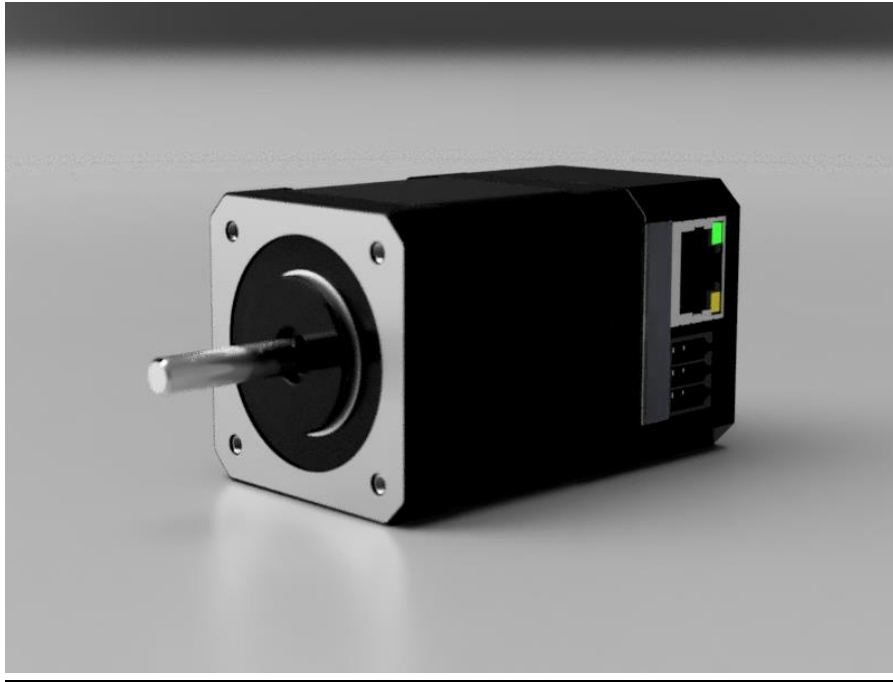


Technisches Handbuch



HDrive17-ETH Servomotor

Abstract:

Der HDrive17-ETH ist ein integrierter Servoantrieb, welcher über den eingebauten Webserver oder mit nur wenigen Code-Zeilen, über Ethernet gesteuert werden kann.

Der Direktantrieb auf Basis eines hochpoligen, bipolaren Schrittmotors, verfügt über eine feldorientierte Regelung und wird anhand eines Positionssensors elektrisch kommutiert. Vorteile gegenüber herkömmlichen Methoden sind:

- Das übliche Rastmoment bei sonstigen Schrittmotoren wird minimiert. Der Drehmomentverlauf wird so sehr homogen.
- Der Motor kann bis an seine Drehmomentgrenze betrieben werden und die üblichen Schrittmotorreserven werden nicht gebraucht.
- Im Positionsbetrieb wird nur das Drehmoment generiert, welches für genaue Positionierung gebraucht wird. Der Motor kann so wesentlich kühler und effizienter betrieben werden.

Der Servomotor kann im Positions-, Geschwindigkeit- oder Drehmomentmodus betrieben werden. Die Positionsdaten werden durch ein integriertes Encoder System mit 14Bit-Auflösung erfasst. Das schlanke Kommunikationsprotokoll ermöglicht es, Bewegungsbefehle in einer Vielzahl von Programmiersprachen einfach zu generieren.

Impressum

Henschel-Robotics GmbH
 Mulchlingerstrasse 67
 CH-8405 Winterthur

info@henschel-robotics.ch

Zweck dieses Dokuments

Dieses Handbuch richtet sich an technisches Personal, welche einen HDrive Servomotor in Betrieb nehmen. Im Weiteren dient das Dokument der technischen Beschreibung des Produktes und muss sorgfältig durchgelesen werden. Eine Haftung für Folgeschäden und Folgefehler ist ausgeschlossen. Bei der Installation des Gerätes sind die gültigen Normen und Vorschriften zu beachten.

Dokumentversionen

Version	Datum	Änderungen
0.0	05.08.2015	Dokumenterstellung
1.0	20.06.2017	Erste Überarbeitung zur Firmwareversion 0.6
1.2	16.07.2017	Anpassung GPIO und TCP/UDP Control Ticket-Beschreibung zur Firmware Version 0.95
1.3	05.02.2018	Anpassung Anleitungs-Layout. Dokumentation PID-Regler und PWM Sollwert-Interface, CAN Interface zur Firmware Version 1.3
1.4	09.06.2019	<ul style="list-style-type: none"> • Generelle Überarbeitung • Pin-Belegung HDrive17-ETH-i • Watchdog Reset (system state 5) • Error states hinzugefügt • Objekt lese und schreibe über TCP
1.42	07.07.2019	<ul style="list-style-type: none"> • CAN config ticket mit der CAN special Funktion ergänzt • Änderung am Referenzier ticket • Zustandsobjekte lesen und schreiben

Inhalt

1	Übersicht.....	4
1.1	Vorwort.....	4
1.2	Varianten.....	4
1.3	Zertifikate.....	4
2	Inbetriebnahme.....	5
2.1	Montage.....	5
2.2	Betriebsspannung.....	5
2.3	Integrierter Webserver.....	5
2.4	Pin-Belegung.....	7
2.5	Inbetriebnahme.....	9
2.6	Kommunikation.....	10
3	Funktionsweise.....	12
3.2	PID, Positions und Geschwindigkeits Regler.....	13
3.3	Motor Zustandsmaschine.....	14
3.4	Motor-Kalibration.....	15
4	Kommunikation.....	16
4.1	Befehle zum Antrieb.....	16
4.2	Meldungen vom Antrieb zum Hostrechner.....	23
5	Fehlerzustände.....	26
6	Firmware Upgrade.....	27
6.1	Website Upgrade.....	27
6.2	Factory Reset.....	27
7	Technische Daten.....	28
7.1	Standartwerte der Kommunikation bei Auslieferung.....	28
7.2	Elektrische Standardbetriebswerte.....	28
7.3	Digitale Ein- und Ausgänge.....	29
8	Beispiele.....	33

1 Übersicht

1.1 Vorwort

Der „HDrive“ der Firma Henschel-Robotics GmbH ist ein integrierter Servomotor basierend auf einem hochpoligen Schrittmotor. Die Integration des Antriebes beinhaltet den Leistungsteil, das Kommunikationsmodul sowie einen Positionssensor für die Rotorposition. Die integrierte Elektronik basiert auf einem ARM™ Micro-Kontroller und beinhaltet neben anderen Funktionen, einen umfangreicher Achsenplaner welcher als Positions-, Geschwindigkeits-, oder Drehmomentregler arbeiten kann.

1.2 Varianten

Der HDrive ist mit oder ohne Getriebe erhältlich. Die genauen Bezeichnungen sind wie folgt:

HDrive17-ETH	HDrive Servo Motor ohne Getriebe
HDrive17-ETH-GP5	HDrive Servo Motor mit angeflanschem Planetengetriebe, mit einer Untersetzung von 5:1
HDrive17-ETH-GP527	HDrive Servo Motor mit angeflanschem Planetengetriebe, mit einer Untersetzung von 27:1
HDrive17-ETH-i	HDrive Servo Motor mit industriellen Steckverbindern, ohne Getriebe

Tabelle 1: Motorvarianten

1.3 Zertifikate

Der HDrive wurde erfolgreich gegenüber folgenden EMV Standards am 30. Mai 2017 getestet:

Standards		Result
EN 61000-6-3:2011 IEC 61000-6-3:2011 (ed2.1)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments	Pass
EN 61000-6-2:2016 IEC 61000-6-2:2016	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments	Pass
EN 61326-1:2013 IEC 61326-1:2012 (ed2.0)	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements	Pass

2 Inbetriebnahme

2.1 Montage

Der Motor darf nur über die vier M3 Gewinde (Tiefe, 4.5mm) an der Vorderseite (bei der Motorwelle) angebracht werden. Der Motorflansch muss geerdet werden.

2.2 Betriebsspannung

Die zulässige Betriebsspannung des HDrive Servomotors liegt bei 12V bis 24V. An die Versorgungsspannung muss ein Kondensator von mindestens 4.7mF/50V angebracht werden um Überspannungen, welche bei einem Bremsvorgang entstehend können (Generatorbetrieb), zwischen zu speichern.



Achtung: Betriebsspannungen von über 28V, sowie deren Verpolung, können zur Zerstörung des Motors führen.
Leitungen niemals unter Spannung trennen.



Die Inbetriebnahme muss durch technisch ausgebildetes Personal erfolgen.
Ausserdem müssen die geltenden Vorschriften beachtet werden.

2.3 Integrierter Webserver

Der Antrieb verfügt über einen integrierten Webserver. Mit Hilfe des Webbrowsers können alle Motordaten live betrachtet werden. Zudem können alle Parameter, wie z.B. Regler-Einstellungen, Strom, Beschleunigungsrampe usw. konfiguriert werden. Zur besten Darstellung empfiehlt sich der Webbrowser „Google™ Chrome“ oder „Apple™ Safari“.

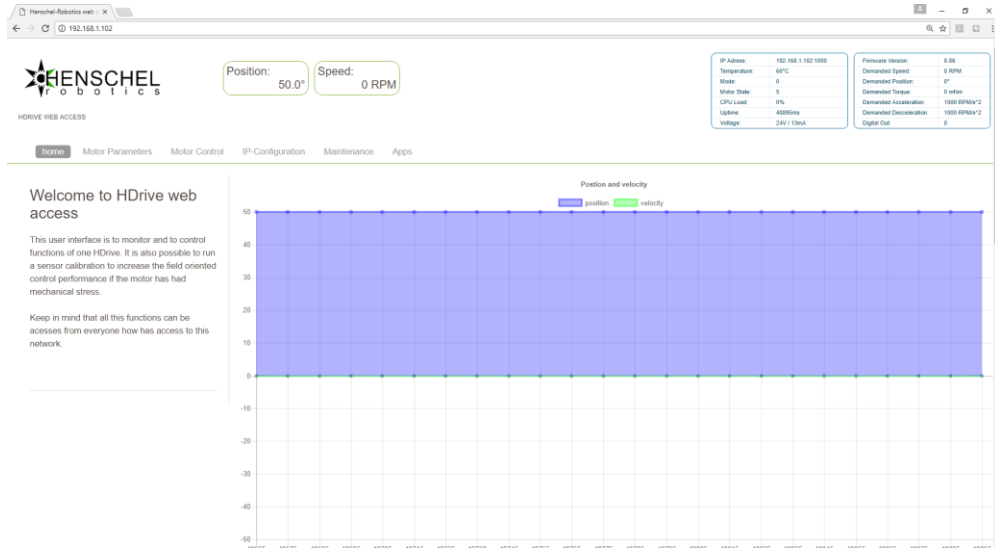


Bild 1: HDrive17-ETH Webinterface



Achtung: Das Web GUI ist gedacht um den Motor bei der Inbetriebnahme zu überwachen. Zudem kann der Motor aber auch aus dem GUI betrieben werden. Stellen Sie deshalb sicher, dass die Motorwelle frei drehbar ist, wenn Sie das GUI brauchen.



Der implementierte Webserver ist nicht gegen fremde Zugriffe geschützt. Dies muss auf Netzwerkebene beachtet werden.



Falls das Web GUI im Betriebsmodus „Motor Control“ geöffnet ist, reagiert der Motor nicht auf externe Befehle.

2.4 Pin-Belegung

2.4.1 HDrive17-ETH

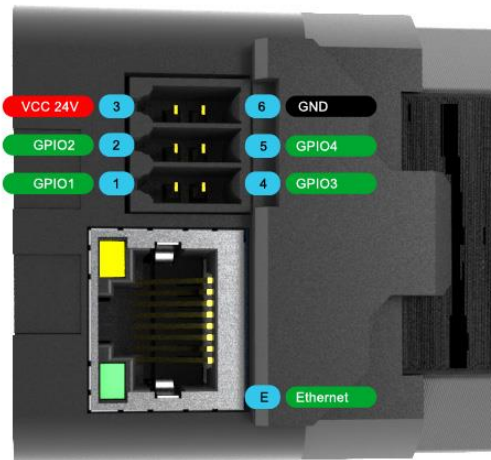
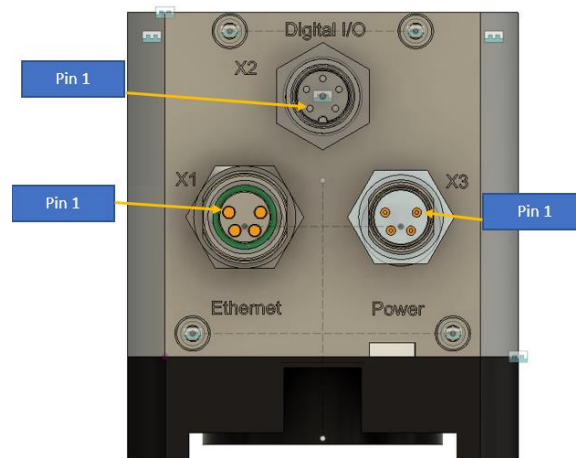


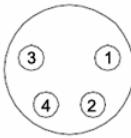
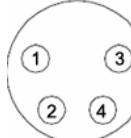
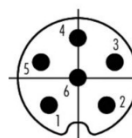



Bild 2: HDrive17-ETH Seitenansicht mit Stecker

Pin	Signal	Funktion
1	GPIO 1	Enable Signal, bei Step/Dir oder PWM Betrieb oder Hardware Reset
2	GPIO 2	Step in, PWM-torque in, PWM-Position in, CAN high
3	VCC	Positive Versorgungsspannung (24V)
4	GPIO 3	Limit Switch in, PWM position Out
5	GPIO 4	Dir in, PWM demanded torque out, PWM actual torque out, CAN low
6	GND	Massenpotenzial zu VCC (GND)

Tabelle 2: Motor Pin-Belegung

2.4.1.1 HDrive17-ETH-i



M8	X3	X1	X2																																		
Typ	M8 / male	M8 / female	M8 / male																																		
Codierung	Uncodiert	Uncodiert	A-Codiert																																		
Beschreibung	Power und CAN	Ethernet	Digital I/O																																		
Anzahl Pins	4	4	6																																		
Pinbelegung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PIN</th> <th>Funktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>VCC</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CAN_H</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CAN_L</td> </tr> </tbody> </table>	PIN	Funktion	1	VCC	2	CAN_H	3	GND	4	CAN_L	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PIN</th> <th>Funktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ETH TX+</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ETH RX+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ETH RX-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>ETH TX -</td> </tr> </tbody> </table>	PIN	Funktion	1	ETH TX+	2	ETH RX+	3	ETH RX-	4	ETH TX -	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PIN</th> <th>Funktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>VCC (100mA)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Digital I/O1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Digital I/O2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Digital I/O3</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Digital I/O4</td> </tr> </tbody> </table>	PIN	Funktion	1	VCC (100mA)	2	Digital I/O1	3	GND	4	Digital I/O2	5	Digital I/O3	6	Digital I/O4
PIN	Funktion																																				
1	VCC																																				
2	CAN_H																																				
3	GND																																				
4	CAN_L																																				
PIN	Funktion																																				
1	ETH TX+																																				
2	ETH RX+																																				
3	ETH RX-																																				
4	ETH TX -																																				
PIN	Funktion																																				
1	VCC (100mA)																																				
2	Digital I/O1																																				
3	GND																																				
4	Digital I/O2																																				
5	Digital I/O3																																				
6	Digital I/O4																																				
	 <p>Frontalansicht Stecker Geräteseitig</p>	 <p>Frontalansicht Buchse Geräteseitig</p>	 <p>Frontalansicht Buchse Geräteseitig</p>																																		
Passendes Kabel	z.B.: Beckhoff ZK2020-3200-0xxx	z.B.: Beckhoff ZK1090-3191-0xxx	z.B.: Phoenix Contact Art. Nr.: 1522396																																		
																																					

2.5 Inbetriebnahme

Als minimale Konfiguration wird eine Versorgungsspannung von 12 – 24V benötigt. Um den Motor zu konfigurieren ist es zudem nötig, diesen mit einem Ethernet-Kabel an einen Ethernet-Switch oder direkt an einen PC anzuschliessen. Um die Kommunikation herzustellen, muss der Host (PC) Netzwerkadapter mit derselben Netz-ID wie der Motor ausgestattet werden.



Ist der Motor Fabrikneu besitzt er die IP-Adresse 192.168.1.102. Der Host PC benötigt dann eine IP-Adresse zwischen 192.168.1.1 und 192.168.1.254. Jedoch nicht dieselbe wie der HDrive (192.168.1.102).

Eine Konfigurationsmöglichkeit um die IP-Adresse in Microsoft™ Windows zu ändern wäre zum Beispiel wie folgt:

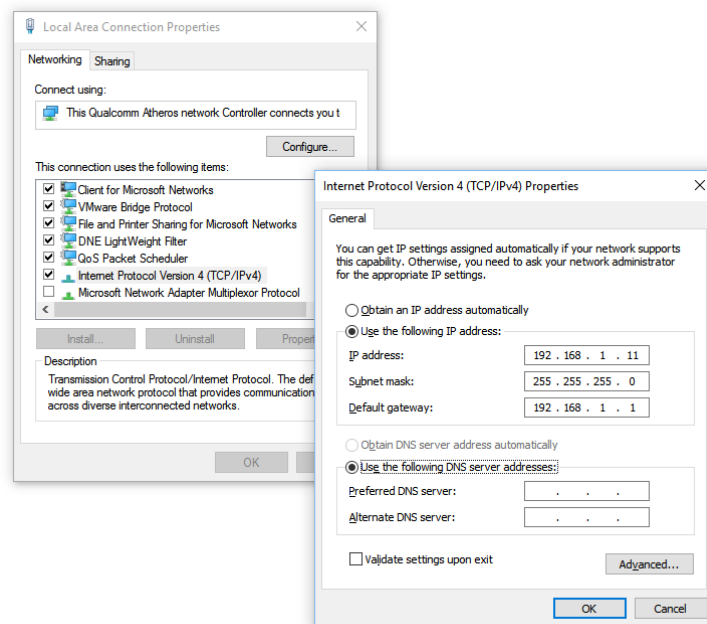


Bild 3: Konfigurationsbeispiel zur Änderung der IP-Adresse in Microsoft™ Windows

Sobald die Host IP-Adresse umgestellt ist, kann in einem beliebigen Webbrowser die IP-Adresse des Motors eingegeben werden. Die Standardadresse des HDrives ist 192.168.1.102 sollte dann erscheinen.

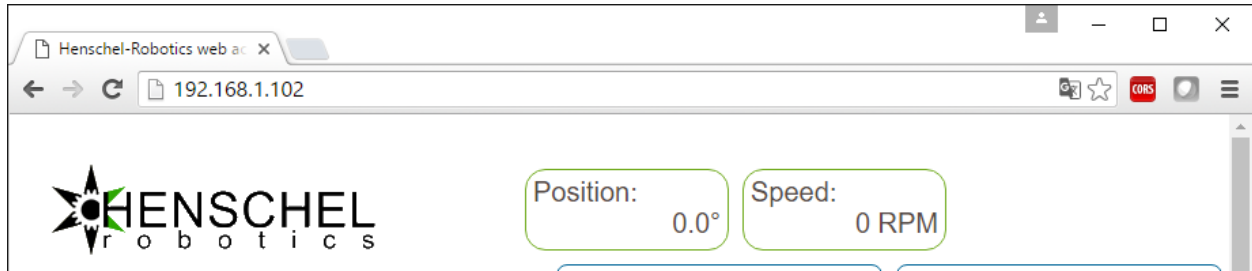


Bild 4: Beispiel Eingabe der IP-Adresse in einem Webbrowser (Google™ Chrome)

Danach kann die IP-Adresse des Antriebes unter „Motor Settings“ → „Communication“ beliebig verändert und auf das verwendete Netzwerk abgestimmt werden:

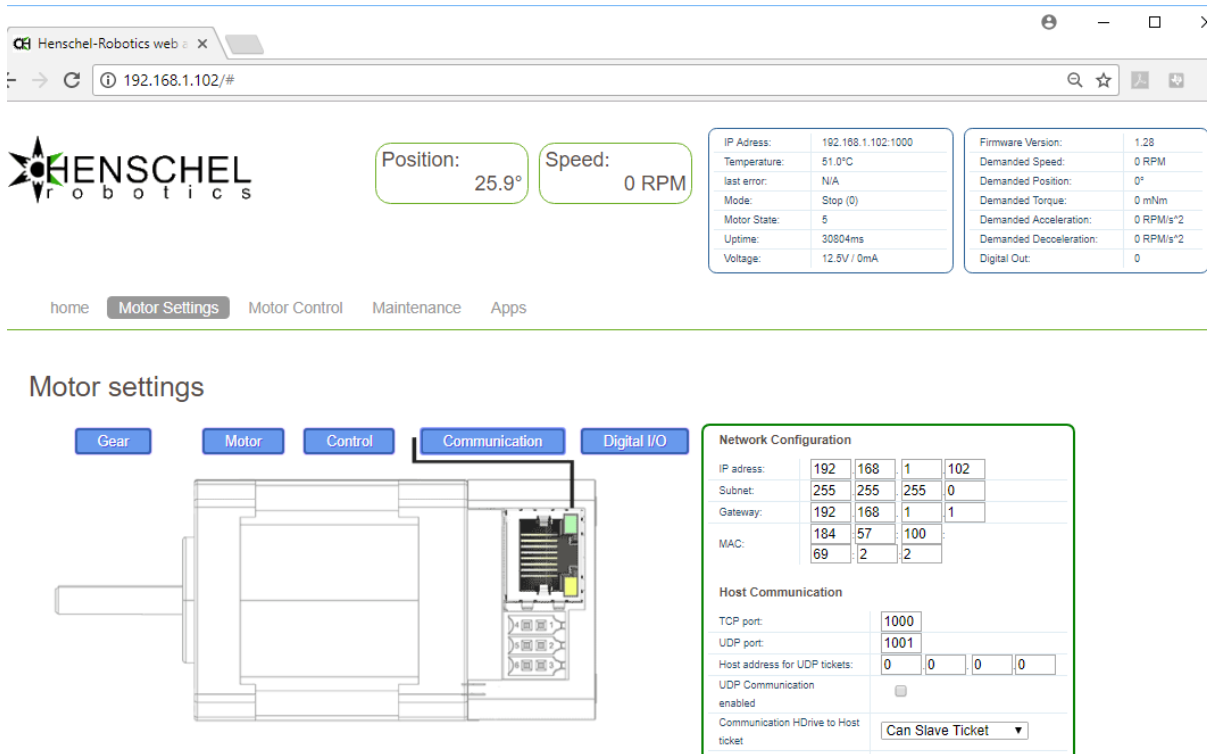


Bild 5: Beispiel Änderung der IP-Adresse aus dem HDrive Webinterface

2.6 Kommunikation

Jeder Motor kann über eine Vielzahl von Kommunikationskanälen betrieben werden. Die Motorkonfiguration kann aber nur über Ethernet erfolgen. Jeder HDrive Servomotor kann ausserdem als CAN-Bus Master oder Slave agieren. Der als CAN-Master konfigurierte Motor funktioniert dann als CAN-Controller und kann bis zu 8 weitere als Slave konfigurierte HDrive Servomotoren steuern. Dies kann eine Vereinfachung des Verdrahtungsaufwandes einer Installation bedeuten.



Nicht alle Kommunikationskanäle sind Fail-Save. Somit muss bei einem Kommunikationsausfall die übergeordnete Steuerung den Fehler und somit die Sicherheit im System handhaben.

2.6.1 Bus Topologie

Im folgenden Beispiel sind zwei HDrive Servos über Ethernet angesteuert. Einer dieser Motoren ist zudem als CAN-Master konfiguriert und erzeugt einen CAN-Bus. Am CAN-Bus sind im Beispiel nochmals zwei weitere, als CAN-Slave konfigurierte Antriebe, angeschlossen. Die übergeordnete Steuerung kann so alle Motoren ansteuern auch ohne selbst am CAN-Bus angeschlossen zu sein. Die Slave Motoren am CAN können durch Slave-Fahrbefehle zum Master-Motor gesteuert werden. Hierzu bekommt jeder als CAN slave konfigurierte Motor eine Identifikationsnummer von 1-9.

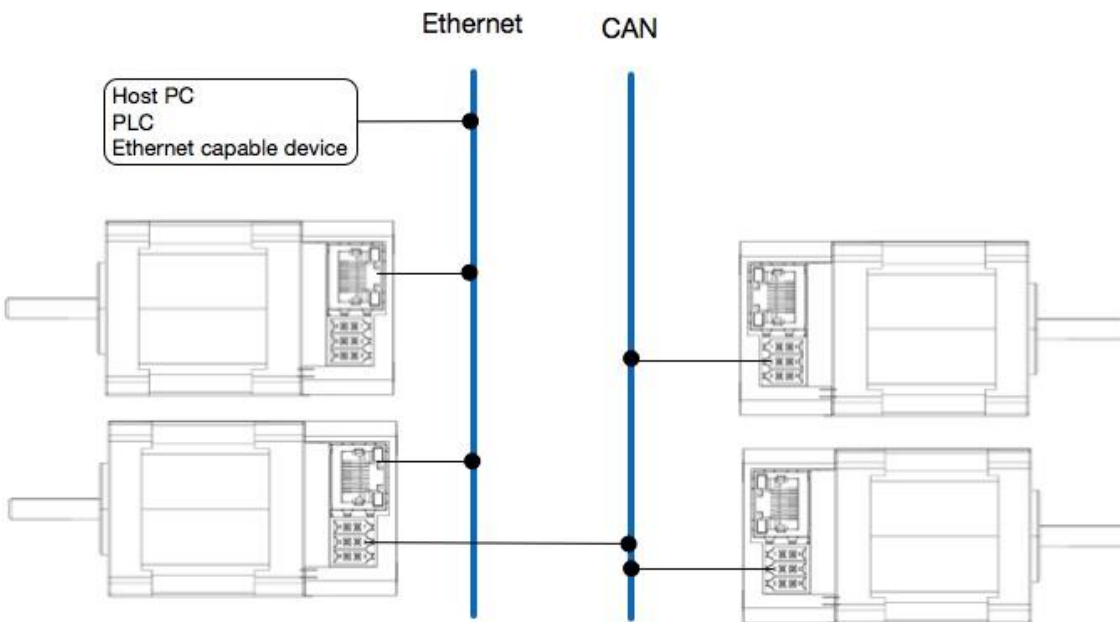


Bild 6: Beispiel, um mehrere HDrive Servomotoren in einem Netzwerk zu betreiben

3 Funktionsweise

Der Antrieb beinhaltet mehrere Zeitdiskrete Regel-Algorithmen. Somit können Strom- und Positions-, Geschwindigkeits- und Drehmomentregler separat eingestellt werden. Alle Regelarchitekturen sind hier vollständig dokumentiert.



Die offene und sehr frei parametrierbare Regelarchitektur muss mit Sorgfalt auf die jeweilige Applikation eingestellt werden. Es ist möglich den Antrieb, sowie die angehängte Last, bei schlechten Regelparametern zu beschädigen.

3.1.1 Regler-Konzept

Der verwendete Schrittmotor wird feldorientiert angesteuert. Dies bedeutet, dass der drehmomentbildende- als auch der Blindstrom separat geregelt wird. Die übergeordnete Regel-Architektur ist wie folgt implementiert:

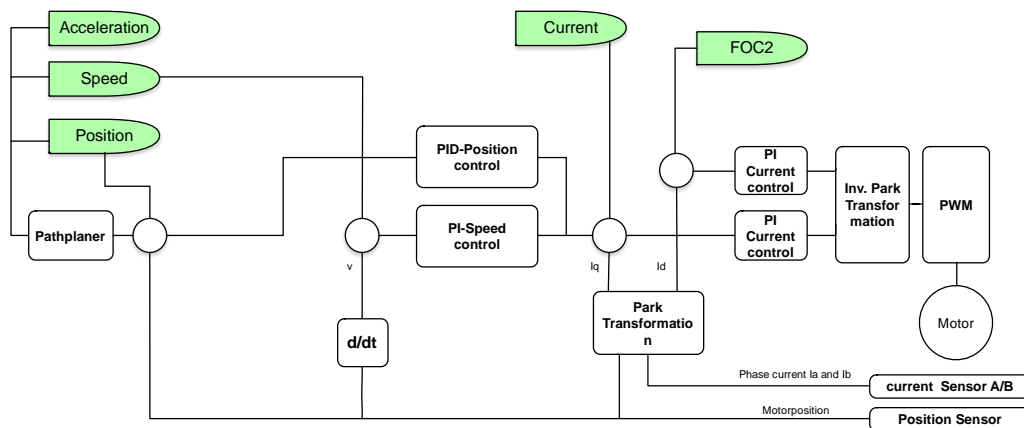


Bild 7: Wirk- und Blindstromregler Architektur (FOC)

Die zwei PI-Regler vor der inversen Park-Transformation:

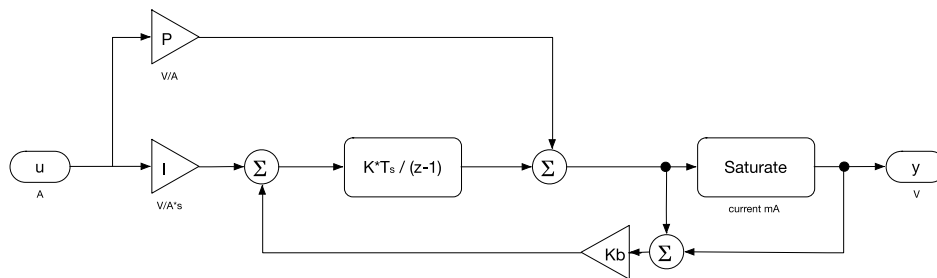


Bild 8: Implementierter Id und Iq Regler

Die zwei PI-Regler für Id und Iq können frei parametrisiert werden.

3.2 PID, Positions und Geschwindigkeits Regler

Bei dem implementierten Positionsregler handelt es sich um einen zeitdiskreten PID Regler, welcher wie folgt aufgebaut ist.

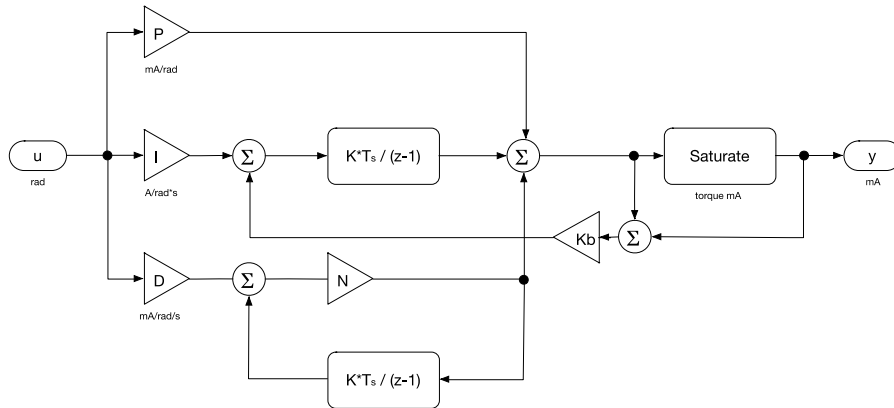


Abbildung 3: PID Regler Architektur (@Mathworks)

Der Positionsregler kann mit 4 Parametern im Parameter oder Zauberreich konfiguriert werden: K_p , K_i , K_d , N und K_b , bzw. K_b , T_1 , T_2 , T_3 .

Zeichen	Einheit	Beschreibung
K_p	Rad/A	Proportionalanteil
K_i	Rad/A/s	Integralanteil
K_d	Rad/A/s/s	Differenzialanteil
K_b	1/s	Anti Windup Verstärkung
N	1/s	Tiefpassfilter des Differenzialanteils

Tabelle 3: PID-T1 Regelparameter

Der HDrive beinhaltet einen Bahngenerator, welcher die Sollwerte für den internen Regelkreis anhand vordefinierter Beschleunigungen generiert.

Der Motor kann in mehreren Modi betrieben werden:

1. Stromregler

Hier wird ein Soll Strom mit dem Parameter „Current“ übergeben. Der Stromregler kontrolliert dann, dass dieser Strom eingehalten wird. Im Allgemeinen gilt: je höher der Strom desto grösser das Drehmoment. Der Stromregler arbeitet mit einem Takt von 22kHz. In diesem Modus sind Positions- oder Geschwindigkeitsregler deaktiviert.

2. Geschwindigkeitsregler

Hier wird die Geschwindigkeit geregelt. Der Regeltakt hier ist 4kHz.

3. Positionsregler

Der Positionsregler kontrolliert eine Zielposition mit Berücksichtigung der maximalen Beschleunigungen und Geschwindigkeiten. Bei dem Implementierten Regler, handelt es sich um einen PID-T1 Regler. Die Parameter P , I , D und die Zeitkonstante T_1 können separat auf die jeweilige Anwendung angepasst werden. Der Regeltakt hier ist 4kHz.

3.3 Motor Zustandsmaschine

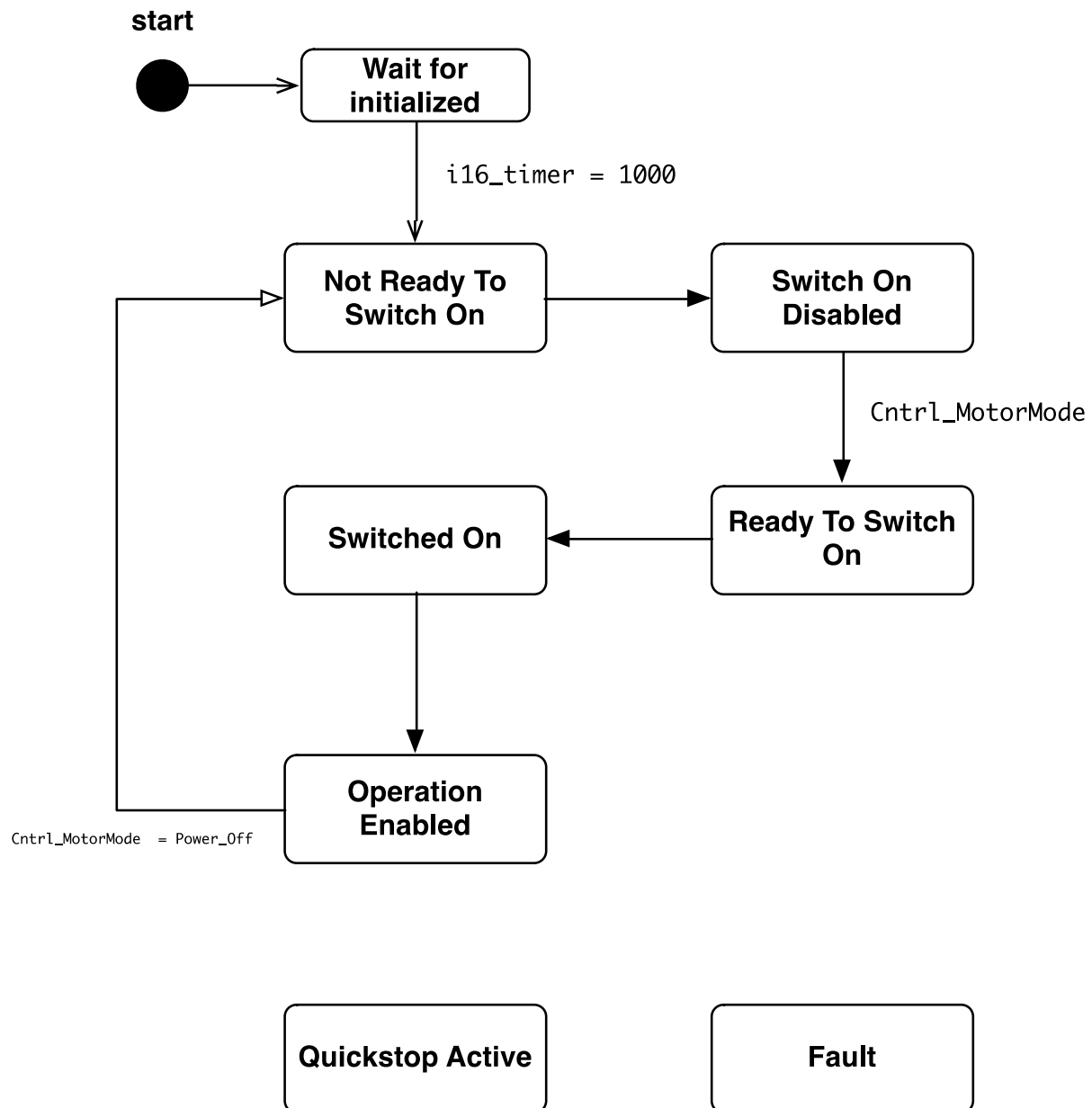


Bild 9: Zustandsdiagramm

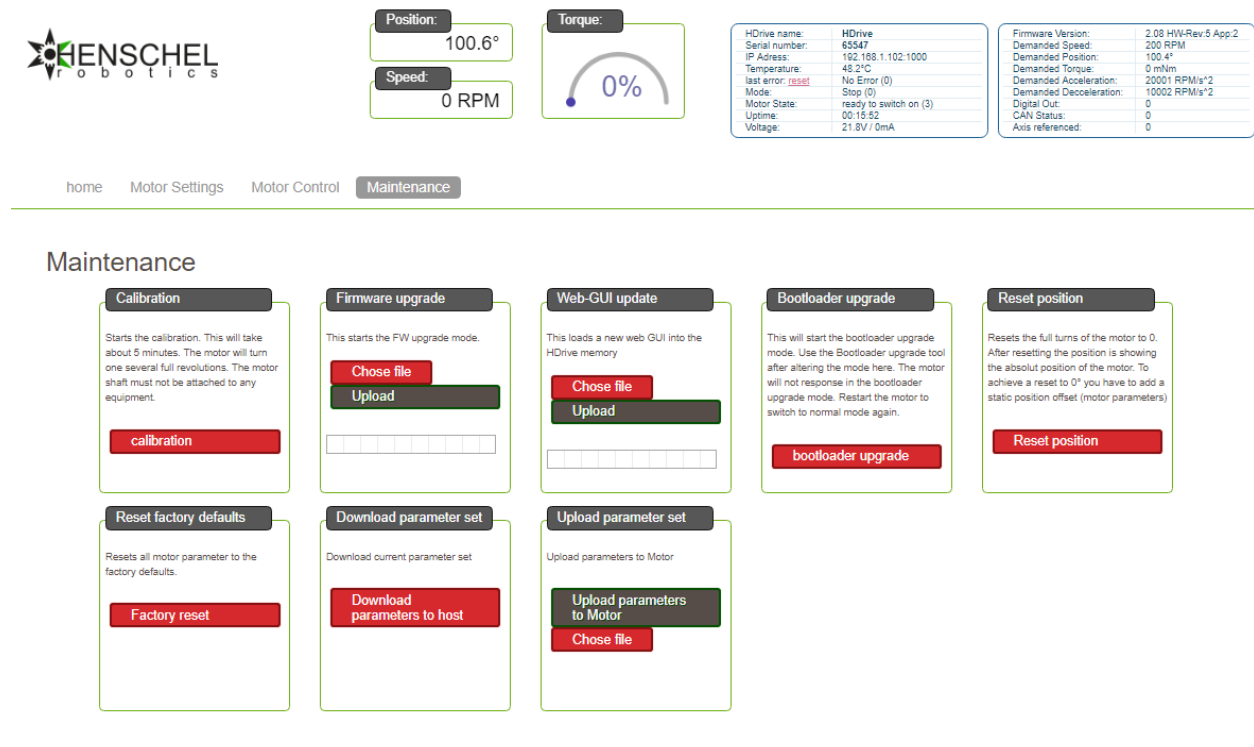
3.4 Motor-Kalibration

Der Motor wird werksseitig vor der Auslieferung kalibriert. Sollte es zu Unstimmigkeiten im Betrieb kommen, welche sich zum Beispiel durch einen schlechten Rundlauf äussern, kann eine erneute Kalibrierung notwendig sein.



Achtung: Bei der Kalibrierung muss die Motorwelle frei drehbar sein.

Der Antrieb kann über das WEB GUI neu kalibriert werden. Hierzu ist es erforderlich, dass am Motor eine Spannung von 12V anliegt und die Motorwelle frei und somit ohne Last drehen kann.



The screenshot shows the Henschel Robotics Web GUI interface. At the top left is the Henschel Robotics logo. To its right are two status boxes: 'Position: 100.6°' and 'Speed: 0 RPM'. Further right is a 'Torque' gauge showing 0%. On the right side, there are two tables of system information.

HDrive name:	HDrive
Serial number:	65547
IP Address:	192.168.1.102:1000
Temperature:	48.2°C
Last error:	reset No Error (0)
Mode:	Stop (0)
Motor State:	ready to switch on (3)
Uptime:	00:15:52
Voltage:	21.8V / 0mA

Firmware Version:	2.08 HW-Rev:5 App:2
Demanded Speed:	200 RPM
Demanded Position:	100.4°
Demanded Torque:	0 mNm
Demanded Acceleration:	20001 RPM/s ²
Demanded Deceleration:	10002 RPM/s ²
Digital Out:	0
CAN Status:	0
Axis referenced:	0

Below the status indicators is a navigation bar with 'home', 'Motor Settings', 'Motor Control', and 'Maintenance' (selected). The main content area is titled 'Maintenance' and contains eight cards:

- Calibration:** Starts the calibration. This will take about 5 minutes. The motor will turn one several full revolutions. The motor shaft must not be attached to any equipment. (Red button: calibration)
- Firmware upgrade:** This starts the FW upgrade mode. (Red button: Chose file, Upload)
- Web-GUI update:** This loads a new web GUI into the HDrive memory. (Red button: Chose file, Upload)
- Bootloader upgrade:** This will start the bootloader upgrade mode. Use the Bootloader upgrade tool after altering the mode here. The motor will not response in the bootloader. (Red button: bootloader upgrade)
- Reset position:** Resets the full turns of the motor to 0. After resetting the position is showing the absolut position of the motor. To achieve a reset to 0° you have to add a static position offset (motor parameters). (Red button: Reset position)
- Reset factory defaults:** Resets all motor parameter to the factory defaults. (Red button: Factory reset)
- Download parameter set:** Download current parameter set. (Red button: Download parameters to host)
- Upload parameter set:** Upload parameters to Motor. (Red button: Upload parameters to Motor, Chose file)

© 2019 Henschel-Robotics GmbH, Web-Gui version 1.00

Bild 10: Maintenance Mode

Im Reiter „Maintenance“ ist der rote Knopf „calibration“ aufgelistet. Nach betätigt dieses Modus macht der Motor einige Umdrehungen als Referenzfahrt und stellt alle notwendigen Parameter ein. Dieser Vorgang kann bis zu 5 Minuten dauern. Das Web GUI darf in dieser Zeit nichtmehr gebraucht werden, da sonst die Kalibrierung unterbrochen werden könnte. Nach der Kalibrierung startet der Motor automatisch neu und die Kommunikation mit dem Web GUI wird fortgesetzt.

4 Kommunikation

Der HDrive verfügt neben dem HTTP Webinterface auch über einen TCP sowie einen UDP Kanal. Letzterer ist nur zum Empfang von Daten vorgesehen. Fahr- und Konfigurationsbefehle werden immer über TCP gesendet. Für die Informations-Telegramme vom Motor kann sowohl das TCP- als auch das UDP-Protokoll im Web GUI konfiguriert werden. Um die Netzwerkauslastung zu reduzieren kann die Sendefrequenz mit einem Vorteiler reduziert werden.

4.1 Befehle zum Antrieb

Mit dem Positionierungs-Telegramm kann dem Motor eine Zielposition, Zielgeschwindigkeit oder ein Zielstrom vorgegeben werden. Der interne Bahnplaner errechnet eine Bahn anhand der vorkonfigurierten Beschleunigungen und Geschwindigkeiten.

4.1.1 ControlTicket

Telegramm um die Position 100.0° mit einer Geschwindigkeit von 200 U/min, einem maximalen Drehmoment von 200mNm bei einer Beschleunigung sowie Verzögerung von 1000 RPM/s² anzufahren:

```
<control pos="1000" speed="200" torque="200" mode="129" acc="1000" decc="1000" />
```



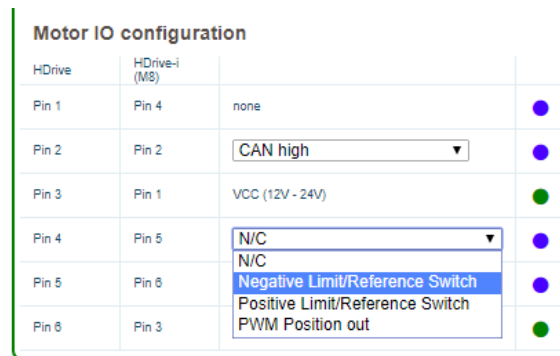
Achtung: Die Reihenfolge der Parameter muss eingehalten werden. Das System ist intolerant auf Leerzeichen in oder vor den Werten und Attributen.

4.1.2 Parameter Beschreibung Control Ticket

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Funktion
Pos	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Definiert die Zielposition
Speed	± 2000	RPM	Definiert die maximale Geschwindigkeit für den integrierten Bahnplaner
Torque	± 600	mNm	Maximales Drehmoment
Mode	-1 bis 133	-	Betriebsmodus
Acc	1 bis 200'000	RPM/s ²	Beschleunigung für Bahnplaner im Modus 129
Decc	1 bis 200'000	RPM/s ²	Verzögerung für Bahnplaner im Modus 129

4.1.3 Betriebsmodis

Mode ID	Funktion	Beschreibung
-1	Error	Der Motor hat einen Fehler. Der Fehlerzustand kann im Web-GUI oder über das Objekt 3.4 ausgelesen werden
0	Stop, Motor Stromlos	Schaltet den Motor stromlos, die Welle ist frei drehbar
8	Stepper mode	Schrittmotor-Modus, kann gebraucht werden für extrem langsame und gleichmässige Bewegungen
9	Motor calibration	Für die Motor Kalibration muss die Welle ohne Widerstand drehen können. Der Motor fährt dann mehrere Umdrehungen. Es wird eine Kalibrationskurve berechnet und im EEPROM des Antriebs permanent gespeichert ¹ .
15	Limit Switch Left Advanced	Der Endschalter kann im Web-GUI als low-active oder high-active konfiguriert werden:



Die Geschwindigkeit sowie das maximale Drehmoment für die Referenzfahrt wird aus dem control ticket mit den Parametern „speed“ und „torque“ entnommen.

1. Der Motor fährt dann nach Links bis der Endschalter für länger als 1 ms aktiviert ist.
2. Sobald der Schalter aktiviert ist wird mit halber Geschwindigkeit zurück gefahren, bis dieser wieder deaktiviert
3. Danach wird weiter bis zum nächsten Encoderindex (maximal 359° gefahren).
4. Der Betriebsmodus wird automatisch auf Modus 20 gewechselt.
5. Danach ist der Kalibrierungsvorgang beendet, der Motor steht nun auf Position $\pm 0.2^\circ$ und kann mit dem positionier Modus auf 0° geregelt werden.

16	Limit Switch Right Advanced	Wie in Limit Switch Left, nur seitenverkehrt
17	Limit Switch Left Simple	Wie in Limit Switch Left nur ohne die Fahrt auf den Encoder Index puls
18	Limit Switch Right Simple	Wie in Limit Switch Left nur seitenverkehrt und ohne die Fahrt auf den Encoder Index puls
20	Limit Switch Finished	Wird von den Zuständen 15-18 aktiviert

¹ Dieser Vorgang muss in der Regel nicht wiederholt werden, der Antrieb wird bereits vom Werk her kalibriert wird.

128	Motor Stromregler	Der Wirkstrom des Motors wird auf einen bestimmten Wert geregelt. Somit wirkt ein konstantes Drehmoment am Motor
129	Motor Positionsregler	Der Positionsregler mit dem aktiviertem Bahnplaner
130	Motor Geschwindigkeitsregler	Geschwindigkeitsregler mit internem Bahnplaner
132	Motor Geschwindigkeitsregler NPP ²	Geschwindigkeitsregler mit deaktiviertem Bahnplaner
133	Motor Positionsregler NPP	Positionsregler mit deaktiviertem Bahnplaner

4.1.4 ConfigTicketCAN



Um diese Konfigurationsticket zu verwenden, müssen erst im Web-GUI die Digital I/O Kanäle auf „CAN-High“ und „CAN-Low“ eingestellt werden. Zudem muss unter dem Reiter „Communication“ bei „Communication Host to HDrive Ticket“ das Ticket: „Can Ticket“ ausgewählt werden.

Mit dem Konfigurationsticket können der CAN-Master-Motor sowie all seine Slaves direkt konfiguriert werden. Es kann somit der Betriebsmodus sowie das maximale Drehmoment jedes einzelnen Antriebes kommuniziert werden. Als Beispiel können so alle Slave Motoren zu einer Referenzfahrt gebracht werden.

² NPP = No Path Planer

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Funktion
Master torque	+/- 600	mNm	Definiert das Zieldrehmoment des Masters
Master Mode			Betriebsmodus des Masters
Slave 1 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave1
Slave 2 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave2
Slave 3 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave3
Slave 4 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave4
Slave 5 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave5
Slave 6 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave6
Slave 7 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave7
Slave 8 torque	+/- 600	mNm	Zieldrehmoment von Slave8
Slave 1 mode			Betriebsmodus des Slaves 1
Slave 2 mode			Betriebsmodus des Slaves 2
Slave 3 mode			Betriebsmodus des Slaves 3
Slave 4 mode			Betriebsmodus des Slaves 4
Slave 5 mode			Betriebsmodus des Slaves 5
Slave 6 mode			Betriebsmodus des Slaves 6
Slave 7 mode			Betriebsmodus des Slaves 7
Slave 8 mode			Betriebsmodus des Slaves 8
Slave 1 special function			Spezial Funktion des Slaves 1
Slave 2 special function			Spezial Funktion des Slaves 2
Slave 3 special function			Spezial Funktion des Slaves 3
Slave 4 special function			Spezial Funktion des Slaves 4
Slave 5 special function			Spezial Funktion des Slaves 5
Slave 6 special function			Spezial Funktion des Slaves 6
Slave 7 special function			Spezial Funktion des Slaves 7
Slave 8 special function			Spezial Funktion des Slaves 8

CAN Special functions:

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Funktion
Sf1-8	0 oder 5	keine	0 = Keine Funktion 5 = Reset last error

Folgendes Beispiel setzt den Betriebsmodus des Masters und seinen 3 ersten Slaves auf 133 (Positionsregler ohne Bahnplaner). Zudem wird das maximale Drehmoment des Masters auf 200mNm und der slaves auf 100mNm gesetzt. Die «special functions» sind werden auf 0 gesetzt (keine Funktion):

```
<canConf m="200" mm="133"
s11t="100" s12t="100" s13t="100" s14t="0" s15t="0" s16t="0" s17t="0" s18t="0"
s11m="133" s12m="133" s13m="133" s14m="0" s15m="0" s16m="0" s17m="0" s18m="0"
sf1m="0" sf2m="0" sf3m="0" sf4m="0" sf5m="0" sf6m="0" sf7m="0" sf8m="0"
/>
```

4.1.5 ControlTicketCAN

Mit dem Control Ticket werden Zielpositionen für alle Motoren gesendet. Diese Zielpositionen werden dann je nach Betriebsmodus, welcher zuvor mit einem ConfigTicketCan generiert wurden angefahren.

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Funktion
Pos	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Definiert die Zielposition des Masters
Slave pos1	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave1
Slave pos2	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave2
Slave pos3	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave3
Slave pos4	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave4
Slave pos5	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave5
Slave pos6	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave6
Slave pos7	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave7
Slave pos8	$\pm 2^{31}$	1/10 Grad	Zielposition von Slave8

```
<canPos pos="1000" s11="200" s12="20" s13="500" s14="1000" s15="1000"
s16="1000" s17="1000" s18="1000" />
```

Als Beispiel könnte eine Start Sequenz wie folgt aussehen:

1. Alle Motoren auf die jeweiligen Limit Switches initialisieren:

```
<canConf m="200" mm="15" s11t="100" s12t="100" s13t="100" s14t="100"
s15t="100" s16t="0" s17t="0" s18t="0" s11m="15" s12m="15" s13m="15"
s14m="15" s15m="15" s16m="0" s17m="0" s18m="0" sf1="15" sf2="15"
sf3="15" sf4="15" sf5="15" sf6="0" sf7="0" sf8="0" />
```
2. Pause 10s
3. Betriebsmodus auf 133 (Positionsregler ohne Bahnplaner) wechseln:

```
<canConf m="200" mm="133" s11t="100" s12t="100" s13t="100" s14t="100"
s15t="100" s16t="0" s17t="0" s18t="0" s11m="133" s12m="133" s13m="133"
s14m="133" s15m="133" s16m="0" s17m="0" s18m="0" />
```
4. Individuelle Zielpositionen Anfahren:

```
<canPos pos="1000" s11="200" s12="20" s13="500" s14="1000" s15="1000"
s16="1000" s17="1000" s18="1000" />
```

4.1.6 AdvancedConfigCAN

Mit dem «advanced config CAN» Ticket werden Profil-Beschleunigungen und Geschwindigkeiten definiert. Diese Profiel Daten werden im Modus 129 «Position Control» oder 130 «Speed Control» benötigt. Im Modus 130 «Position control NPP» haben die Profielkonfigurationen keine Wirkung.

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Funktion
Master_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Mastermotor
Master_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Mastermotor
Master_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Mastermotor

Slave1_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 1
Slave1_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 1
Slave1_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 1
Slave2_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 2
Slave2_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 2
Slave2_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 2
Slave3_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 3
Slave3_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 3
Slave3_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 3
Slave4_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 4
Slave4_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 4
Slave4_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 4
Slave5_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 5
Slave5_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 5
Slave5_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 5
Slave6_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 6
Slave6_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 6
Slave6_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 6
Slave7_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 7
Slave7_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 7
Slave7_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 7
Slave8_speed	Uint16	RPM	Profil Geschwindigkeit für Slave 8
Slave8_acc	Uint16	RPM/s ²	Profil Beschleunigung für Slave 8
Slave8_decc	Uint16	RPM/s ²	Profil Verzögerung für Slave 8

```

<canPos
ms="500" ma="200" md="2000"
s1s="500" s1a="1000" s1d="1000"
s2s="33" s2a="1000" s2d="1000"
s3s="0" s3a="0" s3d="0"
s4s="0" s4a="0" s4d="0"
s5s="0" s5a="0" s5d="0"
s6s="0" s6a="0" s6d="0"
s7s="0" s7a="0" s7d="0"
s8s="0" s8a="0" s8d="0"
/>

```

4.1.7 SystemTicket

Mit dem „System“ Telegramm können verschiedene Systemzustände eingestellt werden.

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Funktion
mode	0 - 11	keine	0 = Firmware Upgrade 1 = Bootloader Upgrade 2 = Position Reset (nicht permanent) 3 = Factory Reset 4 = Save data to EEPROM 5 = Reset last error 6 – 9 = Reserviert 10 = Write Object 11 = Read Object

Bei folgendem Beispiel, wird der Positionssensor des Antriebes in der aktuellen Lage auf 0 gesetzt:

```
<system mode="2" a="1" b="2" c="3" />
```

Nach einem Neustart des Motors entspricht die Laage des Rotors wieder der Absolut Position addiert mit dem Offset vom Web-GUI.

4.1.8 Zustandsobjekte lesen und schreiben

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Funktion
m	0 - 8	keine	Master Index
S	0 – 70	keine	Slave Index
V	$\pm 2^{31}$	Keine	Wert beim schreiben eines Objektes

Lesen des Objektes 3.4 (letzter Error)

```
<objRead m="3" s="4" />
```

Schreiben des Objektes 3.4 (letzter Error)

```
<objWrite m="3" s="4" v="0" />
```

4.2 Meldungen vom Antrieb zum Hostrechner

Sobald eine TCP-Verbindung besteht, wird der Motor über den TCP seine Positionsdaten in Form eines XML formatierten Strings oder binär senden, je nach dem welcher Verbindungs- und Telegramm-Typ im Web GUI ausgewählt wurde.



Im UDP Betrieb können die transportierten Netzwerkdaten reduziert werden.

4.2.1 HDriveTicket

```
<HDrive Position="300" Speed="0" Torque="0" Time="000216" />
```

XML Tag	Wertebereich	Einheit	Bedeutung
Position	10 Stellen	Grad	Beinhaltet die aktuelle Position des Antriebes
Speed	8 Stellen	RPM	Zeigt die aktuelle Geschwindigkeit an
Torque	8 Stellen	mA	Der aktuelle Wirkstrom, welcher im direkten Zusammenhang mit dem Drehmoment steht (Drehmomentkonstante)
Time	10 Stellen	ms	Die Systemzeit in Millisekunden

Dieses Ticket hat immer eine Länge von 82 Byte.

4.2.2 BinaryTicketShort

Dieses Telegramm wird binär übermittelt. Dies hat viele Vorteile in Bezug auf die Rechenzeit, welche insbesondere beim Interpretieren des binären Tickets wesentlich geringer ist.

#	Beschreibung	Anzahl Bits
Word 0	Time	32 Bit
Word 1	Position	32 Bit
Word 2	Speed	32 Bit
Word 3	Torque	32 Bit

Die Ticketlänge beträgt 16 Byte.



Im binären Betrieb können die transportierten Netzwerkdaten als auch die Rechenleistung für die Interpretation der Daten reduziert werden.

4.2.3 BinaryTicket

#	Beschreibung	Anzahl Bits
Word 0	Time [us]	32 Bit
Word 1	Position	32 Bit
Word 2	Speed	32 Bit
Word 3	CurrentA [mA]	32 Bit
Word 4	CurrentB [mA]	32 Bit
Word 5	Calibration value [inc]	32 Bit
Word 6	Fid [mA]	32 Bit
Word 7	Fiq [mA]	32 Bit
Word 8	0	32 Bit
Word 9	Temperatur [1/10°]	32 Bit
Word 10	Motor Modus	32 Bit
Word 11	Motor Spannung [mV]	32 Bit
Word 12	Demanded Speed	32 Bit
Word 13	Demanded Position	32 Bit
Word 14	Demanded Torque	32 Bit
Word 15	Demanded Acceleration	32 Bit
Word 16	Demanded Deceleration	32 Bit
Word 17	GPIO	32 Bit
Word 18	Actual Motor State	32 Bit
Word 19	Software Version	32 Bit
Word 20	Current (RMS) in mA	32 Bit
Word 21	Temp	32 Bit
Word 22	Temp	32 Bit
Word 23	Slave1 Position	32 Bit
Word 24	Slave 2 Position	32 Bit
Word 25	Slave 3 Position	32 Bit
Word 26	Slave 4 Position	32 Bit
Word 27	Slave 5 Position	32 Bit
Word 28	Slave 6 Position	32 Bit
Word 29	Slave 7 Position	32 Bit
Word 30	Slave 8 Position	32 Bit

Total 31 Byte.

BinaryCANTicket

Dieses Telegramm kann nur von einem CAN-Bus Master erzeugt werden und enthält alle Positionsdaten der am CAN-Bus angehängten «Slave» Motoren.

#	Beschreibung	Anzahl Bits
Word 0	Time	32 Bit
Word 1	Master Position	32 Bit
Word 2	Slave 1 Position	32 Bit
Word 3	Slave 2 Position	32 Bit
Word 4	Slave 3 Position	32 Bit
Word 5	Slave 4 Position	32 Bit
Word 6	Slave 5 Position	32 Bit
Word 7	Slave 6 Position	32 Bit
Word 8	Slave 7 Position	32 Bit
Word 9	Slave 8 Position	32 Bit
Word 10	Master Mode	32 Bit
Word 11	Slave 1 Mode	32 Bit
Word 12	Slave 2 Mode	32 Bit
Word 13	Slave 3 Mode	32 Bit
Word 14	Slave 4 Mode	32 Bit
Word 15	Slave 5 Mode	32 Bit
Word 16	Slave 6 Mode	32 Bit
Word 17	Slave 7 Mode	32 Bit
Word 18	Slave 8 Mode	32 Bit
Word 19	Master State	32 Bit
Word 20	Slave 1 State	32 Bit
Word 21	Slave 2 State	32 Bit
Word 22	Slave 3 State	32 Bit
Word 23	Slave 4 State	32 Bit
Word 24	Slave 5 State	32 Bit
Word 25	Slave 6 State	32 Bit
Word 26	Slave 7 State	32 Bit
Word 27	Slave 8 State	32 Bit

Die Ticketlänge beträgt 108 Byte.

5 Fehlerzustände

Die letzten Fehler werden im Motor direkt gespeichert und können über das Web GUI ausgelesen werden.

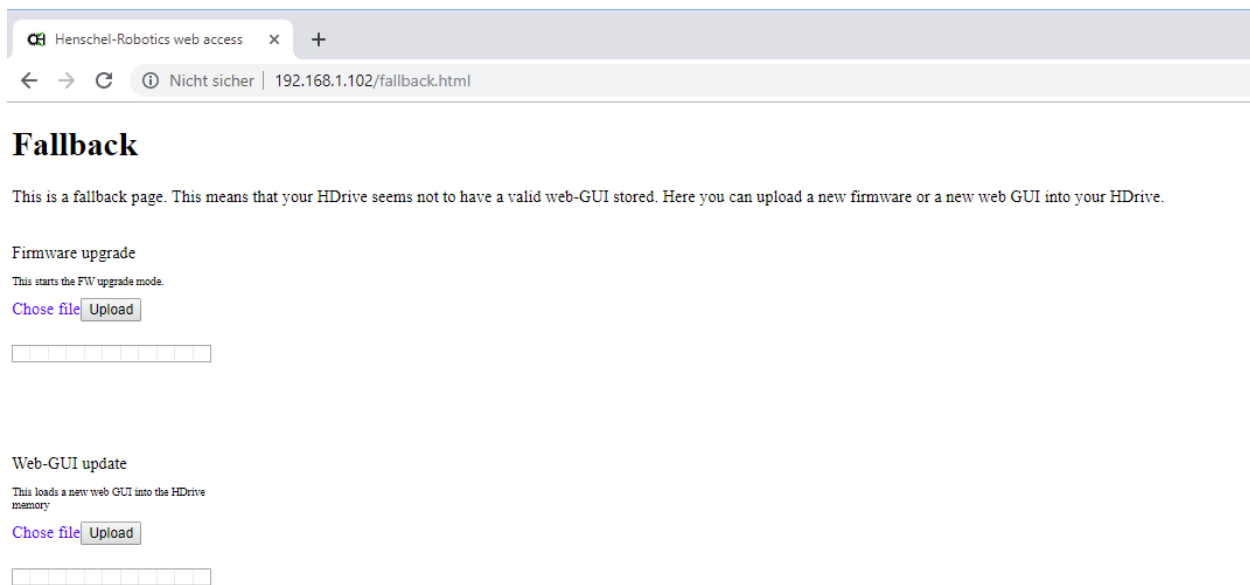
16	over temperatur	Schaltet den Motor aus, wenn die Platinen-Temperatur mehr als 85°C beträgt.
17	under voltage	Schaltet den Motor aus und speichert alle Zustände, falls die Spannung unter 10V absinkt. Dies ist im normalen Betrieb kein Fehler, sondern die Standardprozedur, wenn der Motor ausgeschaltet wird.
18	over voltage	Schaltet den Motor aus, wenn die Betriebsspannung über 30V ist. Insbesondere beim Bremsvorgang kann die Spannung durch den Generatorbetrieb stark ansteigen. Gegebenenfalls muss dem Motor einen zusätzlichen Kondensator oder ein Bremswiderstand hinzugefügt werden, sodass die überschüssige Leistung zwischengespeichert oder in Wärme umgewandelt werden kann.
19	over speed	Ist Motorgeschwindigkeit höher als 2000 RPM kann dies zu einer zu hohen induzierten Spannung führen. Der Motor wird automatisch gebremst.
20	PositiveSoftwarePositionLimit	Das positive Software position limit wurde erkannt und hat den motor gestoppt
21	NegativeSoftwarePositionLimit	Das negative Software position limit wurde erkannt und hat den motor gestoppt
22	NegativeLimitSwitchTriggered	Der negative limit switch wurde bei der referenzierten Achse ausgelöst. Digital I/O nicht als Referenzswitch konfigurieren, falls dieser Fehler nicht gewünscht ist.
23	PositiveLimitSwitchTriggered	Der positive Limit switch wurde bei der Referenzierten Achse ausgelöst. Digital I/O nicht als Referenzswitch konfigurieren, falls dieser Fehler nicht gewünscht ist.
25	LimitSwitchTimeout	Der Positive oder Negative Limit Switch wurde innert 300s nicht gefunden.
26	PosSensorError	Fehler in der Kalibrierung. Dies kann die folge eines mechanischen Defektes sein.
27	PowerStageError	Die Powerschaltung hat entweder eine Unterspannungs oder Übertemperatur Error. Die Unterspannung ist meist das Problem eines Fehlenden Kondensators in der nähe dieser Achse
28	WatchdogTimeout	Das Timeout welches jede Sekunde vom Motor dekrementiert wird. Ist die Funktion eingeschaltet und wird vom Host nicht zurückgesetzt, wird dieser sofort in den Betriebsmodus Stop geschaltet.

6 Firmware Upgrade

Die Firmware des HDrives kann aktualisiert werden. Dies kann über das Webinterface in Menu „Maintenance“ gemacht werden. Danach kann die neue Firmware einfach auf den Motor geladen werden. Die Firmware-Dateien können unter www.henschel-robotics.ch/hdrive/firmware heruntergeladen werden.

6.1 Website Upgrade

Die Webseite welche das GUI beinhaltet kann separat aktualisiert werden. Dies geschieht ähnlich wie beim Firmwareupgrade über den Reiter «Maintenance». Ist kein GUI auf dem Motor vorhanden erscheint bei eingabe der IP-Adresse nur eine weisse Seite. Dann muss nach einschalten des Antriebs direkt mit einem Web-Browser auf die Adresse <http://192.168.1.102/fallback.html> gewechselt werden:



Von hier kann wieder ein funktionierendes Web/GUI sowie auch eine neue Firmware hochgeladen werden.

6.2 Factory Reset

Ist die IP-Adresse unbekannt oder wurde der Motor versehentlich falsch programmiert können die Fabrikeinstellungen zurückgeladen werden. Dazu muss beim Einschalten des HDrives der Pin1 Anschluss drei Mal infolge, innert einer Sekunde, auf VCC gebracht werden. Dies kann mit ein wenig Übung von Hand gemacht werden. Bei erfolgreichem Reset blinkt die LED weiss/pink und wechselt in den Bootloader modus. Von dort kann eine Neue Fimrware ausgespielt werden.

7 Technische Daten

7.1 Standartwerte der Kommunikation bei Auslieferung

IP Adresse:	192.168.1.102
Subnetz Maske	255.255.255.0
TCP-Port:	1000
UDP-Port:	1001

7.2 Elektrische Standardbetriebswerte

7.2.1 Versorgungsspannung

Name	Funktion	Einheit	Wert
VCC	Betriebsspannung	V	12-24
Spitzenstrom		A	3
Dauerstrom		A	2



Der HDrive besitzt einen integrierten Verpolungsschutz und übersteht eine Verpolung kurzzeitig ohne Schaden. Wird die Versorgungsspannung verkehrt angeschlossen zeigt der Antrieb keine Reaktion.

7.2.2 Elektrische absolute Maximalwerte

Name	Funktion	Einheit	Wert
VCC	Versorgungsspannung	V	28
Spitzenstrom	Versorgungsstrom	A	3
Digital In	Digitaler Eingang	V	0 – 24V (0-5V für alle HDrives vor 2018)

7.2.3 Motormerkmale

Name	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
Dimensionen (ohne Getriebe)		42 X 42 X 71.5		mm
Leerlauf Drehzahl	-1'000		1'000	U/min
Haltemoment	-0.5	-	0.5	Nm
single-turn absolut Encoder		14 Bit		
Absolut Genauigkeit kalibriert		+/- 0.2 (1 Sigma)		Grad
Drehmomentkonstante		200		mNm/A

7.2.4 Zeitliche Merkmale

Name	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
Stromreglerfrequenz		24		kHz
Positions/Geschwindigkeitsregler-Frequenz		4		kHz
Startzeit nach Einschalten		2		s
Positionssende Frequenz Ethernet TCP	-	-	0.5	kHz
Positionssende Frequenz Ethernet UDP			2	kHz

7.2.5 Umweltbedingungen

ART	FUNKTION
Umgebungstemperatur	-10 °C bis 40 °C, nicht kondensierend

7.2.6 Statusanzeige LED

LED	FUNKTION
Grün blinkend	Motor betriebsbereit
Grün dauernd	Endstufe eingeschaltet
Rot blinkend	Fehler
Rot und grün schnell blinkend	Firmware Reset
Gelb blinkend	Motor mit WebGUI verbunden
Blau dauernd	Motorendstufe eingeschaltet und WebGui verbunden

7.3 Digitale Ein- und Ausgänge

Die Ein- und Ausgänge am HDrive können dynamisch konfiguriert werden. Jeder GPIO kann als Ein- oder Ausgang definiert werden.

- Eingangsspannung 0...24 VDC (**0-5V für HDrive Modelle vor 2018**)
- Logik 0 < 2.0 V
- Logik 1 > 2.4 V

7.3.1 Eingangsbeschaltung:

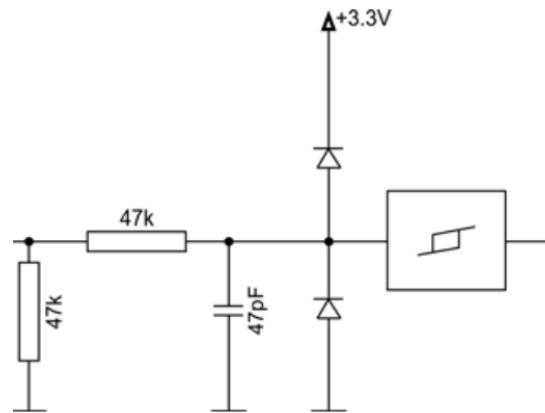


Bild 11: Ein/Ausgangsbeschaltung



Alle Logikeingänge am Motor sind 24V kompatibel.

7.3.2 Drehmomentkurve, Gewicht und Abmessungen

Drehzahl/Drehmoment Verhalten

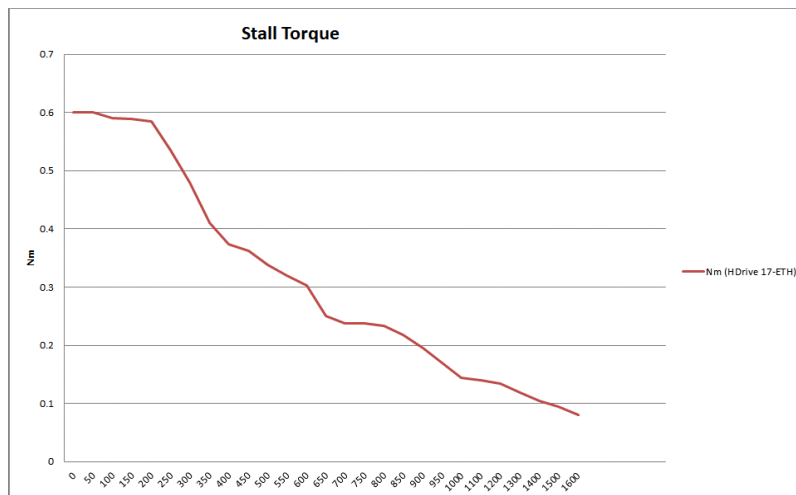
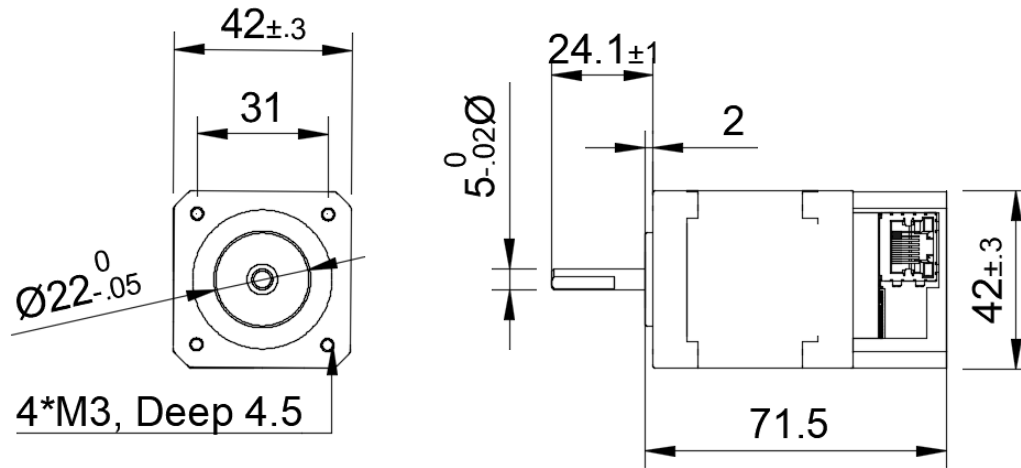


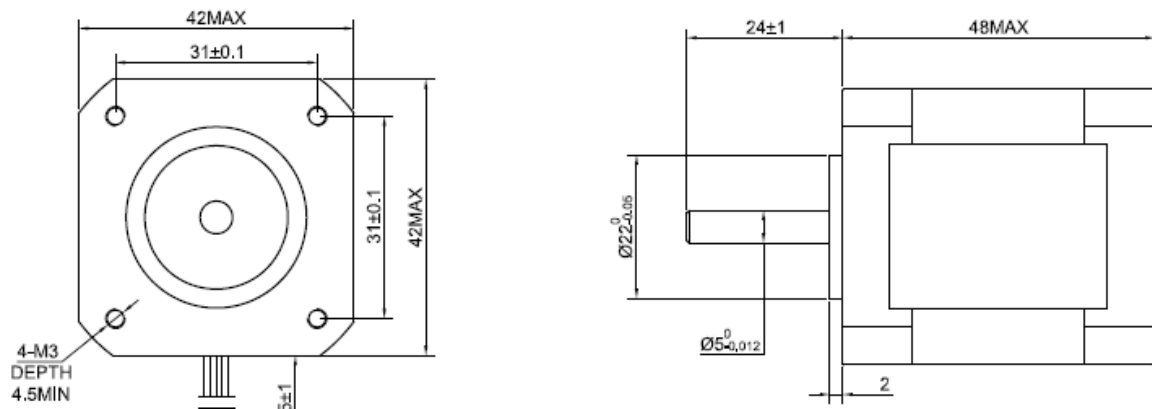
Bild 12: Drehzahl / Drehmomentverlauf

7.3.3 Abmessungen HDrive17-ETH:



Gewicht, 480 Gramm.

7.3.4 Abmessungen HDrive17-ETH-i



Übertemperaturschutz

Test Bedingungen:

25.9°C Aussentemperatur; 24V; Drehmomentmodus Motor blockiert, Strom auf 0.8A geregelt.

Platinen Temperatur steigt nach 12 Minuten auf 75°C und stabilisiert sich dort. Test 3h bei 77°C Antrieb voll funktionsfähig.

8 Beispiele

Weitere Beispiele sind auf www.henschel-robotics.ch zu finden.