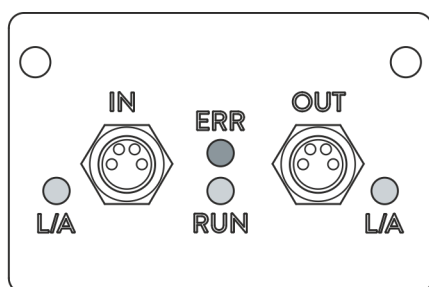


Betriebsanleitung

Schnittstellenmodul LRZ 931

EtherCAT-Modul



EtherCAT[®] 
Conformance tested

Hersteller:

LAUDA DR. R. WOBSE GMBH & CO. KG

Laudaplatz 1

97922 Lauda-Königshofen

Deutschland

Telefon: +49 (0)9343 503-0

Telefax: +49 (0)9343 503-222

E-Mail: info@lauda.de

Internet: <https://www.lauda.de>

Originalbetriebsanleitung

Q4DA-E.13-025, 1, de_DE 4.5.2022 © LAUDA 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	5
1.1	Bestimmungsgemäßer Gebrauch	5
1.2	Kompatibilität.....	5
1.3	Technische Änderungen.....	6
1.4	Garantiebedingungen.....	6
1.5	Copyright.....	6
1.6	Kontakt LAUDA.....	6
2	Sicherheit.....	7
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise und Warnhinweise.....	7
2.2	Hinweise zum Schnittstellenmodul.....	8
2.3	Personalqualifikation.....	8
3	Auspacken.....	9
4	Gerätebeschreibung.....	10
4.1	Was ist EtherCAT?.....	10
4.2	Zweckbestimmung.....	10
4.3	Aufbau.....	10
4.4	LED-Statussignale.....	11
5	Vor der Inbetriebnahme.....	12
5.1	Schnittstellenmodul einbauen.....	12
5.2	Modulbox verwenden.....	14
6	Inbetriebnahme.....	15
6.1	Kontaktbelegung.....	15
6.2	Software-Update.....	15
7	Betrieb.....	16
7.1	EtherCAT-Grundlagen.....	16
7.2	Menüstruktur.....	19
7.3	Schnittstellenfunktionen.....	20
7.3.1	Lesebefehle (Status).....	20
7.3.2	Schreibbefehle (Control).....	23
7.3.3	Verfügbarkeit der Schnittstellenfunktionen.....	23
7.4	CoE-Objektverzeichnis.....	25
7.5	Interaktion mit der Applikation.....	27
7.5.1	Gesicherten Zustand konfigurieren.....	27
7.5.2	Wertebereich.....	28
7.5.3	Sammelmeldungen.....	28
7.5.4	Zeitverhalten.....	28
7.5.5	Manuelle Steuerung.....	29

7.6	Interaktion mit LiBus-Protokoll.....	30
7.6.1	LiBus-Parameter der EtherCAT-Schnittstelle (ECM-Parameter).....	30
7.6.2	LiBus-Meldungen an der EtherCAT-Schnittstelle (ECM-Status).....	31
8	Instandhaltung.....	32
9	Störungen.....	33
9.1	Alarm.....	33
9.2	Fehler.....	33
9.3	Warnung.....	34
10	Außerbetriebnahme.....	35
11	Entsorgung.....	36
12	Technische Daten.....	37
13	Index.....	38

1 Allgemeines

Viele LAUDA Temperiergeräte besitzen freie Modulschächte für den Einbau zusätzlicher Schnittstellen. Anzahl, Größe und Anordnung der Modulschächte variieren gerätespezifisch und sind in der Betriebsanleitung des Temperiergeräts beschrieben. Zwei zusätzliche Modulschächte können mit der als Zubehör erhältlichen LiBus-Modulbox bereitgestellt werden, die als externes Gehäuse an der LiBus-Schnittstelle des Temperiergeräts angeschlossen wird.

Die vorliegende Betriebsanleitung beschreibt Einbau und Konfiguration des EtherCAT-Moduls (Best.-Nr. LRZ 931).

Die EtherCAT-Schnittstelle dient dazu, das Temperiergerät über den EtherCAT-Befehlssatz anzusteuern. Die dafür nutzbaren Schnittstellenfunktionen sind in den Kapiteln ↗ Kapitel 7.3.1 „Lesebefehle (Status)“ auf Seite 20 und ↗ Kapitel 7.3.2 „Schreibbefehle (Control)“ auf Seite 23 beschrieben.

1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Schnittstellenmodul darf nur bestimmungsgemäß und unter den in der vorliegenden Betriebsanleitung angegebenen Bedingungen betrieben werden.

Das Schnittstellenmodul ist ein Zubehör, das die Anschlussmöglichkeiten eines LAUDA Temperiergeräts erweitert. Es darf nur in ein Temperiergerät eingebaut werden, das die bereitgestellte Schnittstelle unterstützt. Eine Liste der kompatiblen Gerätelinien finden Sie im Kapitel "Kompatibilität" der vorliegenden Betriebsanleitung.

Ebenso zulässig ist der Betrieb des Schnittstellenmoduls in Verbindung mit der LiBus-Modulbox (LAUDA Best.-Nr. LCZ 9727). Montage und Anschluss der Modulbox sind ebenfalls in der vorliegenden Betriebsanleitung beschrieben.

Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

- Betrieb nach unvollständig ausgeführter Montage
- Betrieb an einem nicht kompatiblen Temperiergerät
- Betrieb mit defekten oder nicht normgerechten Kabeln oder Anschlüssen

1.2 Kompatibilität

Das Schnittstellenmodul ist für folgende LAUDA Gerätelinien als Zubehör verfügbar:

- Integral IN
- PRO
- Variocool
- Variocool NRTL



Kein Betrieb typgleicher Schnittstellen

Je Temperiergerät darf stets nur eine Schnittstelle des Typs EtherCAT verwendet werden. Dies gilt unabhängig von der Bauart der Schnittstelle.

1.3 Technische Änderungen

Ohne schriftliche Genehmigung des Herstellers ist jede technische Änderung verboten. Bei Schäden durch Nichtbeachtung erlischt jeglicher Anspruch auf Gewährleistung.

LAUDA bleiben jedoch technische Änderungen generell vorbehalten.

1.4 Garantiebedingungen

LAUDA gewährt standardmäßig ein Jahr Garantie.

1.5 Copyright

Diese Betriebsanleitung wurde in Deutsch verfasst, geprüft und freigegeben. Sollten in anderssprachigen Ausgaben inhaltliche Abweichungen auftreten, sind die Angaben in der deutschen Ausgabe maßgebend. Wenden Sie sich bei Unstimmigkeiten an den LAUDA Service, siehe ↗ Kapitel 1.6 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 6.

In der Betriebsanleitung genannte Firmen- und Produktnamen sind in der Regel eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Unternehmen und unterliegen marken- und patentrechtlichem Schutz. Die verwendeten Abbildungen können zum Teil auch Zubehör zeigen, das nicht Teil des Lieferumfangs ist.

Alle Rechte, auch die der technischen Änderung und Übersetzung, sind vorbehalten. Ohne schriftliche Genehmigung durch LAUDA dürfen diese Betriebsanleitung oder Teile daraus in keiner Weise verändert, übersetzt oder weiterverwertet werden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Weitere Ansprüche bleiben vorbehalten.

1.6 Kontakt LAUDA

Kontaktieren Sie den LAUDA Service in den folgenden Fällen:

- Fehlerbehebung
- Technische Fragen
- Bestellung von Zubehör und Ersatzteilen

Falls Sie anwendungsspezifische Fragen haben, wenden Sie sich an unseren Vertrieb.

Kontaktdaten

LAUDA Service

Telefon: +49 (0)9343 503-350

Fax: +49 (0)9343 503-283

E-Mail: service@lauda.de

2 Sicherheit

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise und Warnhinweise



- Lesen Sie die vorliegende Betriebsanleitung vor Gebrauch sorgfältig durch.
- Bewahren Sie die Betriebsanleitung so auf, dass sie bei Betrieb des Schnittstellenmoduls stets griffbereit ist.
- Die Betriebsanleitung ist Bestandteil des Schnittstellenmoduls. Bei Weitergabe des Schnittstellenmoduls muss die Betriebsanleitung mitgegeben werden.
- Die vorliegende Betriebsanleitung gilt in Verbindung mit der Betriebsanleitung des Temperiergeräts, in welches das Schnittstellenmodul eingebaut wird.
- Anleitungen zu LAUDA Produkten stehen auf der LAUDA Website zum Download bereit: <https://www.lauda.de>
- In der vorliegenden Betriebsanleitung existieren Warnhinweise und Sicherheitshinweise, die in jedem Fall zu beachten sind.
- Zudem werden bestimmte Anforderungen an das Personal gestellt, siehe ↪ Kapitel 2.3 „Personalqualifikation“ auf Seite 8.

Aufbau der Warnhinweise

Warnzeichen	Art der Gefahr
	Warnung vor einer Gefahrenstelle.
Signalwort	Bedeutung
GEFAHR!	Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf eine unmittelbar gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.
WARNUNG!	Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.
HINWEIS!	Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu Sach- und Umweltschäden führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.

2.2 Hinweise zum Schnittstellenmodul

- Trennen Sie das Temperiergerät stets vom Stromnetz, bevor Sie das Schnittstellenmodul einbauen oder Schnittstellen anschließen.
- Beachten Sie bei jedem Umgang mit Schnittstellenmodulen die empfohlenen Sicherheitsmaßnahmen gegen elektrostatische Entladung.
- Vermeiden Sie den Kontakt der Platine mit metallischem Werkzeug.
- Nehmen Sie das Temperiergerät nicht in Betrieb, bevor der Einbau des Schnittstellenmoduls vollständig abgeschlossen ist.
- Bewahren Sie nicht benutzte Schnittstellenmodule verpackt und gemäß den vorgeschriebenen Umgebungsbedingungen auf.
- Verwenden Sie für Kabelverbindungen nur geeignete Kabel in ausreichender Länge.
- Achten Sie auf EMV-gerechte Abschirmung der Kabel und Steckverbinder. LAUDA empfiehlt den Einsatz vorkonfektionierter Kabel.
- Verlegen Sie Kabel stets fachgerecht und stolpersicher. Fixieren Sie verlegte Kabel und sorgen Sie dafür, dass diese im Betrieb nicht beschädigt werden können.
- Prüfen Sie den Zustand der Kabel und Schnittstellen vor jedem Betrieb.
- Reinigen Sie verschmutzte Teile, insbesondere unbenutzte Schnittstellen, umgehend.
- Stellen Sie sicher, dass die über die Schnittstelle übertragenen Signale den zulässigen Betriebsparametern des Schnittstellenmoduls entsprechen.

2.3 Personalqualifikation

Fachpersonal

Der Einbau von Schnittstellenmodulen darf nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Fachpersonal ist Personal, das aufgrund von Ausbildung, Kenntnissen und Erfahrungen die Funktionsweise und Risiken des Geräts und der Anwendung bewerten kann.

3 Auspacken



GEFAHR! Transportschaden

Stromschlag

- Prüfen Sie das Gerät vor Inbetriebnahme genau auf Transportschäden!
- Nehmen Sie das Gerät niemals in Betrieb, wenn Sie einen Transportschaden festgestellt haben!



HINWEIS! Elektrostatische Entladung

Sachschaden

- Halten Sie stets die Sicherheitsmaßnahmen gegen elektrostatische Entladung ein.

Beachten Sie bei der Montage folgende Reihenfolge:

1. Nehmen Sie das Schnittstellenmodul aus der Verpackung.
2. Verwenden Sie die Umverpackung, wenn Sie das Schnittstellenmodul am Einbauort ablegen möchten. Diese ist gegen statische Aufladung gesichert.
3. Entsorgen Sie die Verpackungsmaterialien nach dem Einbau umweltgerecht, siehe ➔ „Verpackung“ auf Seite 36.



Sollten Sie Schäden am Schnittstellenmodul feststellen, kontaktieren Sie umgehend den LAUDA Service, siehe ➔ Kapitel 1.6 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 6.

4 Gerätebeschreibung

4.1 Was ist EtherCAT?

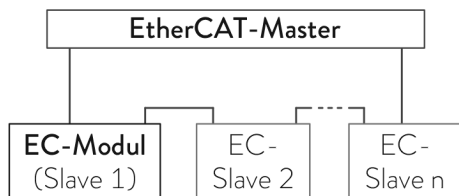


Abb. 1: Übersicht EtherCAT

EtherCAT ist ein Ethernet-basierter Feldbus mit Master/Slave-Funktionalität.

Die Protokolleigenschaften von EtherCAT ermöglichen einen effizienten, synchronen Datendurchsatz. Die Netzwerkeigenschaften von Ethernet ermöglichen den Aufbau eines Netzwerks mit vielen Slave-Geräten. Es werden verschiedene Netzwerktopologien unterstützt, unter anderem auch das Feldbussystem CAN-Bus (Controller Area Network). Mit dem Protokoll CoE (CANopen over EtherCAT) stellt EtherCAT die gleichen Kommunikationsmechanismen bereit wie von CANopen-Geräten bekannt. So sind auch Anwendungen in der Prüfstandsmesstechnik realisierbar, die über einen EtherCAT-Master angesteuert werden.

4.2 Zweckbestimmung

Das EtherCAT-Modul ist zum Einbau in Temperiergeräte vorgesehen, welche die EtherCAT-Schnittstelle unterstützen. Die EtherCAT-Schnittstelle ermöglicht es, Temperiergeräte über den EtherCAT-Befehlssatz anzusteuern.

4.3 Aufbau



Informationen zur Kontaktbelegung finden Sie in [Kapitel 6.1](#) „Kontaktbelegung“ auf Seite 15.

EtherCAT-Modul Anschlüsse

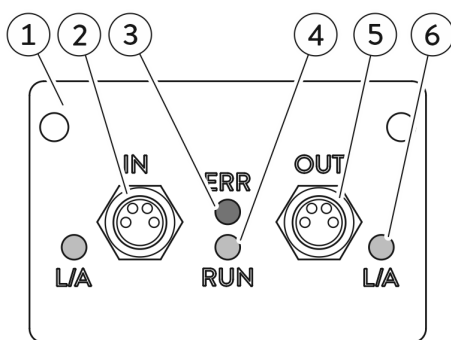


Abb. 2: EtherCAT-Modul LRZ 931

Signaleingang (IN) und Signalausgang (OUT) des Schnittstellenmoduls sind über zwei robuste 4-polige M8-Buchsen realisiert, die speziell für den Einsatz im industriellen Umfeld konzipiert sind.

- 1 Blende mit Bohrungen für Befestigungsschrauben
- 2 Signaleingang IN, M8-Buchse, 4-polig
- 3 Rote LED ERR: Zeigt das Auftreten von Störungen an.
- 4 Grüne LED RUN: Zeigt den Betriebszustand der Schnittstelle an.
- 5 Signalausgang OUT, M8-Buchse, 4-polig
- 6 Grüne LED L/A (2x): Zeigt an, ob die zugehörige Schnittstelle verbunden ist und ob Daten übertragen werden (Link/Activity).

4.4 LED-Statussignale

Rote LED *ERR*

Die rote LED *ERR* zeigt das Auftreten von Störungen an. Liegen zu einem bestimmten Zeitpunkt mehrere Störungen vor, wird der zuerst erkannte Fehler signalisiert.

LED-Signal	Störung	Beschreibung	Beispiel
Aus	Keine Störung	Die EtherCAT-Kommunikation arbeitet korrekt.	
Blinken	Ungültige Konfiguration	Es wurde eine Pin-Zugriffsverletzung erkannt, für die eine Zustandsänderung durch den Master vorgegeben ist.	Änderung von Register- oder Objekteinstellungen, ungültige Hardwarekonfiguration etc.
Einfach-Blitz	Lokaler Fehler	Ein lokal auftretender Fehler veranlasst die Anwendung des Slave-Geräts dazu, den EtherCAT-Status zu ändern. Die Bit-Fehleranzeige im AL-Statusregister wird auf den Wert 1 gesetzt.	Synchronisations- oder Eingabefehler(EtherCAT-Zustand wechselt von <i>Op</i> auf <i>SafeOpError</i> .)
Zweifach-Blitz	Zeitüberschreitung EtherCAT / Prozessdaten (Watchdog Timeout)	Die erwartete Antwort wurde nicht innerhalb der erwarteten Zeit erhalten.	Sync Manager Watchdog Timeout

Grüne LED *RUN*

Die grüne LED *RUN* zeigt den Betriebszustand der Schnittstelle an, der von der EtherCAT State Machine (ESM) gesteuert wird, siehe ➔ „EtherCAT-Betriebszustände“ auf Seite 19.

LED-Signal	EtherCAT-Betriebszustand	Kurzbeschreibung
Aus	<i>Init</i> (Initialization)	Bereitstellung
Blinken	<i>Pre-Op</i> (Pre-Operational)	Betriebsvorbereitung
Einfach-Blitz	<i>Safe-Op</i> (Safe-Operational)	Betriebsabsicherung
Ein	<i>Op</i> (Operational)	Kommunikationsbetrieb

Grüne LED *L/A*

Die grüne LED *L/A* zeigt an, ob die Schnittstelle verbunden ist und ob Daten übertragen werden (Link/Activity).

LED-Signal	Beschreibung
Aus	Die Schnittstelle ist nicht verbunden.
Ein	Die Schnittstelle ist verbunden und inaktiv.
Blinken	Die Schnittstelle ist verbunden; Daten werden übertragen.

5 Vor der Inbetriebnahme

5.1 Schnittstellenmodul einbauen

Das Schnittstellenmodul wird an ein internes LiBus-Flachbandkabel angeschlossen und in einen freien Modulschacht eingeschoben. Anzahl und Anordnung der Modulschächte variieren gerätespezifisch. Die Modulschächte sind mit einem Deckel geschützt, der an das Gehäuse geschraubt oder auf die Schachttöffnung aufgesteckt ist.



WARNUNG!
Berühren spannungsführender Teile

Stromschlag

- Trennen Sie das Gerät vor allen Montagearbeiten vom Stromnetz.
- Halten Sie stets die Sicherheitsmaßnahmen gegen elektrostatische Entladung ein.



Die Beschreibung des Moduleinbaus gilt prinzipiell für alle LAUDA Temperiergeräte; die Beispielgrafiken hier zeigen den Einbau eines Analogmoduls in ein Temperiergerät der Gerätelinie Variocool.

Beachten Sie, dass ein Schnittstellenmodul mit kleiner Blende nur in einen niedrigen Modulschacht eingebaut werden darf. Nach dem Einbau muss die Blende die Öffnung des Modulschachts vollständig abdecken.

Zur Befestigung des Schnittstellenmoduls benötigen Sie 2 Schrauben M3 x 10 sowie einen dazu passenden Schraubendreher.

Beachten Sie bei der Montage folgende Reihenfolge:

1. Schalten Sie das Temperiergerät aus und ziehen Sie den Netzstecker ab.
2. Lösen Sie gegebenenfalls die Schrauben am Deckel des benötigten Modulschachts. Ist der Deckel aufgesteckt, können Sie diesen mit einem Schlitz-Schraubendreher abheben.

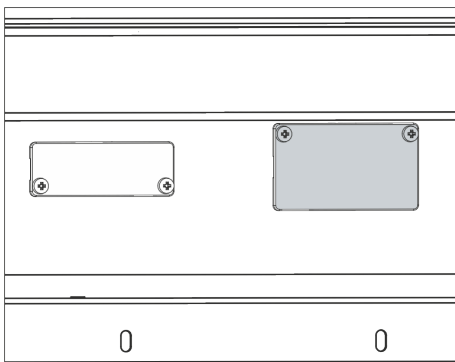


Abb. 3: Deckel demontieren (Prinzipiskizze)

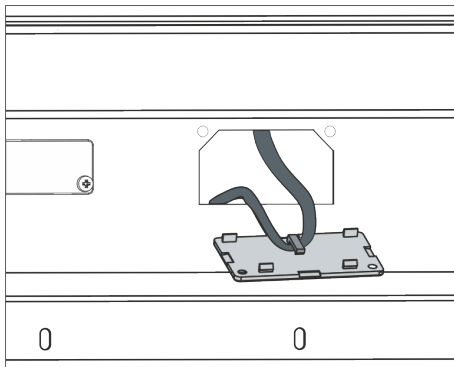


Abb. 4: LiBus-Flachbandkabel lösen (Prinzipische Skizze)

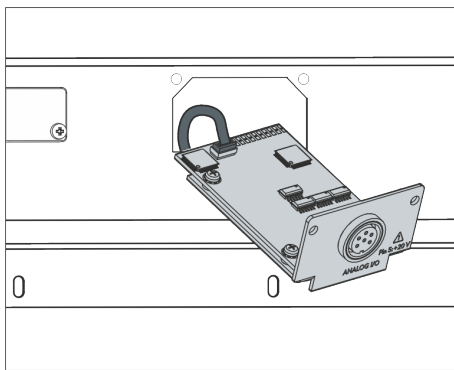


Abb. 5: Schnittstellenmodul anschließen (Prinzipische Skizze)

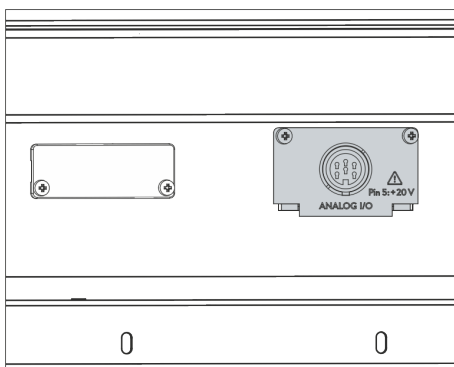


Abb. 6: Blende befestigen (Prinzipische Skizze)

3. Entnehmen Sie den Deckel vom Modulschacht.
 - Der Modulschacht ist offen. Das LiBus-Flachbandkabel ist an der Innenseite des Deckels eingehängt und gut erreichbar.
4. Lösen Sie das LiBus-Flachbandkabel vom Deckel.
5. Verbinden Sie den roten Stecker des LiBus-Flachbandkabels mit der roten Buchse auf der Platine des Schnittstellenmoduls. Stecker und Buchse sind verpolungssicher ausgeführt: Achten Sie darauf, dass die Nase des Steckers zur Aussparung der Buchse zeigt.
 - Das Schnittstellenmodul ist korrekt an das Temperiergerät angeschlossen.
6. Schieben Sie das LiBus-Flachbandkabel und das Schnittstellenmodul in den Modulschacht.
7. Schrauben Sie die Blende mit 2 Schrauben M3 x 10 am Gehäuse fest.
 - Die neue Schnittstelle des Temperiergeräts ist betriebsbereit.

5.2 Modulbox verwenden

Mit der LiBus-Modulbox können Sie ein LAUDA Temperiergerät um zwei zusätzliche Modulschächte erweitern. Die Modulbox ist für Schnittstellenmodule mit großer Blende konzipiert und wird über eine freie LiBus-Buchse am Temperiergerät angeschlossen. Die Buchse am Temperiergerät trägt die Beschriftung **LiBus**.

Beachten Sie bei der Montage folgende Reihenfolge:

1. Schalten Sie das Temperiergerät aus.
2. Trennen Sie das Kabel der Modulbox vom Temperiergerät.
 - Die Modulbox ist von der Stromversorgung getrennt.
3. Prüfen Sie, welche Schnittstellen bereits an Temperiergerät und Modulbox vorhanden sind.



Beachten Sie die Hinweise zur Kompatibilität des Schnittstellenmoduls. Bauen Sie ein Schnittstellenmodul mit typgleicher Schnittstelle nur ein, wenn der Betrieb mit mehreren dieser Schnittstellen zulässig ist.

4. Bauen Sie das benötigte Schnittstellenmodul in die Modulbox ein. Beachten Sie dabei die Hinweise zum Einbau in ein Temperiergerät, siehe Kapitel "Schnittstellenmodul einbauen".
5. Stellen Sie die Modulbox in der Nähe des Temperiergeräts auf.
6. Schließen Sie das Kabel der Modulbox an die LiBus-Buchse des Temperiergeräts an.
 - Die Schnittstellen der Modulbox sind betriebsbereit.

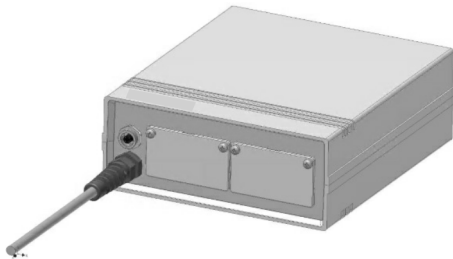


Abb. 7: LiBus-Modulbox, Best.-Nr. LCZ 9727

6 Inbetriebnahme

6.1 Kontaktbelegung



Beachten Sie diese Kontaktbelegung, wenn Sie Kabel selbst konfektionieren. Verwenden Sie ausschließlich geschirmte Anschlussleitungen und verbinden Sie die Abschirmung mit dem Steckergehäuse.

EtherCAT mit M8-Anschluss

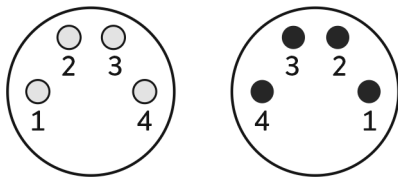


Abb. 8: M8-Kontakte Buchse / Stecker

Die beiden M8-Anschlüsse der EtherCAT-Schnittstelle sind als 4-polige Rundsteckverbinder mit Schraubanschluss ausgeführt. Die Kontaktanordnung erfolgt gemäß IEC 61918, Anhang H.

Tab. 1: Kontaktbelegung M8

Kontakt	Signal	Funktion
1	TD+	Sendedaten +
2	RD+	Empfangsdaten +
3	RD-	Empfangsdaten -
4	TD-	Sendedaten -
Gehäuse	Schirm	Schirm

6.2 Software-Update

Bei Temperiergeräten mit älterem Software-Stand ist eventuell ein Software-Update nötig, um die neue Schnittstelle betreiben zu können.

1. Schalten Sie das Temperiergerät nach Einbau der neuen Schnittstelle ein.
2. Prüfen Sie, ob das Display eine Software-Warnung anzeigt.
 - Warnung 510 - 532 SW Update Erford. beziehungsweise SW too old : Wenden Sie sich an den LAUDA Service, siehe [Kapitel 1.6](#) „Kontakt LAUDA“ auf Seite 6.
 - Keine Software-Warnung: Nehmen Sie das Temperiergerät wie gewohnt in Betrieb.

7 Betrieb

7.1 EtherCAT-Grundlagen

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
CAN	Controller Area Network
CoE	CANopen over EtherCAT
DPR	Dual-Port-RAM
EC	EtherCAT
ECM	EtherCAT-Modul
ERR	Error (Fehler)
ESC	EtherCAT Slave Controller
ESI	EtherCAT Slave Information
ESM	EtherCAT State Machine
FMMU	Field Bus Memory Management Unit
I/O	Input/Output (Eingabe/Ausgabe)
L/A	Link/Activity (Verbindung/Aktivität)
LiBus	LAUDA Internal Bus
PDI	Process Data Interface
RO	Read Only
RW	Read and Write
SW	Software



* Angelehnt an den EtherCAT-Standard werden hier die Begriffe *Input*, *Output*, *Read* und *Write* immer aus Sicht des **EtherCAT-Masters** verwendet. Zum Beispiel beschreiben *Output* und *Write* den Datentransfer vom Master zum Slave.

Identifizier

Zur eindeutigen Identifizierung der EtherCAT-Schnittstelle sind folgende Identifier definiert:

Vendor ID: - 0000058Bh
Vendor Name: - LAUDA DR. R. WOBSE GMBH & CO. KG-
Produkt Gruppe: - LAUDA-A-Product-Group
Gruppen ID: - 2
Produkt Name: - LAUDA-A
Produkt Code: - 3

Device

Das externe Interface des ECM ist ein EtherCAT-Slave-Interface. Innerhalb des ECM kommt ein Mikrocontroller zu Einsatz, deshalb handelt es sich um ein "Complex Device" im Sinne des EtherCAT-Standards.

Ports

Die EtherCAT-Schnittstelle besitzt zwei physikalische Ports des Typs Ethernet 100Base-TX:

- Eingang (IN): EtherCAT-Port 0
- Ausgang (OUT): EtherCAT-Port 1

Die EtherCAT-Ports sind als Buchsen des Typs M8 (gemäß IEC 61076-2-104) ausgeführt.

Lokale Adressen

Am Temperiergerät (EtherCAT-Slave) sind folgende lokale Adressbereiche definiert:

Lokale Adresse	Verwendete Bytes	Speicher
0x0000		ESC-Register
0x1000	128	Mailbox-Daten schreiben
0x1400	128	Mailbox-Daten lesen
0x1800	10	Prozessdaten schreiben
0x1C00	30	Prozessdaten lesen

Sync-Manager

Am EtherCAT-Slave-Controller werden insgesamt 4 Sync-Manager eingesetzt:

- SM0, SM1: Lesen und Schreiben der Mailbox-Daten für den Betrieb des Applikationsprotokolls CoE
- SM2, SM3: Lesen und Schreiben der Prozessdaten

Gemäß EtherCAT-Standard ist folgende Belegung definiert:

Sync-Manager	Verwendung	Typ	Lokale Adresse	Byte Länge
SM0	Mailbox-Daten schreiben	1 buffer, write	1000h	128
SM1	Mailbox-Daten lesen	1 buffer, read	1400h	128
SM2	Prozessdaten schreiben	3 buffer, write	1800h	10
SM3	Prozessdaten lesen	3 buffer, read	1C00h	30
SM4 – SM7	unbenutzt			

Field Bus Memory Management Units

Die FMMUs sind Funktionseinheiten im EtherCAT-Slave-Controller des EtherCAT-Slaves. Sie setzen die logische EtherCAT-Adressierung, die auf den EtherCAT-Master zugeschnitten ist, auf die lokale Adressierung des EtherCAT-Slaves um. Folgende FMMUs sind definiert:

FMMU	Verwendung	Typ	Lokale Adresse	Byte Länge
FMMU0	Prozessdaten lesen	read	1C00.0h	240
FMMU1	Prozessdaten schreiben	write	1800.0h	80
FMMU2	Mailbox-Daten lesen	read	080D.0h	1
FMMU3 – FMMU7	unbenutzt			

Distributed Clock

Die EtherCAT-Funktion "Distributed Clock" wird nicht verwendet.

Applikationsprotokolle

Das Protokoll CoE (CANopen over EtherCAT) wird für die Kommunikation von Mailbox-Daten benutzt, zum Beispiel für Versionsnummern, Seriennummern und Parameterinformationen. Ebenso wird CoE zur Strukturierung der Prozessdaten eingesetzt (Objektverzeichnis).

Firmware-Updates erfolgen via LiBus über die Update-Funktion des Temperiergeräts. Weitere, durch den EtherCAT-Standard vordefinierte Protokolle, werden nicht angewendet.

EtherCAT EEPROM

Der erste Block mit 8 Worten (je 16 Bit) ist teilweise beschreibbar. Alles andere ist grundsätzlich nur lesbar. Versucht der Master auf nur lesbare Bereiche zu schreiben, wird der Request einfach verworfen.

Im ersten Block sind folgende Datenfelder als beschreibbar definiert:

1. - Wortadresse 0, PDI Control, Bit 9: Enhanced Link Detection
2. - Wortadresse 4, ganzes Wort: Configured Station Alias
3. - Wortadresse 7, ganzes Wort: Checksum

EtherCAT-Betriebszustände

Am Temperiergerät (EtherCAT-Slave) werden 4 Betriebszustände der EtherCAT-Schnittstelle unterschieden:

Betriebszustand Slave *	Beschreibung
Init (Initialization)	Bereitstellung: Das Temperiergerät kann manuell gesteuert werden. Eine Kommunikation ist nicht möglich, die Sync-Manager-Kanäle für die Mailbox-Kommunikation werden initialisiert.
Pre-Op (Pre-Operational)	Betriebsvorbereitung: Das Temperiergerät kann manuell gesteuert werden. Per Mailbox-Kommunikation werden unter anderem die Kanäle für die Prozessdaten-Kommunikation initialisiert und die für diese benötigten Einstellungen übertragen.
Safe-Op (Safe-Operational)	Betriebsabsicherung: Die konfigurierten Sicherheitsparameter werden angewendet, siehe ↗ Kapitel 7.5.1 „Gesicherten Zustand konfigurieren“ auf Seite 27. Mailbox- und Prozessdaten-Kommunikation sind möglich, eingehende Daten werden zyklisch aktualisiert. Die Ausgabedaten des Temperiergeräts werden in diesem gesicherten Zustand noch nicht an den EtherCAT-Master übertragen.
Op (Operational)	Kommunikationsbetrieb: Das Temperiergerät kann nicht manuell gesteuert werden. Im ersten Schritt stellt der EtherCAT-Slave Daten als Ausgabedaten bereit, die er zuvor vom EtherCAT-Master erhalten hat. Dies führt dazu, dass der EtherCAT-Master den Kommunikationsbetrieb einschaltet und das Temperiergerät aktuelle Ausgabedaten übertragen kann.

7.2 Menüstruktur



Das Menü zeigt stets nur die Funktionen an, die für das aktuelle Temperiergerät verfügbar sind.

Das Menü zur Konfiguration der Schnittstelle ist in das Hauptmenü des jeweiligen Temperiergeräts integriert:

Menü → Module → EtherCAT

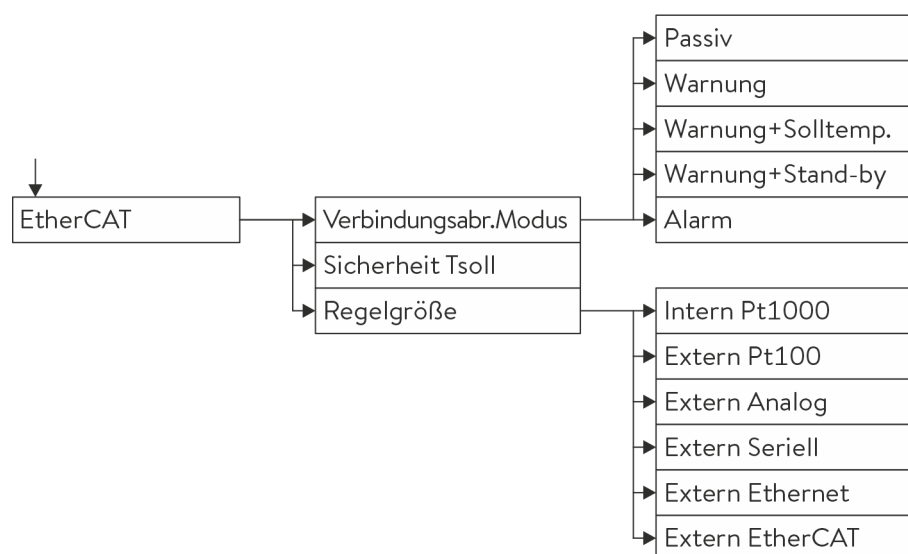


Abb. 9: Menü EtherCAT-Schnittstelle

7.3 Schnittstellenfunktionen

Schnittstellenfunktionen wie Lese- und Schreibbefehle ermöglichen es, aktuelle Betriebsparameter des Temperiergeräts auszulesen und bestimmte Einstellungen und Prozesswerte vorzugeben.

Die von der vorliegenden Schnittstelle unterstützten Schnittstellenfunktionen werden im Folgenden kurz vorgestellt. Sie sind thematisch nach der jeweils betroffenen Komponente sortiert und durch eine eindeutige ID gekennzeichnet. Je nach technischer Ausstattung Ihres Temperiergeräts können Anzahl und Umfang der tatsächlich verfügbaren Schnittstellenfunktionen von der hier gezeigten Aufstellung abweichen, siehe Kapitel "Verfügbarkeit der Schnittstellen".

EtherCAT-Prozessdaten

Um den EtherCAT-Standard sinnvoll zu nutzen, werden im Prozessdatenspeicher des Slaves alle Lesedaten (RO) und alle Schreibdaten (RW) jeweils lückenlos hintereinander platziert. Am Ende des jeweiligen Datenblocks muss ein Alignment auf 16 Bit-Grenzen eingefügt werden.



Alle Schreibdaten der EtherCAT-Schnittstelle sind im Temperiergerät als nicht sicherheitsrelevant klassifiziert. Unbenommen der Tatsache, dass der Zustand Safe-Op implementiert ist und die sicheren Werte konfiguriert sind, ist mit dieser Spezifikation und deren Implementierung kein sicheres Verhalten garantiert.

7.3.1 Lesebefehle (Status)

Das EtherCAT-Modul kennt folgende Lesebefehle, mit denen Sie Betriebsdaten des Temperiergeräts abfragen können:

Tab. 2: Temperatur

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
2	Sollwert Temperatur	1C00.0h	32	Set Temperature	s32	[0,001 °C]
3	Badtemperatur (Vorlauftemperatur)	1C0E.0h	32	Temperature Internal	s32	[0,01 °C]
4	Badtemperatur (Vorlauftemperatur)	1C0E.0h	32	Temperature Internal	s32	[0,001 °C]
5	Geregelte Temperatur (intern / extern Pt / extern Analog / extern Seriell)	1C12.0h	32	Temperature External	s32	[0,001 °C]
16	Externe Temperatur TE (Pt)	1C04.0h	32	Actual Temperature External	s32	[0,001 °C]
25	Abschaltpunkt Übertemperatur T_Max	1C16.0h	16	T_Max	s16	[0,1 / 1 °C]
27	Begrenzung Vorlauftemperatur TiH (oberer Grenzwert)	1C0A.0h	16	TiH	s16	[0,1 °C]

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
29	Begrenzung Vorlauftemperatur TiL (unterer Grenzwert)	1C08.0h	16	TiL	s16	[0,1 °C]
33	Sollwert Temperatur Tset im Safe Mode	1C19.0h	32	Set Temperature Safe Value	s32	[0,001 °C]

Tab. 3: Füllstand

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
9	Badniveau (Füllstand)	1C18.0	8	Niveau	u8	[-], 0 – 20

Tab. 4: Rechte

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
63	Zustand Tastatur Master: 0 = frei / 1 = gesperrt	1C0D.1h	1	Keyboard Lock	bit	[-], 0 / 1

Tab. 5: Regelung

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
67	Regelung auf Regelgröße X: 0 = intern / 1 = extern Pt / 2 = extern Analog / 3 = extern Seriell / 5 = extern Ethernet / 6 = extern EtherCAT	1C0C.0h	8	External Sensor Selector	bit	[-], 0 – 6

Tab. 6: Status

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
137	Fehlerstatus	1C1E.0h	1	Sammelfehler	bit	[-], 0 / 1
138	Alarmstatus	1C1A.0h	24	Alarmflags	bitfeld	
139	Warnstatus	1C1A.0h	1	Sammelwarnung	bit	[-], 0 / 1

Tab. 7: Sicherheit

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
144	Connection Loss Mode: Betriebsart im Zustand "safe-op"	1C18.0h	8	Betriebsart im Zustand "safe op"	s8	[-], 0 – 4
146	External Sensor Selector Safe Value: Sicherer Wert für Istwert externe Temperatur (über Schnittstelle)	1C1D.0	8	External Sensor Selector Safe Value	s8	[-], 0 – 6
147	Sicherer Wert für TiL	1C1E.0h	16	Sicherer Wert für TiL	s16	0 °C
149	Sicherer Wert für TiH	1C20.0h	16	Sicherer Wert für TiH	s16	90 °C

7.3.2 Schreibbefehle (Control)

Das EtherCAT-Modul kennt folgende Schreibbefehle, mit denen Sie Werte an das Temperiergerät übertragen können:

Tab. 8: Temperatur

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
1	Sollwert Temperatur	1800.0h	32	Set Temperature	s32	[0,001 °C]
15	Istwert externe Temperatur (über Schnittstelle)	1804.0h	32	Actual Temperature External	s32	[0,001 °C]
26	Begrenzung Vorlauftemperatur TiH (oberer Grenzwert)	180A.0h	16	TiH	s16	[0,1 °C]
28	Begrenzung Vorlauftemperatur TiL (unterer Grenzwert)	1808.0h	16	TiL	s16	[0,1 °C]

Tab. 9: Rechte

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
62	Tastatur Master (entspricht "KEY"): 0 = freischalten / 1 = sperren	180D.1h	1	Keyboard Lock	bit	[-], 0 / 1

Tab. 10: Regelung

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
66	Regelung auf Regelgröße X: 0 = intern / 1 = extern Pt / 2 = extern Analog / 3 = extern Seriell / 5 = extern Ethernet / 6 = extern EtherCAT	180C.0h	8	External Sensor Selector	u8	[-], 0 – 6

Tab. 11: Status

ID	Funktion	Lokale Adresse	Bit-Länge	Datenfeldname	Datentyp	[Einheit], Wertebereich
74	Gerät ein- / ausschalten (Standby)	180D.0h	1	Power On	bit	[-], 0 / 1

7.3.3 Verfügbarkeit der Schnittstellenfunktionen

Die folgende Tabelle zeigt für alle kompatiblen Gerätelinien die Lese- und Schreibbefehle, die das Schnittstellenmodul am Temperiergerät bereitstellt.



Sonderfunktionen sind nur bei entsprechender Ausstattung des Temperiergeräts verfügbar. Optionales Zubehör muss gegebenenfalls korrekt angeschlossen und betriebsbereit sein.

ID	Integral IN		Variocool		PRO
	IN...XT *	IN...T *	VC NRTL	VC	
1	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓
3	–	–	–	✓	–
4	✓	✓	✓	–	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓	✓	✓
25	✓	✓	✓	✓	✓
26	✓	✓	✓	✓	✓
27	✓	✓	✓	✓	✓
28	✓	✓	✓	✓	✓
29	✓	✓	✓	✓	✓
33	✓	✓	✓	✓	✓
62	✓	✓	✓	✓	✓
63	✓	✓	✓	✓	✓
66	✓	✓	✓	✓	✓
67	✓	✓	✓	✓	✓
74	✓	✓	✓	✓	✓
75	✓	✓	✓	✓	✓
137	✓	✓	✓	✓	✓
138	✓	✓	✓	✓	✓
139	✓	✓	✓	✓	✓
144	✓	✓	✓	✓	✓
146	✓	✓	✓	✓	✓
147	✓	✓	✓	✓	✓
149	✓	✓	✓	✓	✓
* Gerätetyp gemäß Typenschild					

7.4 CoE-Objektverzeichnis

Die Kommunikation zwischen EtherCAT-Master und Temperiergerät basiert auf dem Standardprotokoll CoE (CANopen over EtherCAT). Die verwendeten CANopen-Objekte sind in einem Objektverzeichnis der EtherCAT-Schnittstelle angelegt; diese werden nachfolgend beschrieben.



Die EtherCAT-Schnittstelle ist im Sinne des EtherCAT-Standards ein "Module Device". Bei dieser einfachsten Form eines Devices sind alle Module statisch definiert. Die Objekte sind alle vom Typ RO (read only), das heißt, der EtherCAT-Master kann die Objektbeschreibung zwar lesen, aber nicht ändern. Somit muss der EtherCAT-Master die verfügbaren Prozessdaten gemäß der am Modul vorgegebenen Definition verwenden.

Objekt-Index	Objekt-Name	Datentyp	Wert	Beschreibung
1000h	Device Type	u32	04561389h	CoE device type: LWord: Modular Device Profile: 5001 HWord: Module Profile Number: 1110
1008h	Device Name	str	"LAUDA-A"	Gerätebezeichnung
1009h	Hardware Version	str	"x.yy"	Versionsnummer der Hardware (variabel, beginnend bei "1.01")
100Ah	Software Version	str	"x.yy"	Versionsnummer der Software (variabel, beginnend bei "1.01")
1018h	Identity [4]			Eindeutige Gerätekennung
	Vendor ID	u32	0000058Bh	"LAUDA" Vendor ID
	Product Code	u32	00000003h	"LAUDA-A" Product Code
	Revision	u32	00010001h	"LAUDA-A" Revision
	Serial Number	u32		Seriennummer, fortlaufend
1600h	Control	u32 []	7000xxxxh	Mapping-Objekte: Der Inhalt dieser Objekte verweist auf die einzelnen Felder der Datenobjekte. Struktur und Inhalt ergeben sich aus der Definition der jeweiligen Prozessdaten.
1A00h	Status	u32 []	6000xxxxh	
1A01h	Safe Values	u32 []	6010xxxxh	
1C00h	Sync Manager Types [4]			Typ-Zuordnung für Sync-Manager
		u8	01h	SM0 = Mailbox schreiben
		u8	02h	SM1 = Mailbox lesen
		u8	03h	SM2 = Prozessdaten schreiben
		u8	04h	SM3 = Prozessdaten lesen
1C12h	Sync Manager Write Assign [1]			SM2: Liste aller Mapping-Objekte des Typs "Write"
		u16	1600h	Verweis auf „Control“

Objekt-Index	Objekt-Name	Datentyp	Wert	Beschreibung
1C13h	Sync Manager Read Assign [2]			SM3: Liste aller Mapping-Objekte des Typs "Read"
		u16	1A00h	Verweis auf „Status“
		u16	1A01h	Verweis auf „Safe Values“
1C32h	Sync Manager Write Data [1]			SM2: Parameter
	Sync Mode	u16	0	nicht synchronisiert
1C33h	Sync Manager Read Data [1]			SM3: Parameter
	Sync Mode	u16	0	nicht synchronisiert
6000h	Status			Daten Objekte: Die Datentypen ergeben sich aus der Definition der jeweiligen Prozessdaten; die Werte sind die Prozessdaten.
6010h	Safe Values			
7000h	Control			
9000h	Control Info [4]			Minimal und maximal zulässige Werte für die Schreibdaten der Gruppe "Control".
	Set Temperature MIN	s16	dynamisch	
	Set Temperature MAX	s16	dynamisch	
	External Sensor Selector MIN	u8	statisch	
	External Sensor Selector MAX	u8	statisch	
	TiL MIN	s16	dynamisch	Begrenzung Vorlauftemperatur TiL (unterer Grenzwert)
	TiL MAX	s16	dynamisch	
	TiH MIN	s16	dynamisch	Begrenzung Vorlauftemperatur TiH (oberer Grenzwert)
	TiH MAX	s16	dynamisch	
F000h	Modular Device Profile [2]			
	Module Index Distance	u16	10h	Indexabstand zwischen Modulen
	Maximum Number of Modules	u16	1	Anzahl der Module

7.5 Interaktion mit der Applikation

7.5.1 Gesicherten Zustand konfigurieren

Der gesicherte Zustand *Safe-Op* des EtherCAT-Protokolls ist für den Fall einer Kommunikationsunterbrechung zwischen Master und Slave definiert. Kommt es zu einer Unterbrechung, werden alle Ausgangswerte des EtherCAT-Slaves auf sichere Werte gesetzt. Diese sicheren Werte können nur in Abhängigkeit der Applikation definiert werden, mit der das Temperiergerät betrieben wird. Sie müssen vor der Inbetriebnahme am Temperiergerät voreingestellt werden.

Das EtherCAT-Protokoll unterscheidet 5 Betriebsarten, die bei Unterbrechung der Kommunikation für das Verhalten im gesicherten Zustand definiert sind:

Tab. 12: Verhalten im gesicherten Zustand

Safe-Op -Aktion	Betriebsart (Connection Loss Mode)				
	Passiv	Warnung	Sicher	Stand-by	Alarm
Temperiergerät ausschalten ("Stand-by")	---	---	---	1	---
Alle Control-Parameter auf die definierten sicheren Werte setzen, siehe ↗ Kapitel 7.6.1 „LiBus-Parameter der EtherCAT-Schnittstelle (ECM-Parameter)“ auf Seite 30.	---	---	Sicherer Wert	---	---
Warnung "Connection Loss" melden	0	1	1	1	0
Alarm "Connection Loss" auslösen	0	0	0	0	1

Datenparameter können im gesicherten Zustand nicht lokal am Gerät geändert werden, sondern nur per Zugriff über die Schnittstelle. Die Änderung eines Sicherheitsparameters ("Connection Loss Mode") oder eines definierten sicheren Werts wird stets sofort übernommen. Im gesicherten Zustand werden geänderte Werte direkt aktiv.

Tab. 13: Art der für Schreibparameter vordefinierten sicheren Werte

Schreibparameter	Sicherer Wert	Bemerkung zum sicheren Zustand
Set Temperature	dynamisch	Parameter SAFE_OP_T_SET
Actual Temperature External	–	Sensorwert wird nicht gesendet.
External Sensor Selector	dynamisch	Parameter SAFE_OP_EXT_SENS_SEL
Power On	–	Je nach Betriebsart (Connection Loss Mode, siehe Tabelle oben).

7.5.2 Wertebereich

Für Schreibdaten kann der gültige Wertebereich eingeschränkt sein. Die EtherCAT-Schnittstelle stellt die minimalen und maximalen Werte aller eingeschränkten Schreibdaten im CoE-Objekt "Control Info" (Objekt-Index 9000h) bereit, siehe ↗ Kapitel 7.4 „CoE-Objektverzeichnis“ auf Seite 25.

Setzt der EtherCAT-Master ungültige Werte, führt dies zu folgenden Reaktionen des Temperiergeräts:

- Der bisher eingestellten Wert gilt weiter; ungültige Werte werden ignoriert.
- Die EtherCAT-Schnittstelle meldet die Warnung "Set Out of Range", siehe ↗ weitere Informationen auf Seite 31.

Sobald der EtherCAT-Master einen gültigen Wert setzt, erlischt die Warnung und das Temperiergerät wendet den neuen Wert an.

7.5.3 Sammelmeldungen

Die Datenfelder „Error“ und „Warning“ in der Prozessdatengruppe der Lese- und Schreibdaten sind jeweils als Sammelmeldung zu verstehen.

Die EtherCAT-Schnittstelle fasst die auftretenden Fehler- und Warnmeldungen mittels ODER-Verknüpfungen zusammen und gibt das Ergebnis als Sammelfehler beziehungsweise Sammelwarnung aus.

7.5.4 Zeitverhalten

Die internen Latenzzeiten der EtherCAT-Schnittstelle sind geringer als 100 ms. Dieser Wert gilt für die Datenübertragung in Schreib- und Lese-richtung, wobei allerdings weitere Einflüsse der an der Übertragung beteiligten physikalischen Medien nicht berücksichtigt sind.

Daraus ergeben sich folgende Effekte, die in der Prozesssteuerung zu berücksichtigen sind:

- Der EtherCAT-Master muss ein Zeit-Intervall von mindestens 100 ms einhalten, um zum Beispiel kontinuierlich ansteigende Temperaturvorgaben senden zu können.
- An der EtherCAT-Schnittstelle kommt es zwischen dem Beschreiben eines Schreibdatenfelds und der Aktualisierung des zugehörigen Rückleitedatenfelds zu einer Verzögerung von 2 Applikationszyklen, was einer Dauer von 2 – 3 ms entspricht.

Auch beim Wechsel des EtherCAT-Betriebszustands treten zeitliche Verzögerungen in der Datenübertragung auf. Daher muss der EtherCAT-Master folgende Timeout-Vorgaben bei der Steuerung der Zustandsübergänge einhalten:

Tab. 14: Timeout-Vorgaben für EtherCAT-Zustandsübergänge

Ausgangszustand	Zielzustand	Übergangsdauer
<i>Init</i>	<i>Pre-Op</i>	2000 ms
<i>Pre-Op</i>	<i>Safe-Op</i>	2000 ms
<i>Safe-Op</i>	<i>Op</i>	100 ms

7.5.5 Manuelle Steuerung

Die folgende Tabelle beschreibt die Möglichkeit der lokalen manuellen Steuerung des Temperiergeräts durch sein Bedienteil in Abhängig vom Zustand der EtherCAT-Schnittstelle.

EC-Zustand	Bedeutung	Verhalten
<i>Init, Pre-Op</i>	Initialisierung	Manuelle Steuerung möglich.
<i>Safe-Op</i>	Sicherheitsbetrieb	Die Möglichkeiten zur manuellen Steuerung sind abhängig von der Betriebsart (Parameter CLM): ■ Betriebsarten "Passiv", "Warnung": Manuelle Steuerung möglich. ■ Betriebsart "Sicher": Die Temperatur kann durch den sicheren Wert gesteuert werden (Parameter "Set Temperature Safe Value"). Durch Ausschalten und erneutes Einschalten können Sie den Zustand <i>Init</i> aufrufen, um Vollzugriff über das Command / Terminal zu erhalten. Sofern Sie die erforderlichen Benutzerrechte besitzen, können Sie alternativ auch die Betriebsart "Passiv" einstellen (wird vom ECM dynamisch bearbeitet).
<i>Op</i>	Normalbetrieb	Keine manuelle Steuerung möglich.

7.6 Interaktion mit LiBus-Protokoll

7.6.1 LiBus-Parameter der EtherCAT-Schnittstelle (ECM-Parameter)

Folgende Tabelle zeigt alle LiBus-Parameter, die in Verbindung mit der EtherCAT-Schnittstelle verwendet werden:

Name	ID	Datentyp	R/W	Beschreibung	[Einheit], Wertebereich
LPNR	0	u32	R	Leiterplatten-Nummer der Schnittstelle	[-]
VENDORID	1	u32	R	EtherCAT Vendor ID	[-], 0-FFFFFFFFh
PRODUCTCODE	2	u32	R	EtherCAT Produkt-Code	[-], 0-FFFFFFFFh
REVISIONNR	3	u32	R	EtherCAT Revisionsnummer	[-], 0-FFFFFFFFh
SERNR	4	u32	R/W	EtherCAT Seriennummer	[-], 0-FFFFFFFFh
U_DC	5	float	R	Spannung 24 V	[0,001 V], 0-39,699 V
CLM	6	u8	R/W	Connection Loss Mode	[-], 0 – 4
SAFE_OP_T_SET	7	s16	R/W	<i>Set Temperature Safe Value</i> : Sicherer Wert für das Schreibdatenfeld <i>Set Temperature</i> .	[0,001 °C], geräteabhängig
SAFE_OP_T_MIN	10	s16	R/W	Minimaler Wert für <i>Set Temperature Safe Value</i>	[0,001 °C], geräteabhängig
SAFE_OP_T_MAX	11	s16	R/W	Maximaler Wert für <i>Set Temperature Safe Value</i>	[0,001 °C], geräteabhängig
SAFE_OP_EXT_SENS_SEL	12	u8	R/W	<i>External Sensor Selector Safe Value</i> : Sicherer Wert für das Schreibdatenfeld <i>External Sensor Selector</i>	[-], 0 – 6
SNR_STRING	64 – 69	str [6]	R/W	Seriennummer String	

Connection Loss Mode

Der Parameter *CLM* hat folgende gültige Werte mit den angegebenen Bedeutungen:

Wert	Bedeutung	Beschreibung für Zustandsübergang zu „safe-op“
0	Passiv	Es erfolgt keine Aktion.
1	Warnung	Erzeugt die Warnung <i>Remote Connection Fault</i> .
2	Sicher	Erzeugt die Warnung <i>Remote Connection Fault</i> und stellt sichere Werte für <i>Set Temperature</i> ein.
3	Stand-by	Erzeugt die Warnung <i>Remote Connection Fault</i> und schaltet das Temperiergerät aus (Stand-by).
4	Alarm	Erzeugt den Alarm <i>Remote Connection Fault</i> .

7.6.2 LiBus-Meldungen an der EtherCAT-Schnittstelle (ECM-Status)

Nummer	Bezeichnung	Beschreibung
Alarme		
22	Connection Loss	Die EtherCAT-Schnittstelle meldet „sync manager watchdog timeout“. Das Auslösen dieses Alarms ist über die Betriebsart des Parameters CLM definiert, siehe ↗ Kapitel 7.5.1 „Gesicherten Zustand konfigurieren“ auf Seite 27.
Warnungen		
1	CAN Rx Overflow	Ein Überlauf in den CAN-Empfangspuffern führte zum Verlust von mindestens einer CAN-Botschaft.
33	Connection Loss	Die EtherCAT-Schnittstelle meldet „sync manager watchdog timeout“. Das Auslösen dieses Alarms ist über die Betriebsart des Parameters CLM definiert, siehe ↗ Kapitel 7.5.1 „Gesicherten Zustand konfigurieren“ auf Seite 27.
35	Set Out of Range	Der EtherCAT-Master setzt einen Wert außerhalb des gültigen Wertebereichs. Die Warnung bleibt bis zum Erhalt eines gültigen Werts bestehen.
Fehler		
9	LiBus Error	Zeigt den Ausfall des LiBus an, siehe unten.

LiBus-Ausfall

Die EtherCAT-Schnittstelle prüft permanent, ob der LiBus aktiv ist. Dazu wird die Botschaft *R_KENNUNG* mittels Timeout überwacht. Bleibt der Empfang dieser Botschaft für mehr als 2000 ms aus, wird dies als LiBus-Ausfall interpretiert:

- Der Fehler "LiBus Error" wird gesetzt und bleibt bis zum Ausschalten des Temperiergeräts aktiv.
- Die Kommunikation mit dem Temperiergerät wird in den EtherCAT-Zustand "Init" versetzt. Der EtherCAT-Fehlercode 20h (= AL Status Code) signalisiert, dass das Temperiergerät neu gestartet werden muss ("Slave needs cold start").

8 Instandhaltung

Das Schnittstellenmodul ist wartungsfrei.

Die Anschlüsse des Schnittstellenmoduls sollten regelmäßig von Staub- und Schmutzanhaftungen befreit werden. Dies gilt insbesondere für unbenutzte Schnittstellen.



WARNUNG!
Spannungsführende Teile in Kontakt mit Reinigungsmittel

Stromschlag, Sachschaden

- Trennen Sie das Gerät vor der Reinigung vom Netz.
- Wasser und andere Flüssigkeiten dürfen nicht eindringen.



HINWEIS!
Reparatur durch Unbefugte

Sachschaden

- Reparaturen sind nur von Fachpersonal auszuführen.

1. Verwenden Sie ein angefeuchtetes Tuch oder einen Pinsel, um Staub- und Schmutzanhaftungen zu entfernen.
2. Bei Verwendung von Druckluft: Stellen Sie stets einen niedrigen Arbeitsdruck ein, um eine mechanische Beschädigung der Anschlüsse auszuschließen.



Wenden Sie sich bei Fragen zu technischen Anpassungen an den LAUDA Service, siehe ↗ Kapitel 1.6 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 6.

9 Störungen

Die Schnittstelle unterscheidet im Störfall zwischen verschiedenen Meldungstypen, zum Beispiel Alarm, Fehler und Warnung. Die Vorgehensweise zur Behebung einer Störung ist geräteabhängig. Beachten Sie dazu die entsprechenden Hinweise in der Betriebsanleitung des Temperiergeräts.



Sollten Sie eine Störung nicht beheben können, kontaktieren Sie den LAUDA Service, siehe ↗ Kapitel 1.6 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 6.

9.1 Alarm

Die EtherCAT-Schnittstelle kennt folgende Alarmmeldungen:

Tab. 15: EtherCAT-Alarmmeldungen

Code	Bedeutung
22	Verbindungsabbruch Schnittstellenmodul

9.2 Fehler

Die EtherCAT-Schnittstelle kennt folgende Fehlermeldungen:

Tab. 16: EtherCAT-Fehlermeldungen

Code	Bedeutung
1901	Fehler in CPU
1902	Fehler im Register
1903	Fehler RAM
1904	Fehler ROM
1905	Fehler Uhr/PLL
1906	24 V Versorgung ist zu niedrig
1907	24 V Versorgung ist zu hoch
1908	Fehlerhäufung Backup Flash

Im Bitfeld der Fehler ist an der Bit-Stelle 65-80 (16 Bit) der Rückgabewert der Flash-Restore-Funktion abgelegt. Im Common-Bereich werden die Rückgabewerte für die Parameter-Flash-Speicherung definiert. Die Binärkombination dieser Bits ist als Wert gemäß der folgenden Auflistung zu verstehen:

Tab. 17: Rückgabewerte der Flash-Restore-Funktion

Nummer	Typ	Bedeutung
1	Warning	Im Flash ist eine andere Version als die aktuelle gespeichert.
2	Warning	Auf Page0 ist eine andere Version als auf Page1 (nur Dual).
3	Warning	Im Flash sind keine Daten.
4	Warning	Page0 hat einen CRC-Fehler.
5	Warning	Page1 hat einen CRC-Fehler.
6	Warning	PG0 hat einen CRC-Fehler.
7	Warning	PG1 hat einen CRC-Fehler.
8	Error	Es sollen mehr Daten geschrieben werden, als auf eine Page passen.
9	Error	Page konnte nicht gelöscht werden.
10	Error	Page konnte nicht geschrieben werden.
11	Error	Flash-Pointer ist nicht zulässig (zeigt nicht in BACKUPVAR).
12	Error	Länge im FLASH ist unterschiedlich zur Länge in Table.

9.3 Warnung

Die EtherCAT-Schnittstelle kennt folgende Warnmeldungen:

Tab. 18: EtherCAT-Warnmeldungen

Code	Bedeutung
1901	Überlauf CAN-Empfang
1902	Ausfallerkennung zurückgesetzt
1903	Verbindung unterbrochen
1904	Seriennummer fehlt
1905	Parameter außerhalb des Wertebereichs
1908	Problem mit internem Datenaustausch
1909	Unbekanntes Modul angeschlossen
1910 – 1928	Softwareversion der genannten Komponente zu alt

10 Außerbetriebnahme



WARNUNG!
Berühren spannungsführender Teile

Stromschlag

- Trennen Sie das Gerät vor allen Montagearbeiten vom Stromnetz.
- Halten Sie stets die Sicherheitsmaßnahmen gegen elektrostatische Entladung ein.

Das Schnittstellenmodul nehmen Sie durch Ausbau aus dem Temperiergerät außer Betrieb:

1. Beachten Sie die Hinweise in  Kapitel 5.1 „Schnittstellenmodul einbauen“ auf Seite 12. Gehen Sie beim Ausbau in umgekehrter Reihenfolge vor.
2. Befestigen Sie das LiBus-Verbindungskabel unbedingt an der Innenseite des Modulschachtdeckels.
3. Setzen Sie den Deckel auf den freien Modulschacht auf, um das Temperiergerät gegen Schmutzeintrag zu schützen.
4. Sichern Sie das Schnittstellenmodul gegen statische Aufladung, wenn Sie es einlagern möchten. Der Lagerort muss die in den technischen Daten angegebenen Umgebungsbedingungen erfüllen.
5. Beachten Sie im Fall der Entsorgung die Hinweise in  „Altgerät“ auf Seite 36.

11 Entsorgung

Verpackung

Die Verpackung besteht in der Regel aus umweltverträglichen Materialien, die bei ordnungsgemäßer Entsorgung gut recycelbar sind.

1. Entsorgen Sie Verpackungsmaterialien gemäß den in Ihrer Region geltenden Entsorgungsrichtlinien.
2. Beachten Sie die Vorgaben der Richtlinie 94/62/EG (Verpackungen und Verpackungsabfälle), sofern die Entsorgung in einem Mitgliedsstaat der EU erfolgt.

Altgerät



Am Ende seines Lebenszyklus muss das Gerät fachgerecht außer Betrieb genommen und entsorgt werden.

1. Entsorgen Sie das Gerät gemäß den in Ihrer Region geltenden Entsorgungsrichtlinien.
2. Beachten Sie die Richtlinie 2012/19/EU (WEEE Waste of Electrical and Electronic Equipment), sofern die Entsorgung in einem Mitgliedsstaat der EU erfolgt.

12 Technische Daten

Merkmal	Einheit	Wert / Ausführung
Schnittstellenmodul		
Bestellnummer	[–]	LRZ 931
Größe Modulschacht, B x H	[mm]	51 x 27
Außenabmessungen (ohne Steckverbinder), B x H x T	[mm]	56 x 40 x 80
Gewicht	[kg]	0,1
Betriebsspannung	[V DC]	24
maximale Stromaufnahme	[A]	0,1
Anzahl Eingang / Ausgang	[–]	1 / 1
Anschlusstyp	[–]	2x M8-Buchsen, 4-polig
Umgebungsbedingungen		
Luftfeuchte	[%]	Höchste relative Luftfeuchte 80 % bei 31 °C und bis 40 °C auf 50 % linear abnehmend.
Umgebungstemperaturbereich	[°C]	5 – 40
Temperaturbereich bei Lagerung	[°C]	5 – 50

13 Index

A	
Alarm	33
B	
Bestimmungsgemäßer Gebrauch	5
C	
CANopen-Objekte	25
Copyright	6
E	
Entsorgung	
Altgerät	36
Verpackung	36
Error	33
EtherCAT	10
Störung	33, 34
EtherCAT-Modul	
Zweckbestimmung	10
EtherCAT-Schnittstelle	
Abkürzungen	16
Applikationsprotokolle	18
Device	16
Distributed Clock	18
EEPROM	18
EtherCAT-Betriebszustände	19
Field Bus Memory Management Units	18
Identifer	16
Kontaktbelegung M8-Anschluss	15
Lokale Adressen	17
Menüstruktur	19
Ports	17
Sync-Manager	17
F	
Fehlanwendung	5
Fehler	33
Feldbus	10
G	
Garantie	6
K	
Kompatibilität	5
Kontakt	6
L	
LED-Statussignale	11
M	
Modulbox	14
Modulschacht	12
P	
Personalqualifikation (Übersicht)	8
Prozessdaten	
Control	23
Status	20
R	
Reinigung	32
S	
Schnittstellenfunktionen	20
Lesebefehle	20
Schreibbefehle	23
Verfügbarkeit	23
Schnittstellenmodul	
Auspacken	9
Außerbetriebnahme	35
Einbau	12
Modulbox	14
Wartung	32
Service	6
Sicherheitshinweise	
Allgemein	7
Schnittstellenmodul	8
Software-Update	15
Störung	33
T	
Technische Änderungen	6

U

Update 15

W

Warnung 34

Hersteller:

LAUDA DR. R. WOBSE GMBH & CO. KG • Laudaplatz 1 • 97922 Lauda-Königshofen

Telefon: +49 (0)9343 503-0 • Telefax: +49 (0)9343 503-222

E-Mail: info@lauda.de • Internet: <https://www.lauda.de>