

MovingCap flatTRACK EtherCAT – Applikationsbeschreibung

Version 1.3

Datum: 26.05.2025
Firma: Fullmo GmbH
Autor: Daniel Wetzel



Fullmo GmbH
Robert-Bosch-Str.5
88677 Markdorf

Tel.: +49-(0)7 54 4 / 30 73 39-0
Fax: +49-(0)7 54 4 / 30 73 39-9
E-mail: info@fullmo.de

Inhaltsverzeichnis

1	Versionsgeschichte	6
2	LEDs und Anschluss Belegung	7
2.1	LEDs	7
2.1.1	EtherCAT LEDs.....	7
	● EtherCAT Link/Act PortB	7
	● EtherCAT Link/Act PortA	7
	● EtherCAT RUN.....	8
	● EtherCAT ERROR.....	8
2.1.2	Ethernet LED, Firmware Status.....	8
	● TCP Service ACT	8
	● µC Status.....	8
2.2	Anschlüsse	9
2.2.1	Power / I-O.....	9
3	CoE / CANopen over EtherCAT	11
3.1	Zustandsautomat / Control Word 0x6040 nach CiA 402 (DS 402)	11
3.1.1	Übersicht der Zustände	12
3.1.2	Übersicht der Zustandsübergänge	12
3.2	Betriebsarten / Operation Mode 0x6060	12
3.3	PDO Mapping nach CiA 301.....	13
3.3.1	Module	13
3.3.1.1	Mapping 1: csp, current, i/o	13
3.3.1.2	Mapping 2: csp.....	14
4	TwinCAT3.....	16
4.1	Hardware.....	16
4.2	Software	16
4.3	ESI Datei	16
4.4	Module	16

4.5	NC-Achse verbinden	17
4.5.1	Eingänge.....	17
	Status Word.....	17
	Actual Position.....	18
	Actual Velocity.....	18
	ModeOfOperationDisplay.....	19
4.5.2	Ausgänge.....	19
	ControlWord	19
	TargetPosition.....	20
	TargetVelocity.....	20
	ModeOfOperation	21
4.5.3	NC-Achsparameter	21
4.5.4	NC-Online	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: LEDs.....	7
Abbildung 2: Anschlüsse 1 – 4	9
Abbildung 4: CoE Statemachine	11
Abbildung 5:TwinCAT3 PDO Mapping, Slots	16
Abbildung 6: FlatTrack Eingänge / Ausgänge	17
Abbildung 7: NC-Verknüpfung Status Word.....	17
Abbildung 8: NC-Verknüpfung Actual Position.....	18
Abbildung 9: NC-Verknüpfung Actual Velocity	18
Abbildung 10: NC-Verknüpfung ModeOfOperationDisplay.....	19
Abbildung 11: NC-Verknüpfung ControlWord	19
Abbildung 12: NC-Verknüpfung TargetPosition	20
Abbildung 13: NC-Verknüpfung TargetVelocity.....	20
Abbildung 14: NC-Verknüpfung ModeOfOperation	21
Abbildung 15: Achsparameter Einheit mm.....	21
Abbildung 16: Maximal Werte.....	21
Abbildung 17: Skalierung Messsystem 1µm/inc.....	22
Abbildung 18: Schleppfehlerüberwachung "extern"	22
Abbildung 19: Controller Typ	22
Abbildung 20: Max Current einstellen	23
Abbildung 21: Reglerfreigabe	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versionsgeschichte.....	6
Tabelle 2: Steckerbelegung.....	10
Tabelle 3: Zustände.....	12
Tabelle 3: Zustandsübergänge.....	12
Tabelle 4: Betriebsarten.....	13
Tabelle 5: TPDO (Inputs) Mapping csp, current, i/o.....	14
Tabelle 6: RPDO (Outputs) Mapping csp, current, i/o.....	14
Tabelle 7: TPDO (Inputs) Mapping csp.....	15
Tabelle 8: RPDO (Outputs) Mapping csp.....	15

Referenzen

[1]: MovingCap Ethernet Antriebe – Kurzanleitung

<https://movingcap.de/webmanuals/eth/index.html>

[1]: Einführung in CANopen, CoE (CANopen over EtherCAT) und die CiA 402
Gerätespezifikation

https://movingcap.de/CANopen_CoE_EtherCAT_introduction_de/

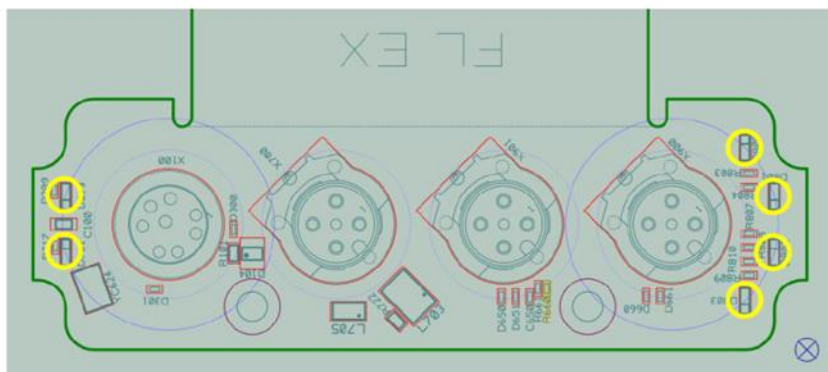
1 Versionsgeschichte

Version	Datum	Beschreibung	Änderung
1.3	26.05.2025	Formatierung; DE+EN	OH
1.2	29.04.2025	Formatierung, Objektnummern, Referenzen	OH
1.1	08.04.2025	Ergänzungen OH eingepflegt	Daniel Wetzel
1.0	19.02.2025	Dokument erstellt	Daniel Wetzel

Tabelle 1: Versionsgeschichte

2 LEDs und Anschluss Belegung

2.1 LEDs



uC-STATUS
TCP Service ACT

EtherCAT Link/Act PortA
EtherCAT Link/Act PortB
EtherCAT RUN
EtherCAT ERROR

Abbildung 1: LEDs

2.1.1 EtherCAT LEDs

Die LEDs befinden sich auf der rechten Seite.

● EtherCAT Link/Act PortB

- **Aus (Off):** Keine physikalische Verbindung (kein Kabel angeschlossen oder defekt)
- **Ein (On):** Physikalische Verbindung vorhanden, aber keine Kommunikation
- **Blinkend:** Datenverkehr auf dem EtherCAT-Port (Frames werden empfangen/gesendet)

● EtherCAT Link/Act PortA

- **Aus (Off):** Keine physikalische Verbindung (kein Kabel angeschlossen oder defekt)
- **Ein (On):** Physikalische Verbindung vorhanden, aber keine Kommunikation
- **Blinkend:** Datenverkehr auf dem EtherCAT-Port (Frames werden empfangen/gesendet)

EtherCAT RUN

Diese LED zeigt den Zustand der EtherCAT-Kommunikation bzw. des Slave-Zustands an:

- **Aus (Off):** Gerät ist nicht im EtherCAT-Netzwerk eingebunden
- **Blinkmuster (1 Hz):** Gerät ist im **Init-** oder **Pre-Operational-**Zustand
- **Dauerhaft Ein:** Gerät ist im **Safe-Operational-** oder **Operational-**Modus

EtherCAT ERROR

Diese LED zeigt den Zustand der EtherCAT-Kommunikation bzw. des Slave-Zustands an:

Ein (On): Gerät hat einen Fehler oder Kommunikationsstörung

2.1.2 Ethernet LED, Firmware Status

Die LEDs befinden sich auf der linken Seite

TCP Service ACT

- **Aus (Off):**
Kein Ethernet-Kabel angeschlossen, oder keine physische Verbindung
- **Ein (On):**
Ethernet-Kabel ist angeschlossen, physikalische Verbindung steht.
- **Blinkend:**
Es findet Netzwerkaktivität statt (Daten werden gesendet/empfangen)

µC Status

Diese LED zeigt den Zustand der µC Firmware an

- **Aus (Off):** Bootloader aktiv
- **Blinkmuster (1 Hz):** Antriebs-Firmware aktiv. Das Blinkmuster sendet u.a. die aktuelle TCP/IP-Adresse der Ethernet-Serviceschnittstelle. Siehe: <https://movingcap.de/webmanuals/eth/index.html?anzeigen.html>

2.2 Anschlüsse

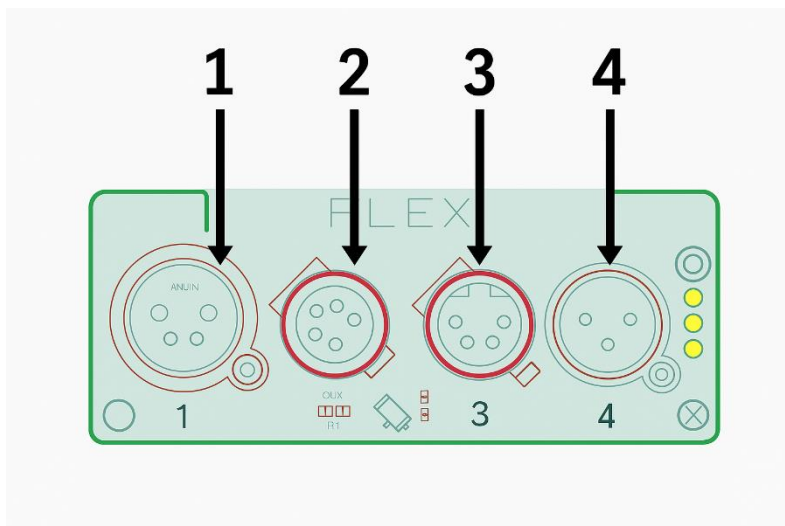


Abbildung 2: Anschlüsse 1 – 4

1. Power /I-O
2. Ethernet, Service Schnittstelle
3. EtherCAT PortA
4. EtherCAT PortB

2.2.1 Power / I-O

MCFLAT ETH (MovingCap flatTRACK Ethernet) MCSHORT ETH (MovingCap shortTRACK Ethernet) POWER + I/O M12 Buchse Hybrid, 8-polig, Kodierung: Y			
Pin	Bezeichnung	Beschreibung	Farbe *1)
1	IN10 (opt. HW_EN)	Digitaleingang 24 Vdc	weiß/orange
2	IO1	Digitalein/-ausgang 24 Vdc	orange
3	IN8	Digitaleingang 24 Vdc	weiß/grün
4	IO2	Digitalein/-ausgang 24 Vdc	grün
5	U_PWR	Leistungsversorgung 24-48 Vdc	blau

6	GND	GND Logik + Power	weiß
7	U_LOGIK	Logikversorgung 24 Vdc	braun
8	IN7	Digitaleingang 24 Vdc	schwarz

*1) Farben der Einzeladern bei Anschlusskabel Phoenix Contact NBC-M12MSY Hybridkabel M12 8-polig, Y-Kodierung

Tabelle 2: Steckerbelegung

Die Zustandsübergänge werden über das **Steuerwort (Controlword, Index 0x6040)** gesteuert. Der aktuelle Zustand wird im **Statuswort (Statusword, Index 0x6041)** zurückgemeldet.

3.1.1 Übersicht der Zustände

Zustand	Beschreibung	Statuswort (0x6041)
Not Ready to Switch On	Antrieb ist nicht betriebsbereit, Initialisierung läuft	0x0000
Switch On Disabled	Antrieb gesperrt, kann nicht eingeschaltet werden	0x0040
Ready to Switch On	Antrieb kann eingeschaltet werden	0x0021
Switched On	Antrieb eingeschaltet, aber nicht betriebsbereit	0x0023
Operation Enabled	Antrieb ist betriebsbereit und steuerbar	0x0027
Quick Stop Active	Notstopp aktiv, aber Stromversorgung noch an	0x0007
Fault Reaction Active	Fehlerreaktion aktiv, abhängig vom Fehlerverhalten	0x000F
Fault	Fehlerzustand, Antrieb gesperrt	0x0008

Tabelle 3: Zustände

3.1.2 Übersicht der Zustandsübergänge

Ausgangszustand	Ereignis/Befehl	Zielzustand	Steuerwort (0x6040)
Not Ready to Switch On	Automatische Initialisierung	Switch On Disabled	-
Switch On Disabled	Shutdown	Ready to Switch On	0x06
Ready to Switch On	Switch On	Switched On	0x07
Switched On	Enable Operation	Operation Enabled	0x0F
Operation Enabled	Quick Stop	Quick Stop Active	0x02
Quick Stop Active	Enable Operation erneut setzen	Operation Enabled	0x0F
Jeder Zustand	Fehler aufgetreten	Fault	-
Fault	Automatischer Übergang	Fault Reaction Active	-
Fault	Fault Reset	Switch On Disabled	0x80

Tabelle 4: Zustandsübergänge

3.2 Betriebsarten / Operation Mode 0x6060

Modus	Beschreibung	Anwendung	Modus
-------	--------------	-----------	-------

PPM (Profile Position Mode)	Einmaliges Senden eines Positionsbefehls, Antrieb führt ihn selbstständig aus.	Punkt-zu-Punkt-Bewegungen	PPM (Profile Position Mode)
CSP (Cyclic Synchronous Position Mode)	Kontinuierliche Positionsvorgabe durch den Master mit hochgenauer Synchronisation.	Hochdynamische Bewegungen, Robotik	CSP (Cyclic Synchronous Position Mode)

Tabelle 5: Betriebsarten

Die Auswahl der Betriebsart erfolgt über das Objekt 0x6060:

PPM Mode 1

CSP Mode 8

Der Wert für das Objekt 0x6060 wird in das **Objekt 0x6061 (Modes of Operation Display)** übernommen, sobald der Modus aktiv ist.

3.3 PDO Mapping nach CiA 301

PDOs sind Kommunikationsobjekte, die für den schnellen Austausch von Prozessdaten zwischen EtherCAT-Master und -Slave-Geräten verwendet werden. Sie übertragen Daten in Echtzeit und ermöglichen eine zyklische Kommunikation.

Es gibt zwei Hauptarten von PDOs:

TPDO (Transmit PDO): Wird verwendet, um Daten vom Slave zum Master zu übertragen.

RPDO (Receive PDO): Wird verwendet, um Daten vom Master zum Slave zu übertragen.

3.3.1 Module

3.3.1.1 Mapping 1: csp, current, i/o

Index	Size	Offs	Name	Type	TwinCat NC Mapping
0x6041:00	2.0	0.0	Status Word	UINT	<0-7> nState1 . In . Eingänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <8-15> nState2 . In . Eingänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6064:00	4.0	2.0	Actual Position	DINT	<0-15> nDataIn1[0] . nDataIn1 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <16-31> nDataIn1[1] . nDataIn1 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x606C:00	4.0	6.0	Actual Velocity	DINT	<0-15> nDataIn7[0] . nDataIn7 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF

					<16-31> nDataIn7[1] . nDataIn7 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6061:00	1.0	10.0	Modes of Operation Display	USINT	nState5 . In . Eingänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6078:00	2.0	11.0	Actual Current	INT	nDataIn3[0] . nDataIn3 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x60FE	4.0	13.0	Digital Outputs	DINT	

Tabelle 6: TPDO (Inputs) Mapping csp, current, i/o

Index	Size	Offs	Name	Type	TwinCat NC Mapping
0x6040:00	2.0	0.0	Control Word	UINT	<0-7> nCtrl1 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <8-15> nCtrl2 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x607A:00	4.0	2.0	Target Position	DINT	<0-15> nDataOut1[0] . nDataOut1 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <16-31> nDataOut1[1] . nDataOut1 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x60FF:00	4.0	6.0	Target Velocity	DINT	<0-15> nDataOut2[0] . nDataOut2 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <16-31> nDataOut2[1] . nDataOut2 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6060:00	1.0	10.0	Modes of Operation	USINT	nCtrl5 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6073:00	2.0	11.0	Max Current	INT	
0x60FD	4.0	13.0	Digital Inputs	DINT	

Tabelle 7: RPDO (Outputs) Mapping csp, current, i/o

3.3.1.2 Mapping 2: csp

Index	Size	Offs	Name	Type	TwinCat NC Mapping
-------	------	------	------	------	--------------------

0x6041:00	2.0	0.0	Status Word	UINT	<0-7> nState1 . In . Eingänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <8-15> nState2 . In . Eingänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6064:00	4.0	2.0	Actual Position	DINT	<0-15> nDataIn1[0] . nDataIn1 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <16-31> nDataIn1[1] . nDataIn1 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x606C:00	4.0	6.0	Actual Velocity	DINT	<0-15> nDataIn7[0] . nDataIn7 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <16-31> nDataIn7[1] . nDataIn7 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6061:00	1.0	10.0	Modes of Operation Display	USINT	nState5 . In . Eingänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF

Tabelle 8: TPDO (Inputs) Mapping csp

Index	Size	Offs	Name	Type	TwinCat NC Mapping
0x6040:00	2.0	0.0	Control Word	UINT	<0-7> nCtrl1 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <8-15> nCtrl2 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x607A:00	4.0	2.0	Target Position	DINT	<0-15> nDataOut1[0] . nDataOut1 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <16-31> nDataOut1[1] . nDataOut1 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x60FF:00	4.0	6.0	Target Velocity	DINT	<0-15> nDataOut2[0] . nDataOut2 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <16-31> nDataOut2[1] . nDataOut2 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
0x6060:00	1.0	10.0	Modes of Operation	USINT	nCtrl5 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF

Tabelle 9: RPDO (Outputs) Mapping csp

4 TwinCAT3

4.1 Hardware

Fullmo FlatTrack HW Revision xxx mit integriertem EtherCAT Slave Controller.
Firmwareversion yy

4.2 Software

TwinCAT System Manager v3.1 (Build 4364)
TwinCAT Version v3.1.402.62

4.3 ESI Datei

- TwinCAT schließen.
- Kopieren der Datei „fullmoFlatTrackDS402.xml“ in
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT
- TwinCAT starten.

4.4 Module

Auswahl des PDO Mappings über den entsprechenden Slot. Siehe 3.3.1

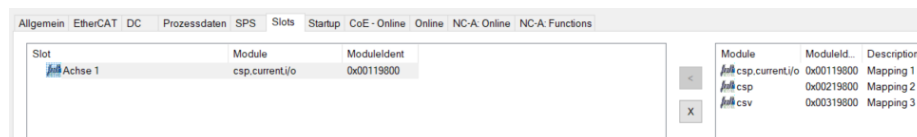


Abbildung 4:TwinCAT3 PDO Mapping, Slots

4.5 NC-Achse verbinden

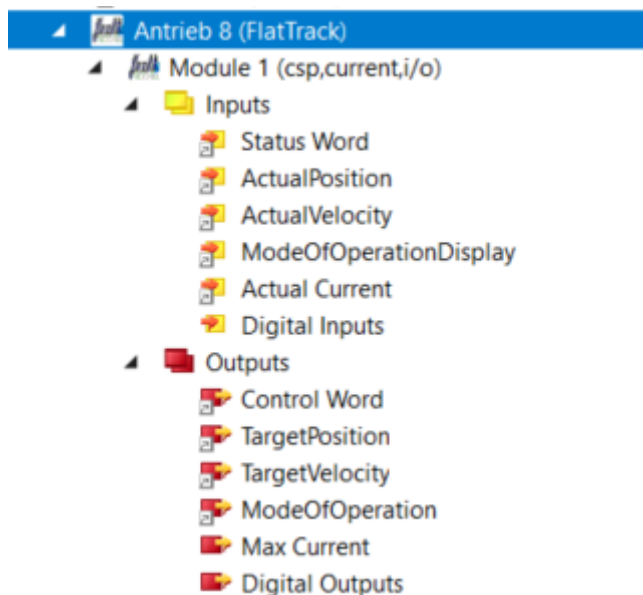


Abbildung 5: FlatTrack Eingänge / Ausgänge

4.5.1 Eingänge

Status Word

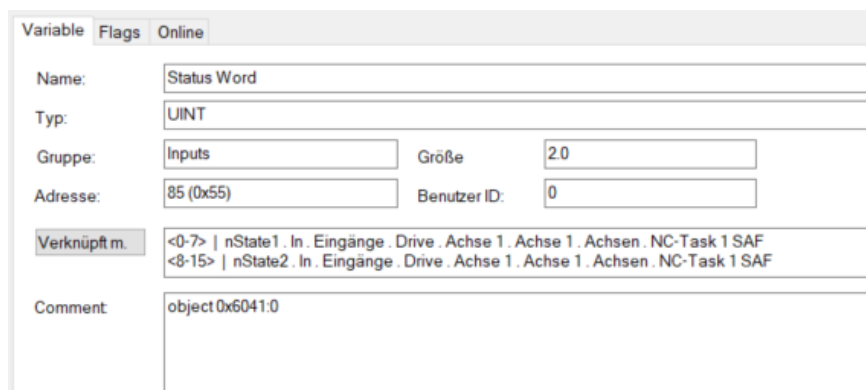


Abbildung 6: NC-Verknüpfung Status Word

Actual Position

The screenshot shows the configuration window for the 'ActualPosition' variable. The window title is 'FlatTrack CX5130 - ScopeWizard'. The variable is currently 'Online'. The configuration details are as follows:

- Name:** ActualPosition
- Typ:** DINT
- Gruppe:** Inputs
- Größe:** 4.0
- Adresse:** 87 (0x57)
- Benutzer ID:** 0
- Verknüpft m.:** nDataIn1 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
- Comment:** object 0x6064:0

Abbildung 7: NC-Verknüpfung Actual Position

Actual Velocity

The screenshot shows the configuration window for the 'ActualVelocity' variable. The window title is 'FlatTrack CX5130 - ScopeWizard'. The variable is currently 'Online'. The configuration details are as follows:

- Name:** ActualVelocity
- Typ:** DINT
- Gruppe:** Inputs
- Größe:** 4.0
- Adresse:** 91 (0x5B)
- Benutzer ID:** 0
- Verknüpft m.:** nDataIn7 . In . Eingänge . Enc . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF
- Comment:** object 0x606C:0
- ADS Info:** Port: 11, IGrp: 0x3040010, IOffs: 0x8000005B, Len: 4
- Full Name:** TIID^Device 1 (EtherCAT)^Box 7 (FlatTrack)^Module 1 (csv.csp - axis)^Inputs^ActualVelocity

Abbildung 8: NC-Verknüpfung Actual Velocity

ModeOfOperationDisplay

atTrack CX5130		ScopeWizard	
Variable		Flags	Online
Name:	ModeOfOperationDisplay		
Typ:	USINT		
Gruppe:	Inputs	Größe:	1.0
Adresse:	95 (0x5F)	Benutzer ID:	0
Verknüpfung:	nState5 . In . Eingänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF		
Comment:	object 0x6061:0		
ADS Info:	Port: 11, IGrp: 0x3040010, IOfs: 0x8000005F, Len: 1		

Abbildung 9: NC-Verknüpfung ModeOfOperationDisplay

4.5.2 Ausgänge

ControlWord

atTrack CX5130		ScopeWizard	
Variable		Flags	Online
Name:	Control Word		
Typ:	UINT		
Gruppe:	Outputs	Größe:	2.0
Adresse:	85 (0x55)	Benutzer ID:	0
Verknüpfung:	<0-7> nCtrl1 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF <8-15> nCtrl2 . Out . Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF		
Comment:	object 0x6040:0		
ADS Info:	Port: 11, IGrp: 0x3040010, IOfs: 0x81000055, Len: 2		

Abbildung 10: NC-Verknüpfung ControlWord

TargetPosition

Variable	Flags	Online
Name:	TargetPosition	
Typ:	DINT	
Gruppe:	Outputs	Größe: 4.0
Adresse:	87 (0x57)	Benutzer ID: 0
Verknüpft m.:	nDataOut1 . Out. Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF	
Comment:	object 0x607A:0	
ADS Info:	Port: 11, IGrp: 0x3040010, IOfs: 0x81000057, Len: 4	

Abbildung 11: NC-Verknüpfung TargetPosition

TargetVelocity

Variable	Flags	Online
Name:	TargetVelocity	
Typ:	DINT	
Gruppe:	Outputs	Größe: 4.0
Adresse:	91 (0x5B)	Benutzer ID: 0
Verknüpft m.:	nDataOut2 . Out. Ausgänge . Drive . Achse 1 . Achse 1 . Achsen . NC-Task 1 SAF	
Comment:	object 0x60FF:0	
ADS Info:	Port: 11, IGrp: 0x3040010, IOfs: 0x8100005B, Len: 4	
Full Name:	TID~Device 1 (EtherCAT)~Box 7 (FlatTrack)~Module 1 (csv.csp - axis)~Outputs~TargetVelocity	

Abbildung 12: NC-Verknüpfung TargetVelocity

ModeOfOperation

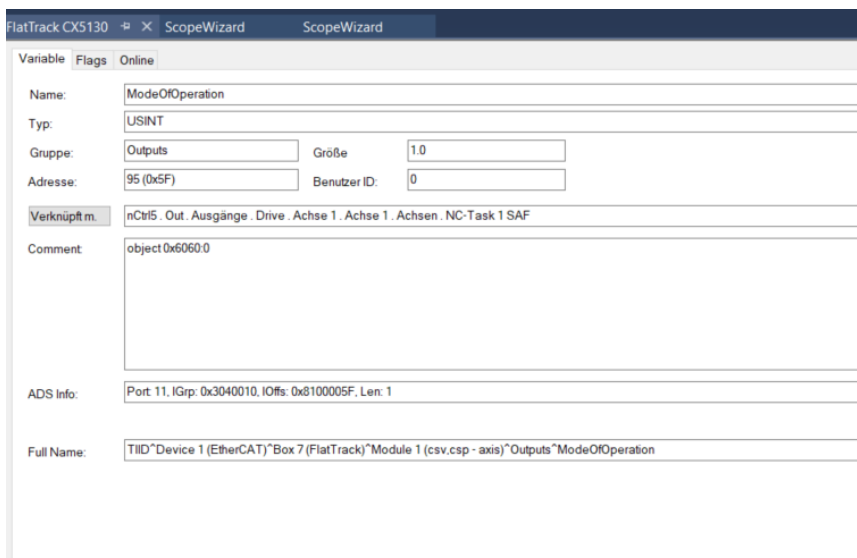


Abbildung 13: NC-Verknüpfung ModeOfOperation

4.5.3 NC-Achsparameter

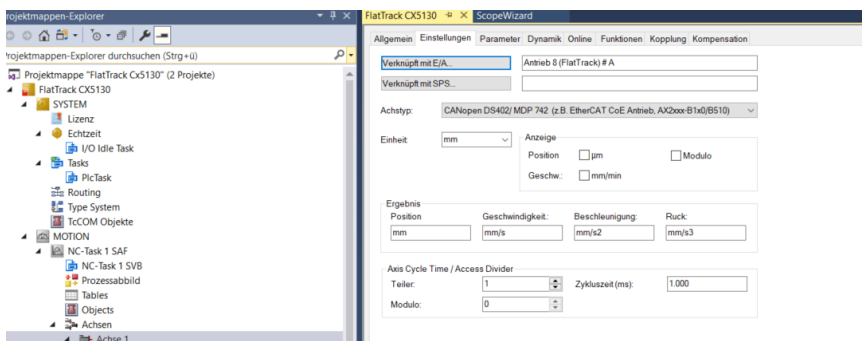


Abbildung 14: Achsparameter Einheit mm

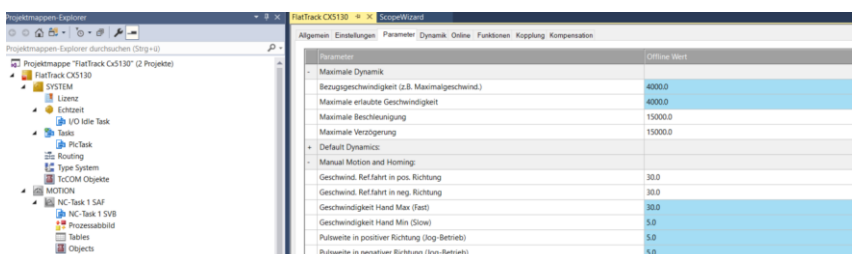


Abbildung 15: Maximal Werte

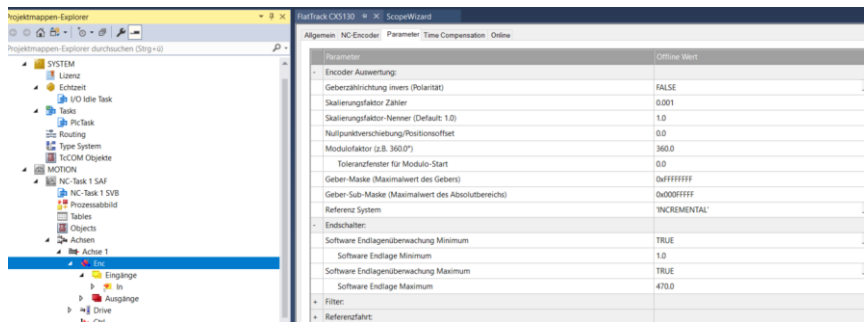


Abbildung 16: Skalierung Messsystem 1µm/inc

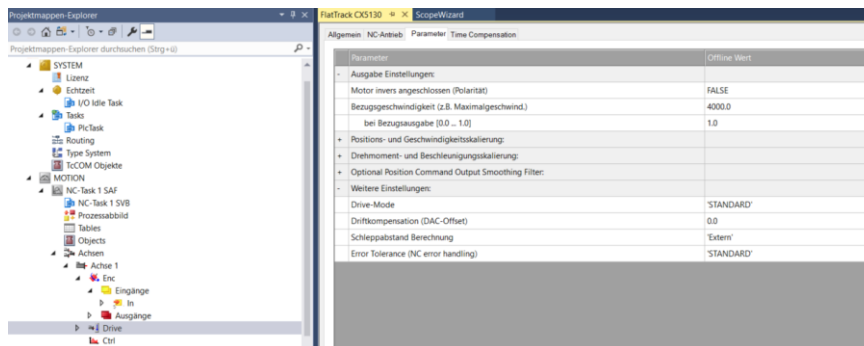


Abbildung 17: Schleppfehlerüberwachung "extern"

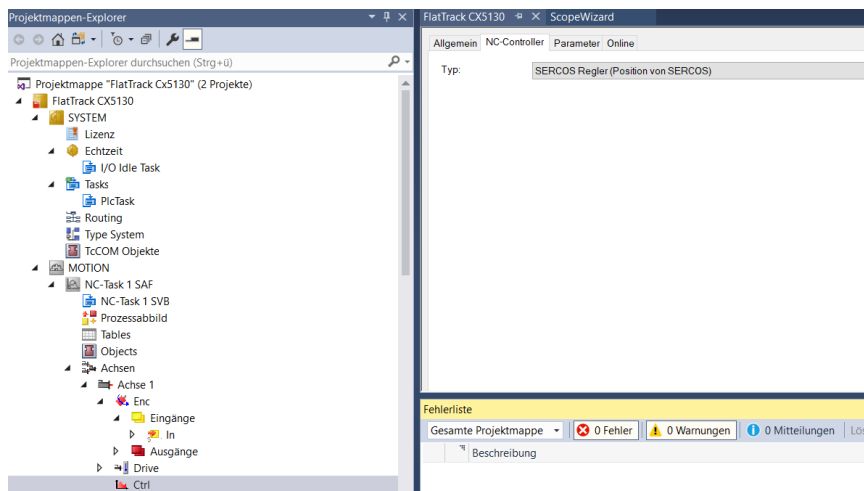


Abbildung 18: Controller Typ

4.5.4 NC-Online

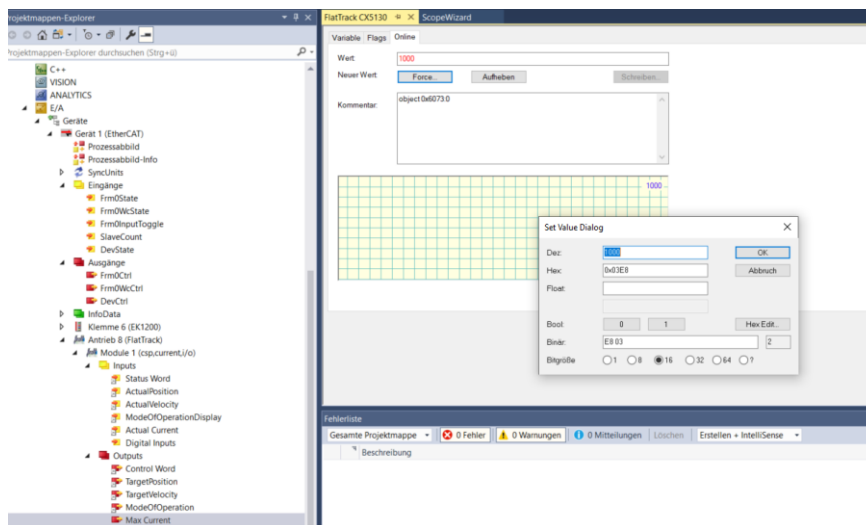


Abbildung 19: Max Current einstellen

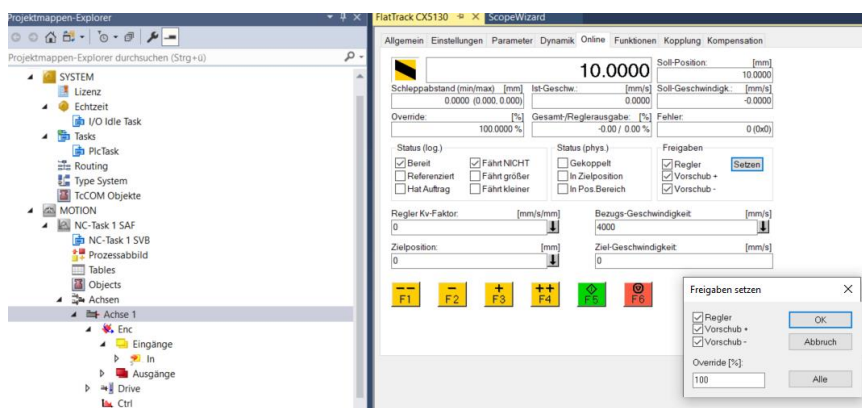


Abbildung 20: Reglerfreigabe