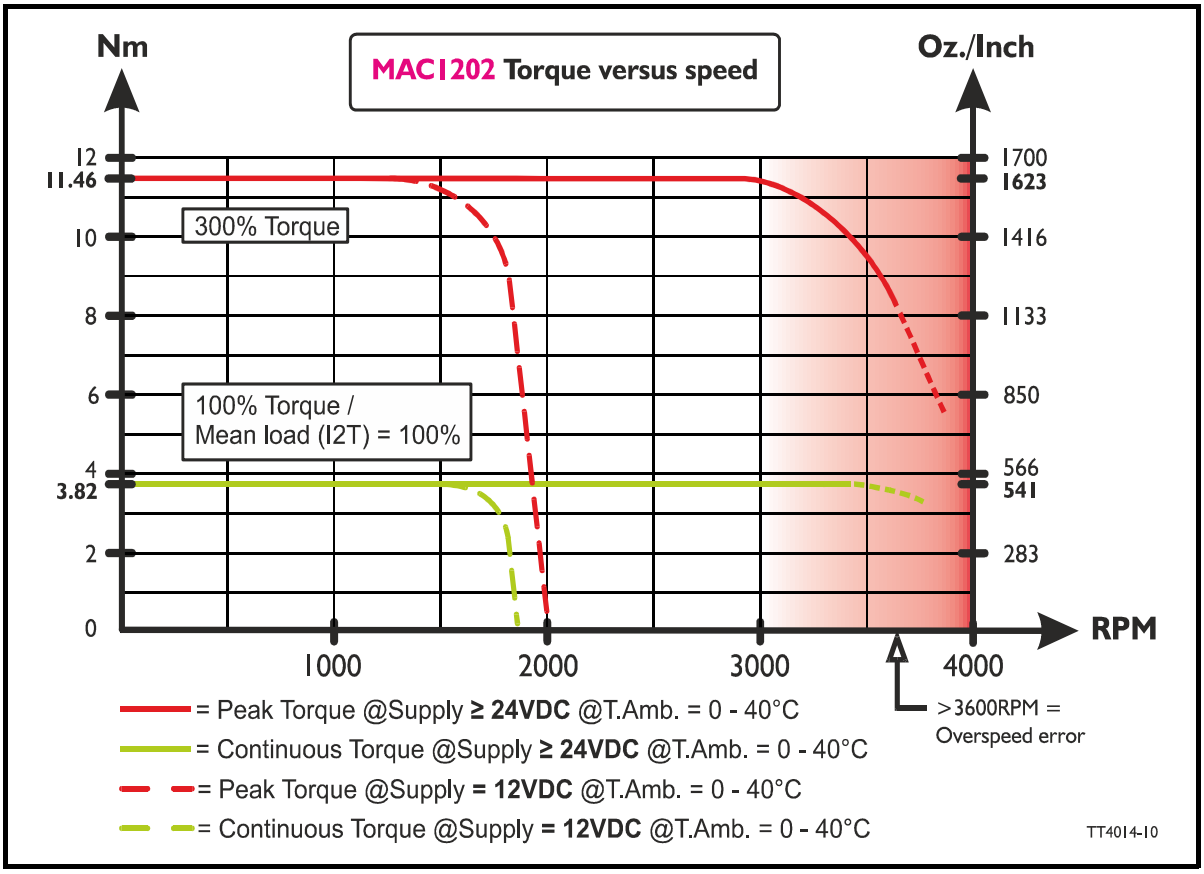
10.2 Drehmomentkennlinien



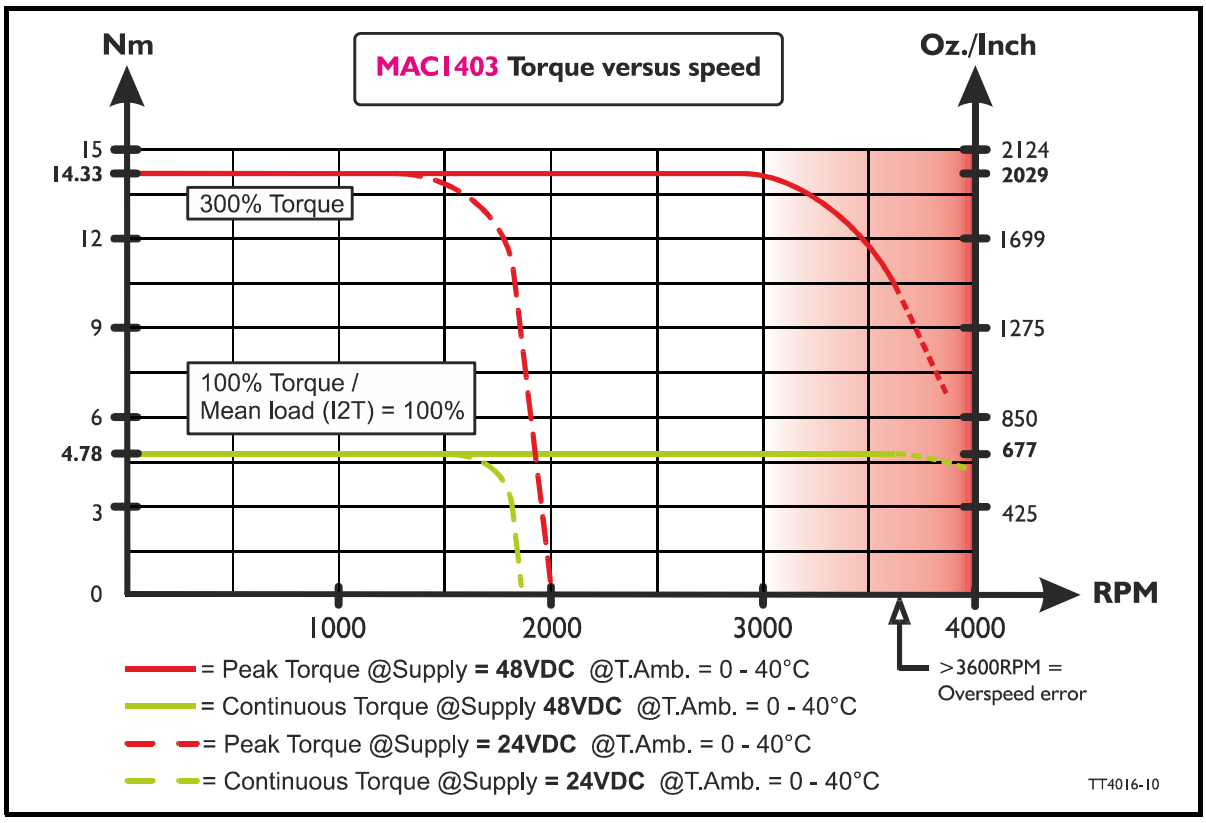


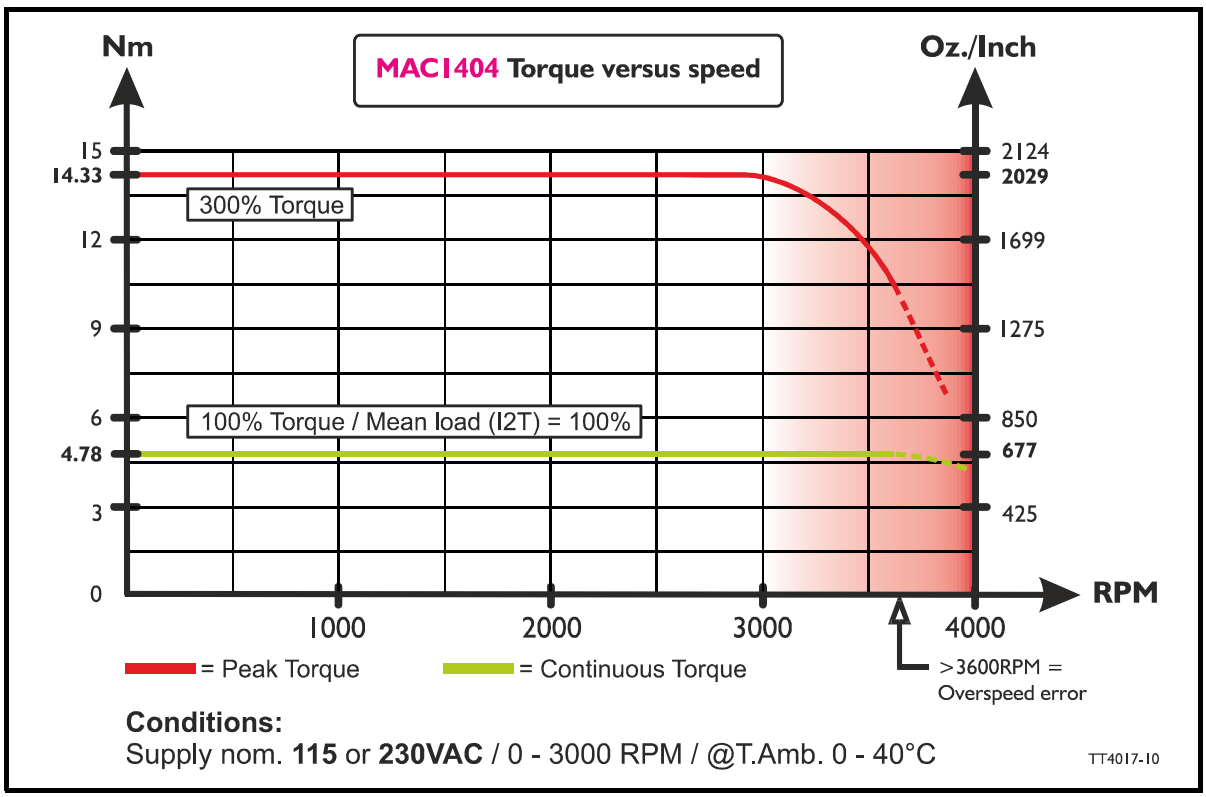
10.2 Drehmomentkennlinien





10.2 Drehmomentkennlinien

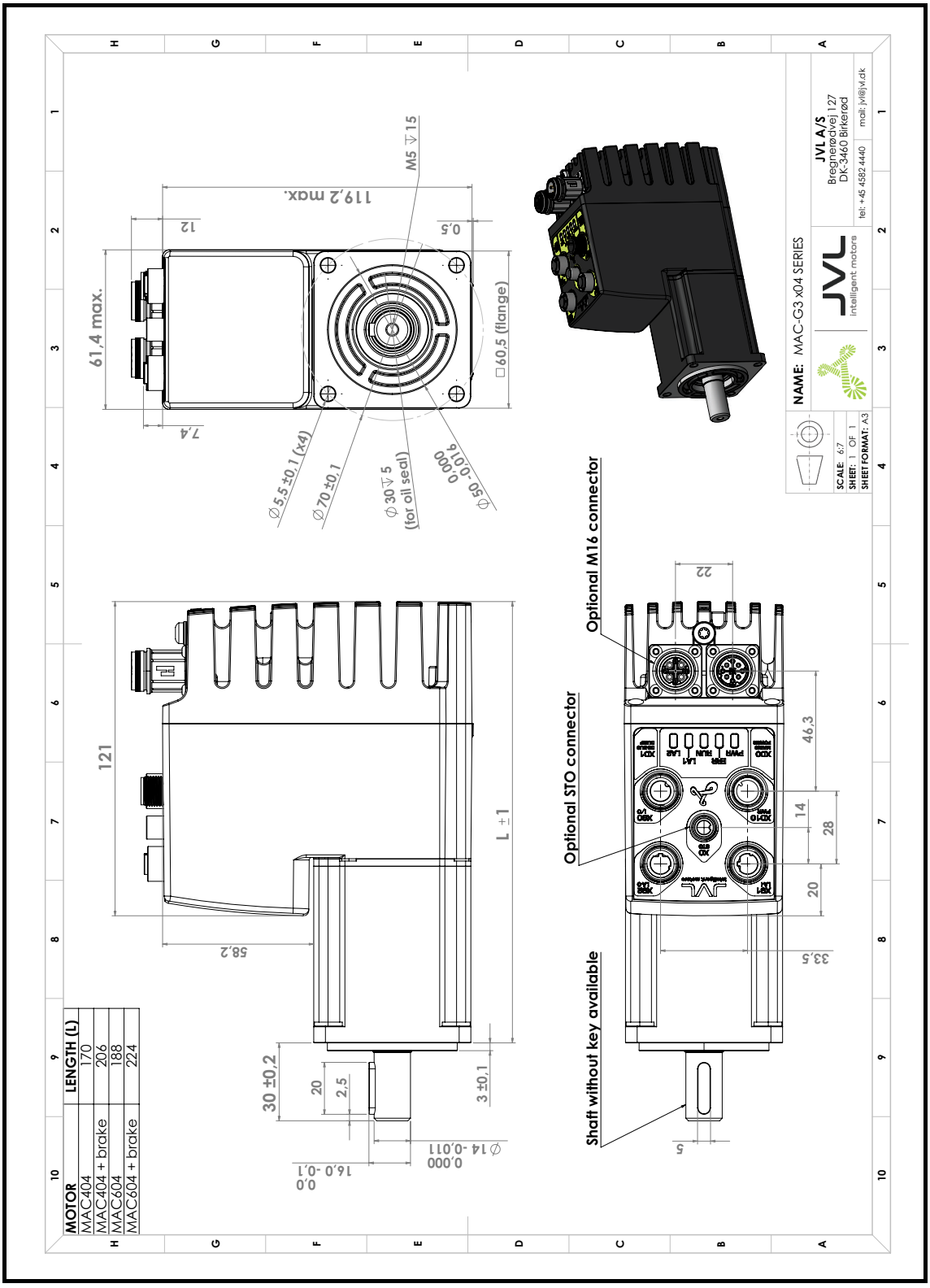




10.3 Abmessungen

Only MAC404 and 604

10.3.1 MAC404 und MAC604 - Abmessungen

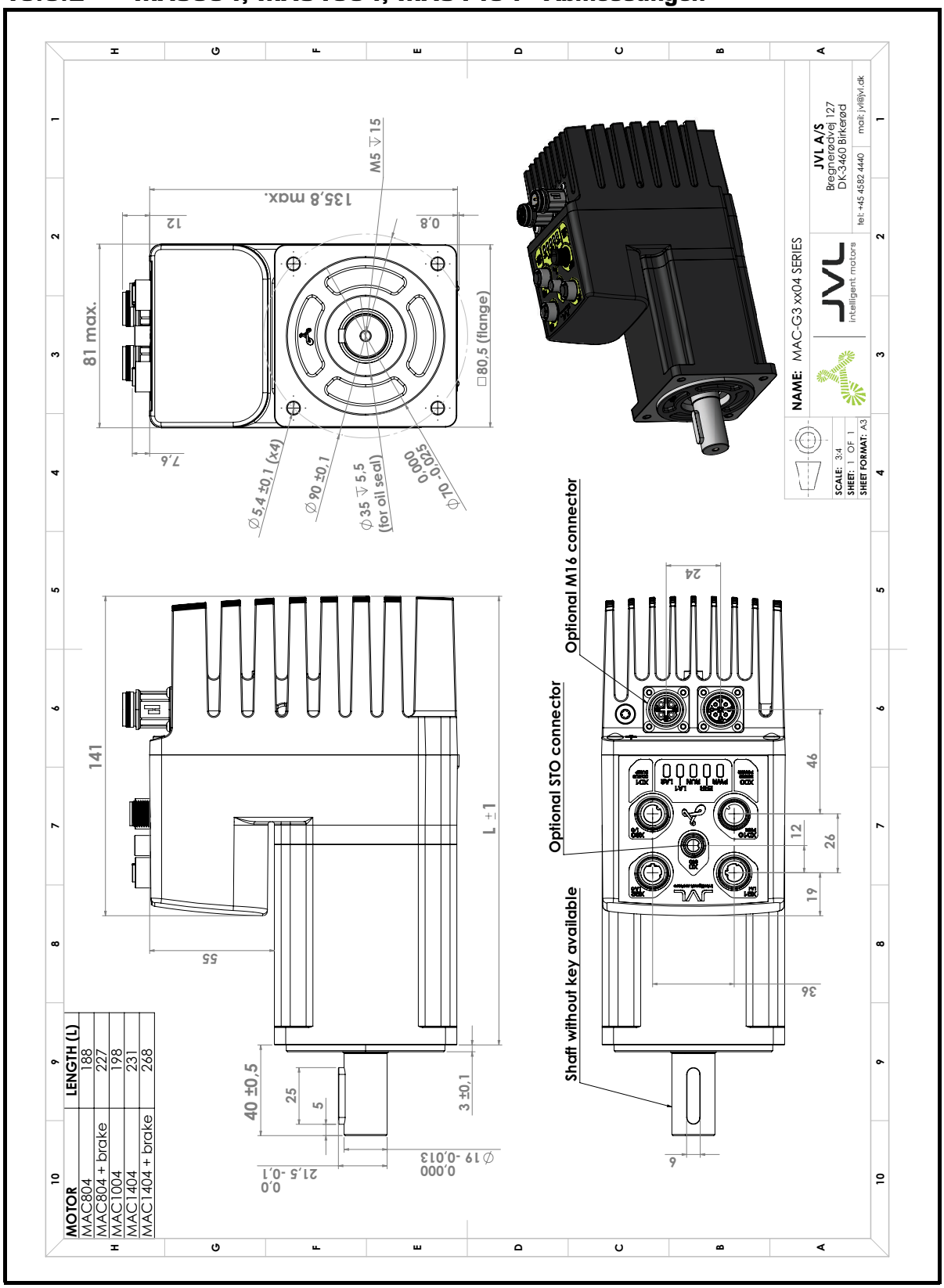


CAD-Zeichnungen herunterladen unter https://de.jvl.dk/1081/cad-files

10.3 Abmessungen

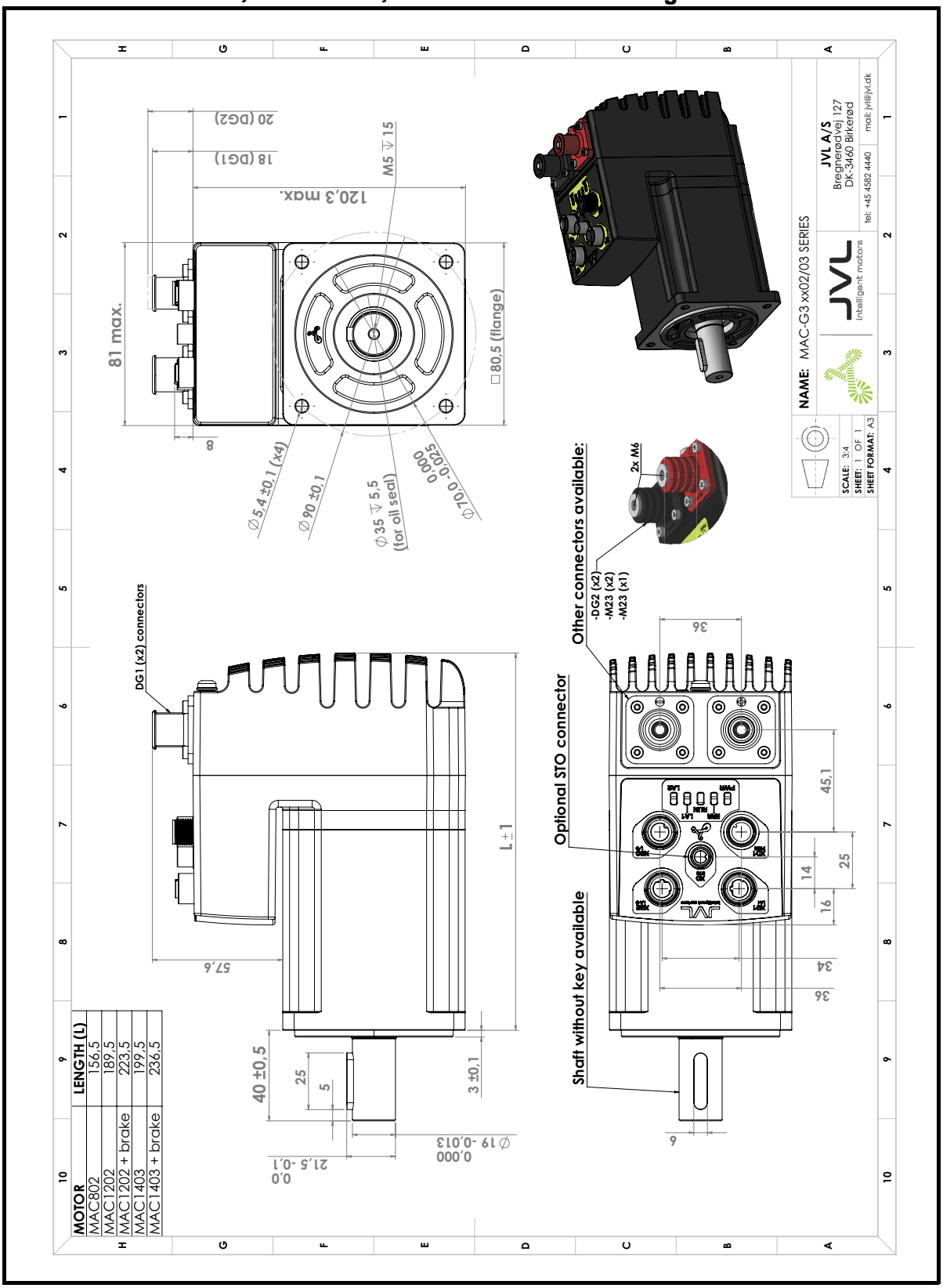
Only MAC08xx and 1xxx

10.3.2 MAC804, MAC1004, MAC1404 - Abmessungen



CAD-Zeichnungen herunterladen unter https://de.jvl.dk/1081/cad-files

10.3.3 MAC802, MAC1202, MAC1403 - Abmessungen



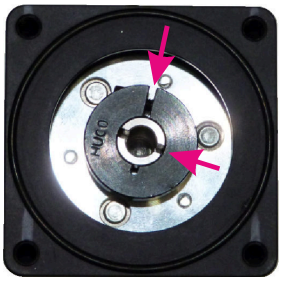
CAD-Zeichnungen herunterladen unter https://de.jvl.dk/1081/cad-files

10.4 Installationshinweise

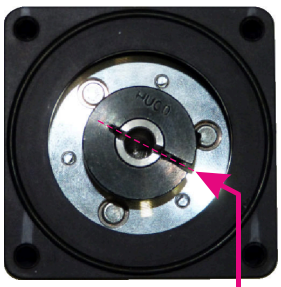
10.4.1 Montage eines Getriebes oder einer Bremse am Motor

Wenn ein Getriebe oder eine Bremse an der Vorderseite des Motors montiert wird, ist die richtige Vorgehensweise sehr wichtig. Eine falsche Montage kann Lebensdauer und Leistung des Motors sowie des Getriebes bzw. der Bremse erheblich reduzieren. Befolgen Sie die folgenden Schritte, damit die Montage korrekt ausgeführt wird.

1 Step 1 - Make sure that the shaft collar is oriented correctly in order to assure that the right tension around the motor shaft is possible.
Hint: Tighten the shaft collar gently just to keep it in the right position.

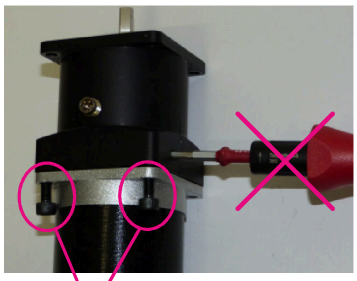


The inner and outer slit is NOT aligned. Make sure they are aligned as shown at right illustration



The inner and outer slit is aligned as they should.

2 Step 2 - Mount the gear or brake at the motor but make sure to fasten the 4 shaft bolt first before fastening the shaft collar.
Its recommended to use Locktite 278 in the threats to make sure that the bolts stay in place.



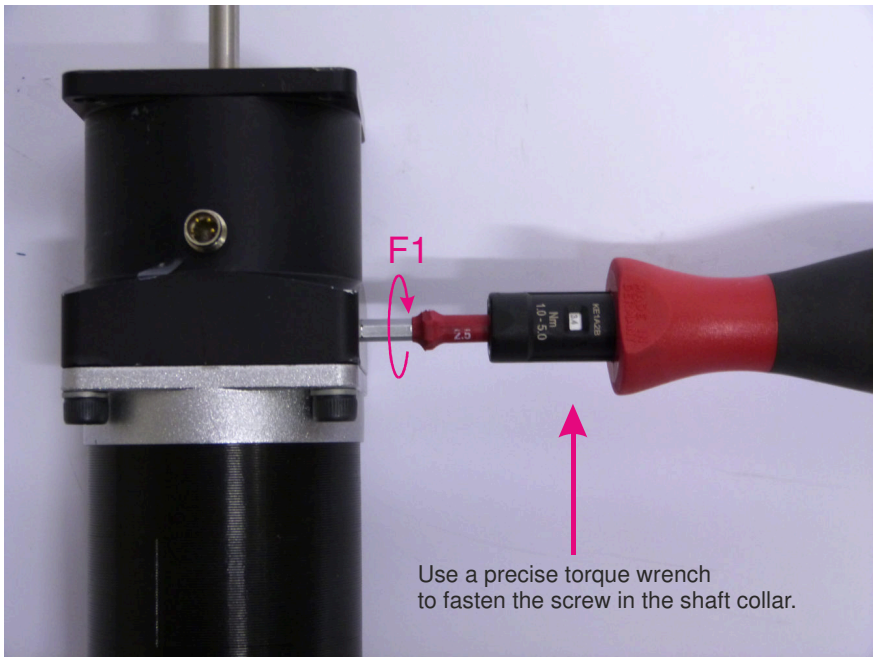
Do NOT tighten the shaft collar before the flange bolts are tightend



Flange bolts properly mounted and tightend.

TT1536-01GB

Step 3 - Final stage. Fasten the shaft collar with a torque of according to the scheme below.
Please notice that it can be fatal not to use the specified torque since the shaft may slip over time and cause a position offset.



Gears (Product type to be mounted)

Series	Used with motor type	Tool	Torque (F1)
HTRG05	MAC050 to MAC141 (Ø6.35 shaft)	Hex size 3	5Nm
HTRG05	MIS230-233 (Ø6.35 shaft)	Hex size 3	5Nm
HTRG06	MAC050 to MAC141 (Ø6.35 shaft)	Hex size 3	5Nm
HTRG06	MAC400-402 (Ø14 shaft)	Hex size 3	11Nm
HTRG08	MIS340-341 (Ø9.53 shaft)	Hex size 4	5Nm
HTRG08	MIS342 (Ø14 shaft)	Hex size 5	8Nm
HTRG08	MAC800 (Ø19 shaft)	Hex size 5	11Nm
HTRG10	MAC800 (Ø19 shaft)	Hex size 5	11Nm

Brakes (Product type to be mounted)

Series	Used with motor type	Tool	Torque (F1)
MAB23x	MAC050 to MAC141 (Ø6.35 shaft)	Hex size 2.5	2Nm
MAB23x	MIS230-233 (Ø6.35 shaft)	Hex size 2.5	2Nm
MAB34x	MIS340-341 (Ø9.53 shaft)	Hex size 3	5Nm
			TT1537-01GB

10.4 Installationshinweise

10.4.2 Betrieb in größeren Höhen

Da die Luftdichte in größeren Höhen geringer ist, kann der Motor seine Verlustwärme schlechter an die Umgebungsluft abgeben.

Wird der Motor in einer Höhe von mehr als 1000 m (3281 ft) installiert, muss die Ausgangsleistung entsprechend der nachfolgenden Tabelle reduziert werden.

Derating of MAC or MIS motors as function of altitude									
Height above sea level (m)	=< 1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Height above sea level (ft)	=< 3281	4921	6562	8202	9843	11483	13123	14764	16404
Power rating %	100	96	92	88	84	80	76	72	68

Beispiel:
Ein MAC404-Motor mit einer Nennleistung von 400 W wird in 2500 m Höhe über dem Meeresspiegel betrieben.
Die zulässige Leistung beträgt auf dieser Höhe 88 %, sodass die Nennleistung auf 352 W reduziert wird.

Da die Wärmeentwicklung im Motor und in der Elektronik hauptsächlich durch das tatsächliche Drehmoment beeinflusst wird, wird empfohlen, das Drehmoment zu reduzieren, um die maximale Leistung nicht zu überschreiten.
Die Drehzahl kann auf dem Nennwert bleiben.

10.4.3 Vorsichtsmaßnahmen bei der Installation von IPx5-/IPx6-/IPx7-Motoren

Bei der Installation von MAC-Motoren mit höherer Schutzart (IPx5/IPx6/IPx7) sind einige Regeln einzuhalten, damit auch langfristig kein Eindringen von Feuchtigkeit auftritt.

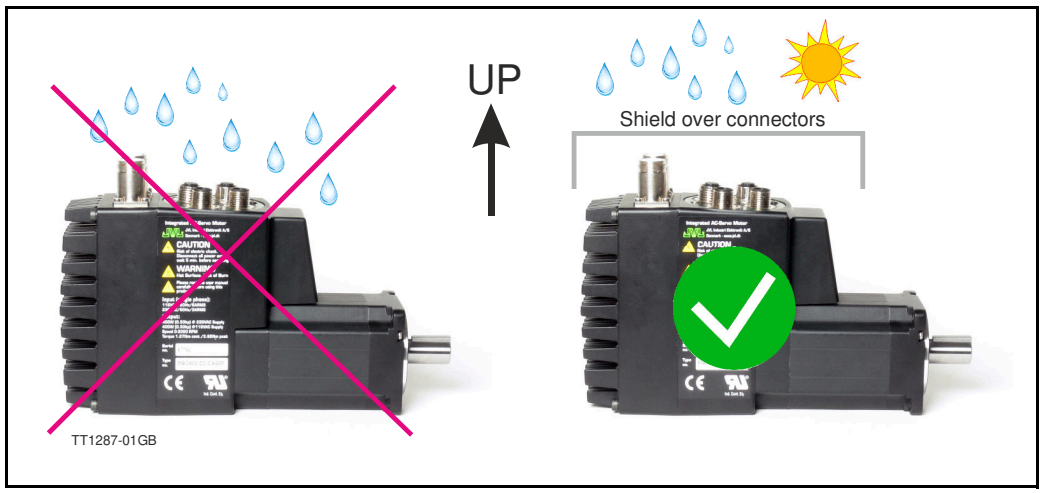


Bitte beachten:
Die MAC-Produkte sind nicht von der Gewährleistung abgedeckt, wenn die folgenden Regeln und Hinweise nicht vollständig eingehalten werden.

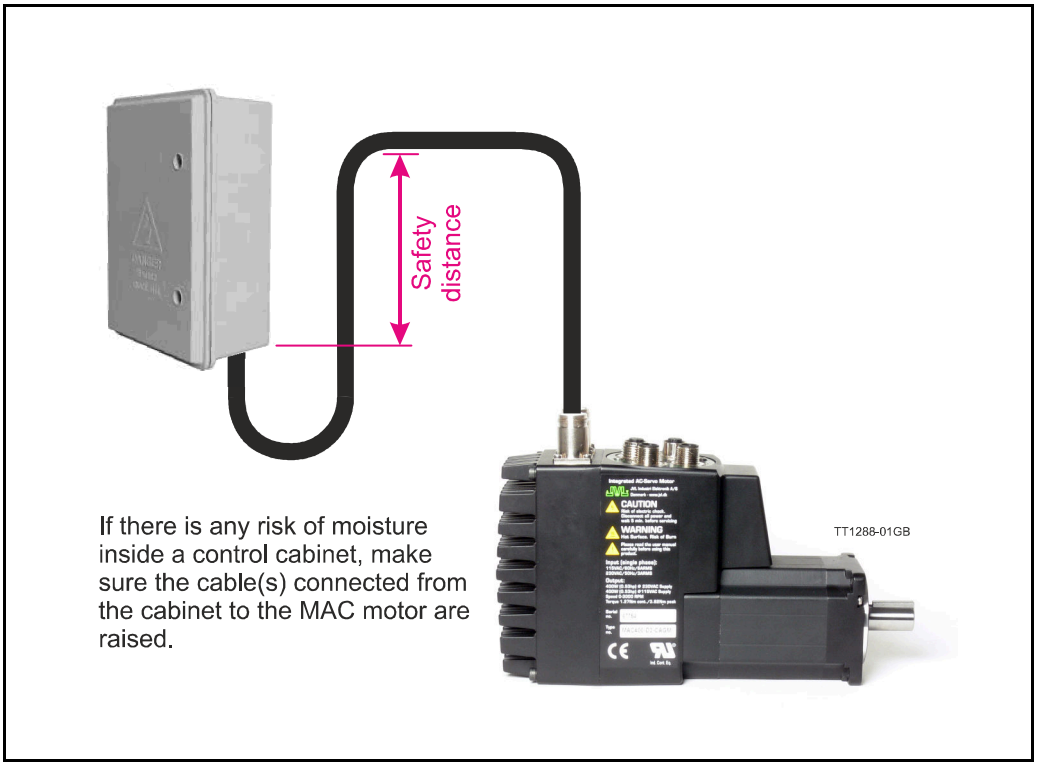
Regel 1 - Stecker
Ziehen Sie alle Steckverbinder mit ausreichend hohem Drehmoment fest, damit keine Feuchtigkeit oder Flüssigkeit in den Steckverbinder eindringen kann.
Kabel mit passenden Steckern sind mit IP67 oder höher spezifiziert, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass sie mit ausreichend hohem Drehmoment angezogen werden.

Verwenden Sie an nicht benutzten Steckern Schutzkappen. Stellen Sie außerdem sicher, dass die Schutzkappen ordnungsgemäß festgezogen sind.

Regel 2 - Einbaulage des Motors bei IPx5-/IPx6-/IPx7-Anwendungen
Es wird nicht empfohlen, den Motor mit nach oben gerichteten Steckern zu montieren, da diese dadurch stärker Feuchtigkeit ausgesetzt sind, die sich auf der Oberfläche und um die Stecker ansammeln und im Laufe der Zeit in den Motor eindringen kann.
Erfordert die Anwendung diese Einbaulage, bringen Sie über dem Motor eine Abdeckung bzw. einen Schutz an, um die Stecker zu schützen. Vermeiden Sie bei Außenmontage außerdem direkte Sonneneinstrahlung.



Regel 3 - Kabelführung.
In Umgebungen mit schnellen und häufigen Temperaturwechseln kann sich Feuchtigkeit im Schaltschrank niederschlagen.
Prüfen Sie stets, ob in dem Schaltschrank oder einem ähnlichen Gehäuse, aus dem die Kabel zum MAC-Motor geführt werden, Kondenswasser oder sogar Flüssigkeit auftreten kann.
Besteht dieses Risiko, verlegen Sie das Kabel immer wie unten dargestellt mit einem Punkt oberhalb des Schaltschrankbodens, bevor es zum Motor geführt wird. Dadurch wird verhindert, dass Feuchtigkeit oder Flüssigkeit im Kabel zu den Motorsteckern läuft.



10.5 Hinweise zum Not-Halt

10.5.1 Not-Halt

Grundlegende Überlegungen zur Maschinensicherheit:

Bei der Konstruktion von Maschinen bestehen verschiedene grundlegende Anforderungen, die ein Maschinenhersteller bzw. -produzent erfüllen muss. Der Maschinenhersteller ist dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die geltenden Vorschriften eingehalten werden.

Nachfolgend wird ein allgemeiner Überblick über die in Europa (EWG) geltenden Vorschriften gegeben. Vermarktet ein Maschinenhersteller seine Produkte in anderen Ländern, liegt es in seiner Verantwortung, die jeweiligen nationalen Vorschriften einzuhalten.
Es kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass eine nach europäischen Anforderungen hergestellte Maschine automatisch auch die Vorschriften anderer Märkte erfüllt, selbst wenn die europäischen Anforderungen in mehreren Ländern anerkannt werden.
Die wichtigste europäische Vorschrift in diesem Zusammenhang ist die Maschinenrichtlinie, die in Dänemark durch die Verordnung Nr. 561 der dänischen Arbeitsschutzbehörde umgesetzt ist.

Diese Verordnung schreibt vor, dass Maschinen sicher sind, dass eine technische Dokumentation einschließlich einer Risikoanalyse zu Sicherheit und Gesundheitsschutz erstellt wird und dass die Maschine zusammen mit einer Betriebsanleitung und einer EG-Konformitätserklärung geliefert sowie mit dem CE-Zeichen versehen wird.
Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen sind in Anhang I der Richtlinie festgelegt.
Um die Einhaltung dieser Anforderungen sicherzustellen, ist es sinnvoll, verschiedene Normen anzuwenden, die nachfolgend beschrieben werden.

Die wichtigste Anforderung besteht insgesamt darin, die Vorgaben der Maschinenrichtlinie zur Integration der Sicherheit zu erfüllen. Vereinfacht lässt sich dies wie folgt beschreiben:

- **1. Priorität: Die** Konstruktion der Maschine muss sicherstellen, dass von ihr keine Gefahr ausgeht.

  Beispiel:
  Die Maschine ist so konstruiert, dass weder während des Betriebs noch bei der Einrichtung oder Wartung eine Berührung rotierender Teile oder anderer potenziell gefährlicher Komponenten möglich ist.

- **2. Priorität:** Ist eine vollständig gefahrlose Konstruktion nicht möglich, müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen eingebaut werden, um das Risiko zu beseitigen.

  Beispiel:
  Ein direkter Zugang zu rotierenden oder anderen potenziell gefährlichen Teilen und Komponenten ist nur nach Entfernen einer Abschirmung, eines Schutzgitters, einer Schutzabdeckung oder einer anderen Schutzeinrichtung möglich.

- **3. Priorität:** Soweit trotz Maschinenkonstruktion und integrierter Sicherheitsmaßnahmen ein Restrisiko verbleibt, müssen eindeutige Warnhinweise angebracht werden, und zwar durch Schilder an der Maschine selbst, Informationen in der Betriebsanleitung und gegebenenfalls durch Schulung.

10.5 Hinweise zum Not-Halt

Die Risikobeurteilung der Maschine bestimmt, welche Maßnahmen erforderlich sind, um die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenrichtlinie zu erfüllen und welche Schutzmaßnahmen daher notwendig sind.
Die Risikobeurteilung bestimmt außerdem, ob eine Not-Halt-Funktion erforderlich ist.
Auf einen Not-Halt darf nur dann verzichtet werden, wenn eindeutig feststeht, dass ein Not-Halt weder eine Verletzung verhindern noch deren Ausmaß verringern oder eine Verletzung beenden würde.
In der Praxis bedeutet dies, dass praktisch alle Maschinen über eine Not-Halt-Funktion verfügen müssen.

Es ist zu betonen, dass die Not-Halt-Funktion einer Maschine KEINE vorbeugende Schutzmaßnahme ist, sondern als ergänzende Maßnahme gilt. Die aufgrund der Risikobeurteilung der Maschine erforderlichen Schutzmaßnahmen können daher nicht durch eine Not-Halt-Funktion ersetzt werden.

Die erforderlichen Schutzmaßnahmen müssen so umgesetzt werden, dass sie zuverlässig sind, also nicht selbst fehler- oder ausfallanfällig. Das notwendige Sicherheitsniveau hängt von dem Risiko ab, das durch die jeweilige Schutzmaßnahme beseitigt werden soll: Je größer die Gefahr, desto sicherer und zuverlässiger muss die Schutzmaßnahme sein.

Schutzmaßnahmen und Not-Halt-Funktion werden häufig über das elektrische Steuerungssystem der Maschine realisiert.

Für die Umsetzung der sicherheitsbezogenen Komponenten des Steuerungssystems können entsprechende Normen herangezogen werden.

10.5 Hinweise zum Not-Halt

10.5.2 EN 60204-1

DS/EN 60204-1 gilt für die allgemeinen Anforderungen an die elektrische Ausrüstung von Maschinen.
Diese Norm definiert in Abschnitt 9.2.2 „Stop functions“ der DS/EN 60204-1 mehrere Stopp-Kategorien.

Es gibt drei Kategorien von Stopp-Funktionen:

- Stopp-Kategorie 0: Stillsetzen durch sofortiges Abschalten der Energie zu den Maschinenantrieben, d. h. unkontrolliertes Stillsetzen - Abschnitt 3.56 in DS/EN 60204-1.

- Stopp-Kategorie 1: kontrolliertes Stillsetzen (Abschnitt 3.11 in DS/EN 60204-1) bei zunächst weiterhin vorhandener Energieversorgung der Maschinenantriebe, um den Stillstand zu erreichen; anschließend wird die Energieversorgung abgeschaltet.

- Stopp-Kategorie 2: kontrolliertes Stillsetzen, bei dem die Energieversorgung der Maschinenantriebe bestehen bleibt.

Die Norm fordert, dass eine Stopp-Funktion integriert wird (Abschnitt 9.2.5.3 „Stop“ in DS/EN 60204-1).

Stopp-Funktionen der Kategorie 0 und/oder 1 und/oder 2 müssen entsprechend der Risikobeurteilung und den funktionalen Anforderungen der Maschine vorgesehen werden (Abschnitt 4.1 in DS/EN 60204-1).

HINWEIS: Das Betätigen der Netztrenneinrichtung (Abschnitt 5.3 in DS/EN 60204-1) bewirkt ein Stillsetzen der Kategorie 0. Stopp-Funktionen müssen zugehörige Startfunktionen übersteuern (siehe § 9.2.5.2 in DS/EN 60204-1).

Entsprechend werden Anforderungen an die Umsetzung einer Not-Halt-Funktion festgelegt:

Abschnitt 9.2.5.4.2 Not-Halt (DS/EN 60204-1)

Grundsätze für die Gestaltung von Not-Halt-Einrichtungen einschließlich funktionaler Aspekte sind in ISO 13850 festgelegt.
Der Not-Halt muss entweder als Stopp der Kategorie 0 oder der Kategorie 1 wirken (Abschnitt 9.2.2 in DS/EN 60204-1). Die Auswahl der Not-Halt-Kategorie hängt vom Ergebnis der Risikobeurteilung der Maschine ab.
Zusätzlich zu den Anforderungen an Stopp-Funktionen (Abschnitt 9.2.5.3 in DS/EN 60204-1) gelten für die Not-Halt-Funktion folgende Anforderungen:

-Sie muss alle anderen Funktionen und Betriebsarten übersteuern.
-Die Energie zu Maschinenantrieben, die eine gefährliche Situation verursachen können, muss entweder sofort abgeschaltet werden (Stopp-Kategorie 0) oder so gesteuert werden, dass die gefährliche Bewegung so schnell wie möglich zum Stillstand kommt (Stopp-Kategorie 1), ohne weitere Gefahren zu verursachen.
-Ein Reset darf keinen Wiederanlauf auslösen.

Außerdem werden Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerstromkreisen beschrieben:

10.5 Hinweise zum Not-Halt

10.5.3 Steuerfunktionen im Fehlerfall

Können Fehler oder Störungen in der elektrischen Ausrüstung eine gefährliche Situation oder Schäden an der Maschine oder am Werkstück verursachen, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Wahrscheinlichkeit solcher Fehler oder Störungen zu minimieren. Welche Maßnahmen erforderlich sind und in welchem Umfang sie einzeln oder kombiniert umgesetzt werden, hängt vom Risikoniveau der jeweiligen Anwendung ab (Abschnitt 4.1 in DS/EN 60204-1).
Die elektrischen Steuerstromkreise müssen ein geeignetes Sicherheits-Performance-Niveau aufweisen, das aus der Risikobeurteilung der Maschine abgeleitet wurde. Es gelten die Anforderungen von IEC 62061 und/oder ISO 13849-1:1999 sowie ISO 13849-2:2003.

Maßnahmen zur Risikominderung umfassen unter anderem:

- Schutzeinrichtungen an der Maschine, beispielsweise Verriegelungen, Schutzhauben, Auslöseeinrichtungen,
- Schutzverriegelung des elektrischen Stromkreises,
-Verwendung bewährter Schaltungstechniken und Komponenten (Abschnitt 9.4.2.1 in DS/EN 60204-1)
-teilweise oder vollständige Redundanz (Abschnitt 9.4.2.2 in DS/EN 60204-1) oder Diversität (Abschnitt 9.4.2.3 in DS/EN 60204-1),
-Möglichkeit zur Funktionsprüfung (Abschnitt 9.4.2.4 in DS/EN 60204-1).

Wie erwähnt wird auf verschiedene weitere Normen verwiesen, die beschreiben, wie sicherheitsbezogene Teile des Steuerungssystems umgesetzt werden können.

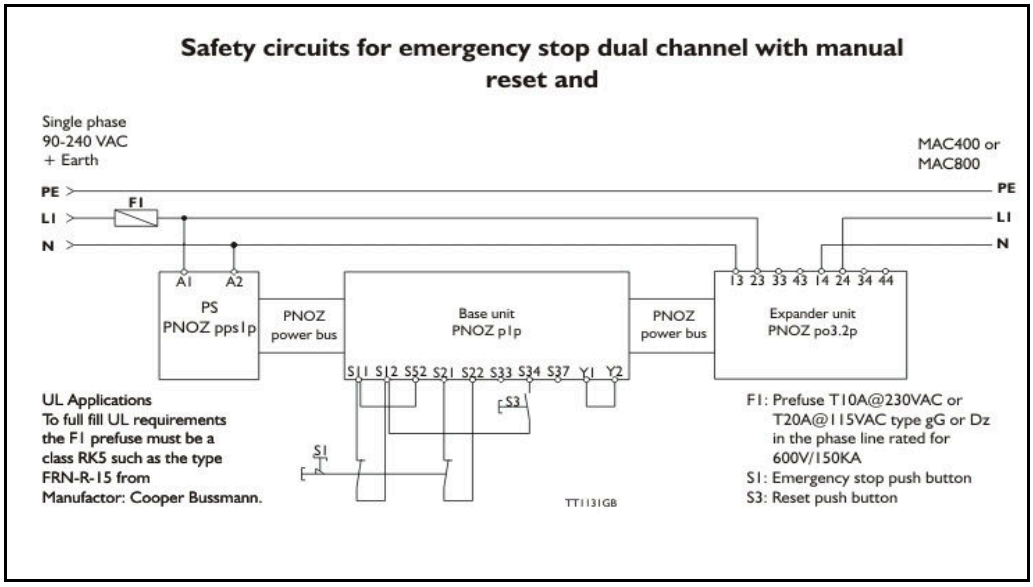
In der Praxis kann DS/EN 954-1 herangezogen werden, obwohl diese Norm inzwischen durch DS/EN ISO 13849-1 ersetzt wurde. Das Grundprinzip beider Normen ist gleich: Zunächst wird das erforderliche Sicherheits- und Zuverlässigkeitsniveau der Steuerstromkreise bestimmt; anschließend werden die sicherheitsbezogenen Komponenten des Steuerungssystems so ausgelegt, dass dieses Niveau erreicht wird.

In DS/EN 954-1 wird ausschließlich die Architektur der sicherheitsbezogenen Stromkreise als Maß für das Sicherheitsniveau verwendet. Die Norm definiert fünf Kategorien B, 1, 2, 3 und 4, wobei B das niedrigste und 4 das höchste Niveau darstellt. DS/EN ISO 13849-1 verwendet als weiteres Kriterium den sogenannten
„Performance Level“ (PL), der sowohl die Architektur als auch die Ausfallrate der Komponenten berücksichtigt. Es sind fünf PL-Stufen a, b, c, d und e definiert, wobei a die niedrigste und e die höchste Stufe darstellt.
Bei Anwendung von DS/EN ISO 13849-1 müssen Angaben zu den Ausfallraten der Komponenten (MTTF - Mean Time To Failure) beim Komponentenhersteller eingeholt werden.

Eine ausführlichere Beschreibung der oben genannten Grundsätze und Anforderungen finden Sie in den entsprechenden Normen.

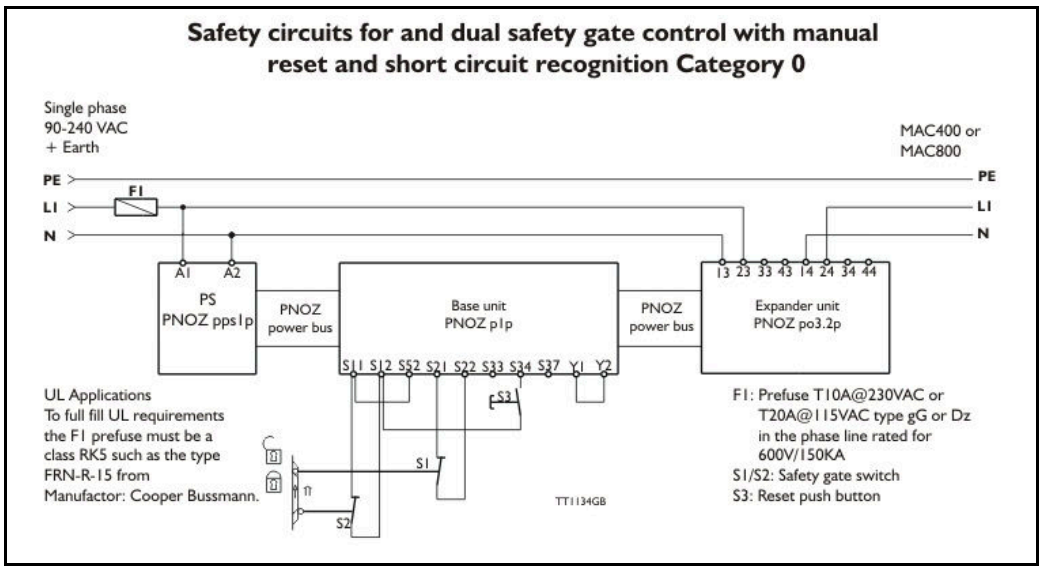
Die folgenden Zeichnungen zeigen Beispiele für die Auslegung von Sicherheitsstromkreisen für ein Not-Halt- und Schutzeinrichtungssystem, Stopp-Kategorie 0, das die Anforderungen der Kategorie 4 gemäß DS/EN 954-1 erfüllt.

10.5 Hinweise zum Not-Halt



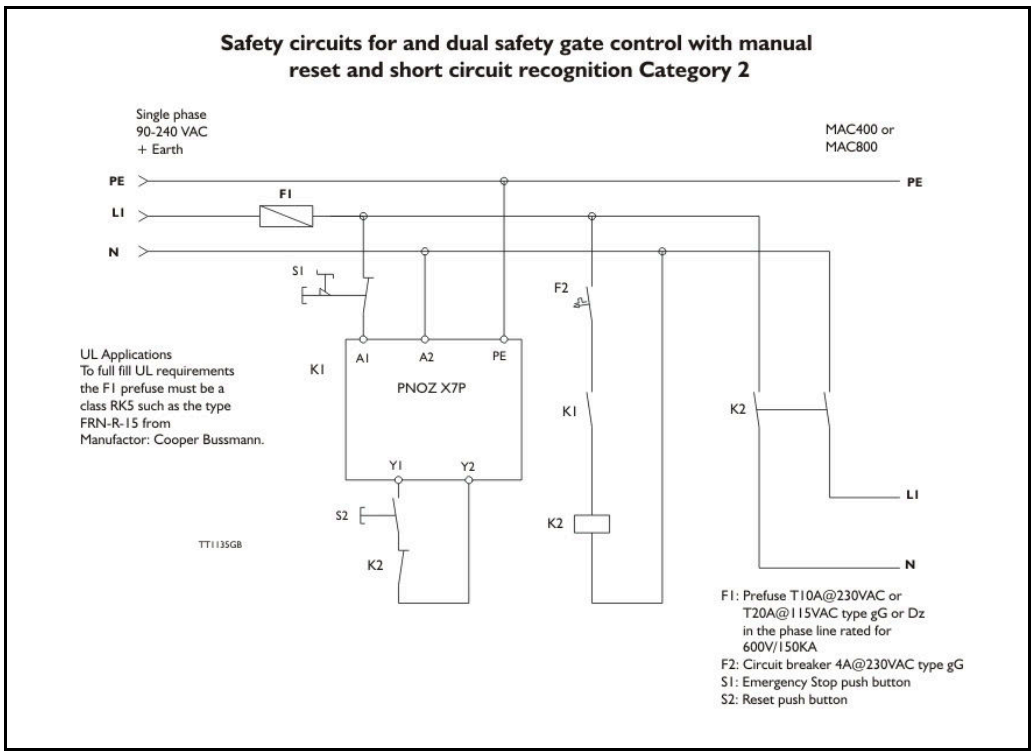
Der nach DS/EN ISO 13849 erreichbare PL hängt von der MTTF der eingesetzten Komponenten ab. Mit den dargestellten Lösungen wird typischerweise mindestens PL d erreicht. Das dargestellte Schutzeinrichtungssystem verwendet einen manuellen Reset; dies

ist erforderlich, wenn sich Personen innerhalb des Schutzbereichs aufhalten können. Ist dies ausgeschlossen, kann ein automatischer Reset verwendet werden.
used.



Insbesondere bei rotierenden Teilen muss gegebenenfalls die Nachlaufzeit berücksichtigt werden. Es ist sicherzustellen, dass gefährliche Bereiche erst zugänglich werden, wenn das rotierende Teil vollständig zum Stillstand gekommen ist. Alternativ kann die Schutzeinrichtung mit einer elektromechanischen Verriegelung ausgestattet werden, die ein Öffnen erst nach Stillstand der Drehbewegung erlaubt. Diese Lösung muss mit demselben Sicherheitsniveau umgesetzt werden, das sich aus der Risikobeurteilung der Maschine für die eingesetzte Schutzeinrichtung ergibt.

10.5 Hinweise zum Not-Halt



Die dargestellten Beispiele sind mit Geräten der Firma Pilz umgesetzt und wurden gewählt, um eine möglichst einfache Verdrahtung zu ermöglichen. Selbstverständlich können auch andere Komponenten und Lösungen verwendet werden.

Bei der Konstruktion der Maschine und ihrer Sicherheitssteuerung sollte stets versucht werden, Lösungen zu wählen, die entsprechend den oben beschriebenen Grundsätzen der Sicherheitsintegration möglichst geringe Anforderungen an das Steuerungssystem stellen.

10.6 Fehlerbehebungsleitfaden

Die Fehlerbehebung wird im separaten Leitfaden LA0023 - Troubleshooting for MIS and MAC behandelt. Dieser wird fortlaufend mit den neuesten bekannten Problemen und deren Lösungen aktualisiert.

Den Leitfaden können Sie von der JVL-Website herunterladen: Troubleshooting guide LA0023 - https://de.jvl.dk/416/user-manuals

10.7 Register

10.7.1 Interne Register der MAC-Motoren

https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

Zur Steuerung des Motorbetriebs steht eine große Anzahl von Registern zur Verfügung. Diese sind über die seriellen Kommunikationskanäle oder über die integrierte Industrial-Ethernet-Schnittstelle zugänglich.

Auch MacTalk bietet Zugriff auf die meisten dieser Register. MacTalk stellt dafür eine benutzerfreundlichere und leichter verständliche Oberfläche bereit.

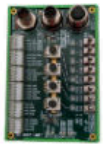
In bestimmten Fällen kann jedoch ein direkter Registerzugriff erforderlich sein, beispielsweise in Systemen mit einem der Industrial-Ethernet-Protokolle. Hierzu kann die Registerliste verwendet werden.

HINWEIS: Alle Register online: https://www.jvl.dk/register.html?register=MACmotor

10.8 Zubehör

Für die MAC-Motorserie ist folgendes Zubehör verfügbar.

Accessories:

Built in brake	Gear	Junction box	Test box	
IP Protection option: 5 and 6	HTRG08..P701..	WI1302-2AM17T01NMB	PA0162	
				
	see assembly order codes here			

Commissioning

Communication software	USB to RS485 / RS422 / RS232 converter			
MacTalk	RS485-USB-M12M5M8M17			
				
	USB to M12 5pin / 8 pin / 17 pin male			

Communication Cables

Logic Power	Ethernet	Ethernet daisychain	I/O	
WI1000-M12F5TxxN	WI1046-M12M4TxxTRJ45	WI1046-M12M4TM4TxxT	WI1009-M12M17TxxN	
				
xx: available options are 05 and 20 (meter)	xx: available options are 05 and 20 (meter)	xx: available options are 05 and 20 (meter)	For 17 pin connector	

Power supply

Switch Mode Power Supply [P+]	Motor Power 230VAC	Power Dump Cables		
PSU024-0120S1X2AAD1A	WP0402	WP0102		
				
	2 meter default, other lengths are available	2 meter default, other lengths are available		

TT4136-10GB

Siehe JVL-Website unter: https://de.jvl.dk/1222/mac804,-mac1004,-mac1404-integrierter-servomotor-mit-eingebauter-ethernet-schnittstelle

10.9 Vibrations- und Schockzertifikate

10.9.1 Vibrationstest für MAC404 und MAC1004

4 Test and results

4.1 Vibration - Sinusoidal

Test Method & specification

IEC 60068-2-6:2007, Test Fc: Vibration (sinusoidal).

Severity

Frequency range	:	2 - 500 Hz		
Frequency / amplitude	:	2 – 25 Hz	:	±1.6 mm
		25 - 500 Hz	:	±4.0 g
Sweep rate	:	Max. 1 octave/min.		
Number of sweeps	:	10 sweep cycles per axis.		
Number of axes	:	3 mutually perpendicular		

Procedure

The test object is energised and in normal operational mode during the exposure.

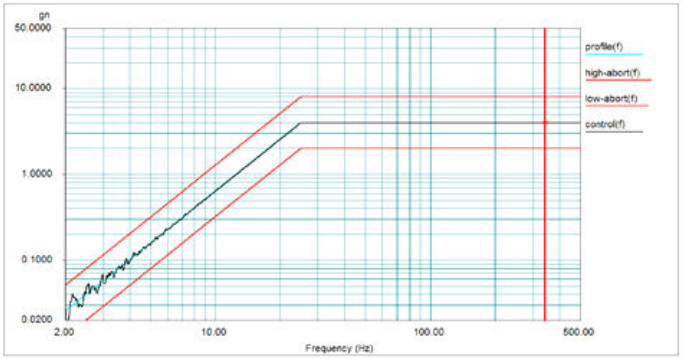
A visual inspection is performed after the exposure.

Accelerometers are placed on the test objects in order to measure the response of the test objects.

Results

No malfunction was observed during the exposure and the function of the test objects was OK during and after the exposure. No mechanical damages were observed during the visual inspection performed after the exposure.

Exposure curves and photos of the test setup are enclosed below





Curve 1 *Sweep, Z-axis. Similar in all axes and all sweeps.*

10.9 Vibrations- und Schockzertifikate

10.9.2 Schocktest für MAC404 und MAC1004

4.2 Shock

Test method & specification

IEC 60068-2-27:2008, Test Ea: Shock.

Severity

Pulse shape	:	Half-sine
Peak acceleration	:	15 g
Pulse duration	:	30 ms
Shocks per direction	:	1000
Number of directions	:	6 (± x, ± y, ± z)

Procedure

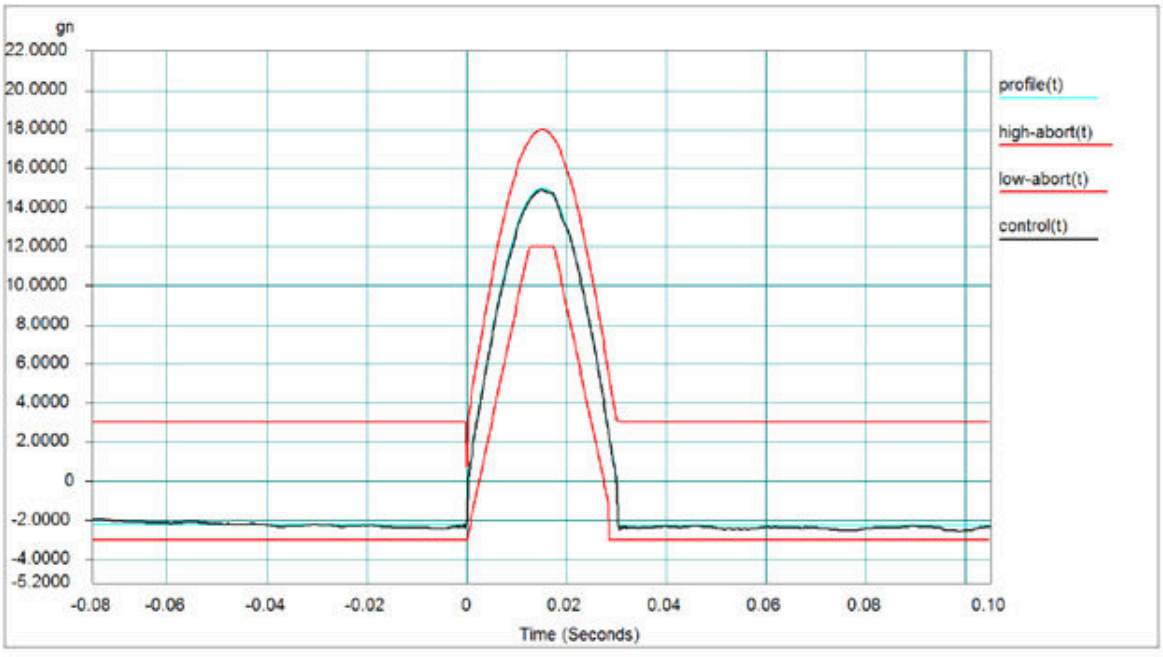
The test object is energised and in normal operational mode during the exposures. A functional test is performed after the exposure.

A visual inspection is performed after the exposure.

Results

No malfunction was observed during the exposure and the function of the test objects was OK during and after the exposure. No mechanical damages were observed during the visual inspection performed after the exposure.

Exposure curves are enclosed below. For photos of the test setup, see section 4.1.



Curve 14 Positive shock, e.g. z-axis, similar in all axes.

10.10 CE-Konformitätserklärung

EU - Declaration of Conformity

Manufacturer

Company Name:	JVL A/S
Address:	Bregnerødvej 127, DK-3460 Birkerød Denmark
Telephone:	+45 45 82 44 40
E-mail:	jvl@jvl.dk
Web:	www.jvl.dk

Hereby declares declares, under our sole responsibility, that:

Product

No.:	MAC802, 1202, 1403
Name:	Integrated AC Servo Motor
Type:	Series M1 to M9 with power conn. type 0 to 9
Sub-types:	With connectivity Ex, Qx og Dx and/or STO

- is in conformity with:

DIRECTIVE 2014/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility

and

DIRECTIVE 2014/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of electrical equipment designed for use within certain voltage limits

- is manufactured in accordance with the following standards:

EN 61800-3:2004 with A1:2012 - Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Part 3: EMC requirements and specific test methods

EN 61800-5-1:2007 with A1:2017 and A11:2021 - Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements - Electrical, thermal and energy

Birkerød 16.th. July 2025

Bo V. Jessen
Technical Director
JVL A/S

LX0070-01GB

10.10 CE-Konformitätserklärung

JVL
www.jvl.dk

EU - Declaration of Conformity

Manufacturer

Company Name:	JVL A/S
Address:	Bregnerødvej 127, DK-3460 Birkerød Denmark
Telephone:	+45 45 82 44 40
E-mail:	jvl@jvl.dk
Web:	www.jvl.dk

Hereby declares declares, under our sole responsibility, that:

Product

No.:	MAC404, 604, 804, 1004, 1504
Name:	Integrated AC Servo Motor
Type:	Series M1 to M9 with power conn. type 0 to 9
Sub-types:	With connectivity Ex, Qx og Dx and/or STO

- is in conformity with:

DIRECTIVE 2014/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility

and

DIRECTIVE 2014/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of electrical equipment designed for use within certain voltage limits

- is manufactured in accordance with the following standards:

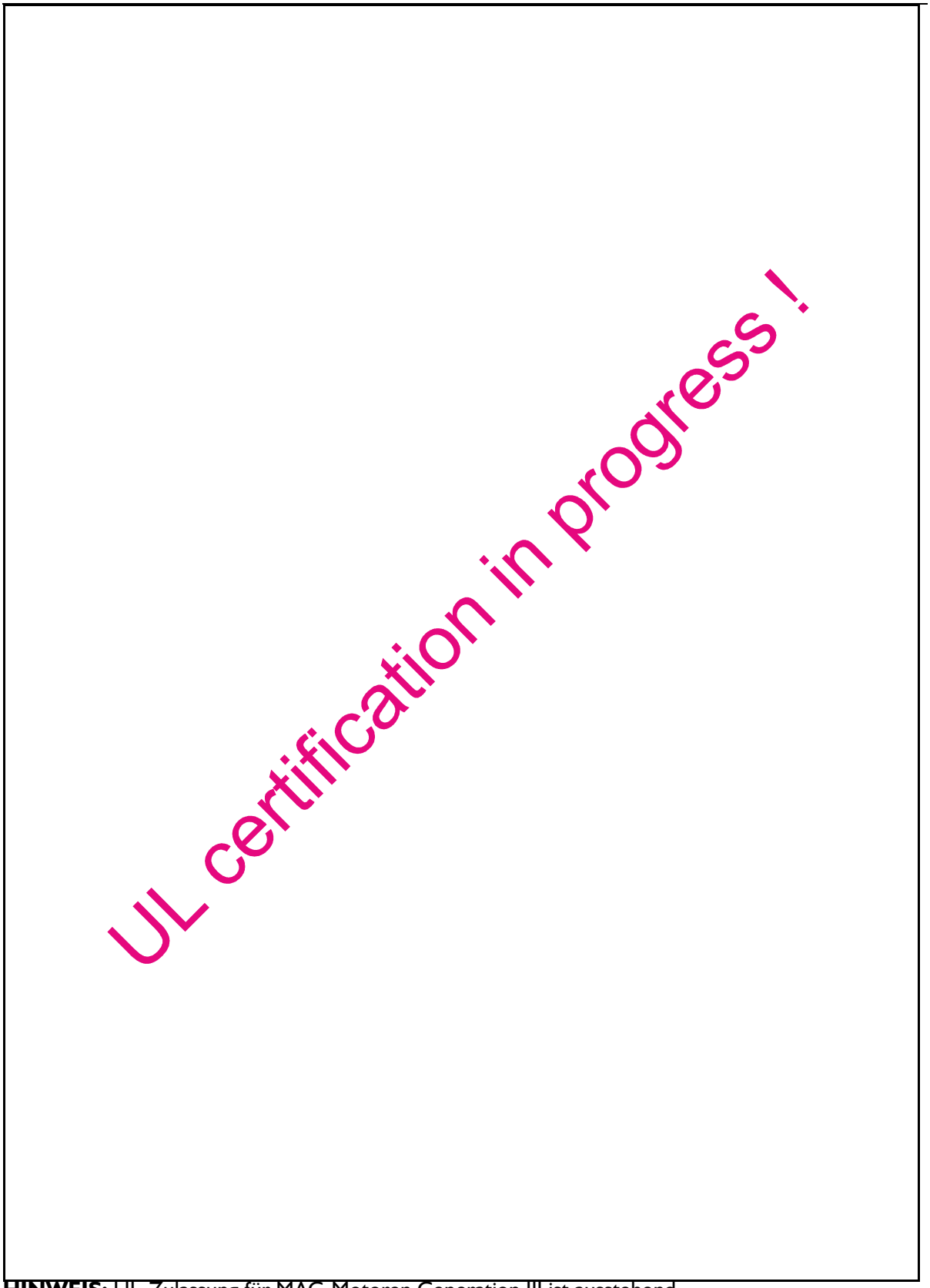
EN 61800-3:2004 with A1:2012 - Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Part 3: EMC requirements and specific test methods
EN 61800-5-1:2007 with A1:2017 and A11:2021 - Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements - Electrical, thermal and energy

Birkerød 16.th. July 2025

Bo V. Jessen
Technical Director
JVL A/S

LX0065-02GB

10.11 UL-Konformitätszertifikat



HINWEIS: UL-Zulassung für MAC-Motoren Generation III ist ausstehend.