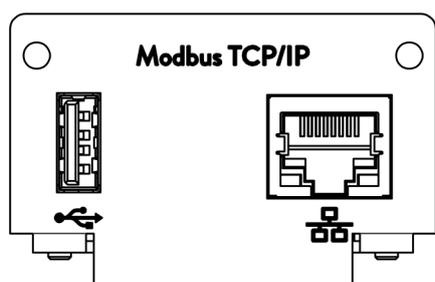


# Betriebsanleitung

## Schnittstellenmodul LRZ 935

Modbus TCP/IP-Modul Advanced



Hersteller:

LAUDA DR. R. WOBSE GMBH & CO. KG

Laudaplatz 1

97922 Lauda-Königshofen

Deutschland

Telefon: +49 (0)9343 503-0

E-Mail: [info@lauda.de](mailto:info@lauda.de)

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

Originalbetriebsanleitung

Q4DT-E\_13-024, 1, de\_DE 28.03.2025 © LAUDA 2025

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>5</b>
1.1	Bestimmungsgemäßer Gebrauch .....	5
1.2	Kompatibilität.....	6
1.3	Technische Änderungen.....	6
1.4	Garantiebedingungen.....	6
1.5	Copyright.....	6
1.6	Lizenztexte.....	7
1.7	Kontakt LAUDA.....	7
<b>2</b>	<b>Sicherheit.....</b>	<b>8</b>
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise und Warnhinweise.....	8
2.2	Hinweise zum Schnittstellenmodul.....	9
2.3	Personalqualifikation.....	9
<b>3</b>	<b>Auspacken.....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Gerätebeschreibung.....</b>	<b>11</b>
4.1	Zweckbestimmung.....	11
4.2	Aufbau.....	11
<b>5</b>	<b>Vor der Inbetriebnahme.....</b>	<b>12</b>
5.1	Schnittstellenmodul einbauen.....	12
5.2	Modulbox verwenden.....	14
<b>6</b>	<b>In Betrieb nehmen.....</b>	<b>15</b>
6.1	Kontaktbelegung Modbus TCP/IP-Schnittstelle.....	15
6.2	Software-Update.....	16
6.2.1	Software-Update am Temperiergerät.....	16
6.2.2	Software-Update am Modbus TCP/IP-Modul Advanced.....	16
<b>7</b>	<b>Betrieb.....</b>	<b>18</b>
7.1	Menüstruktur.....	19
7.2	Netzwerkverbindung herstellen.....	19
7.2.1	Netzwerkeinstellungen mit statischer IP-Adresse.....	21
7.2.2	Netzwerkverbindung prüfen.....	22
7.2.3	Zeitsynchronisation und NTP-Server.....	22
7.3	Funktionen der Schnittstelle.....	23
7.3.1	Allgemeine Hinweise zu Modbus TCP.....	23
7.3.2	Register-Tabelle.....	25
7.3.3	Beispiel: 0x03 Read Holding Registers.....	34
7.3.4	Beispiel: 0x04 Read Input Registers.....	35
7.3.5	Beispiel: 0x06 Write Single Register.....	37
7.3.6	Kommunikationsüberwachung.....	38

7.4	Webserver.....	38
<b>8</b>	<b>Instandhaltung.....</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>Störungen.....</b>	<b>40</b>
9.1	Alarmer, Fehler und Warnungen auf dem Display des Temperiergeräts.....	40
9.2	Modbus Fehlermeldungen.....	41
<b>10</b>	<b>Außerbetriebnahme.....</b>	<b>43</b>
<b>11</b>	<b>Entsorgung.....</b>	<b>44</b>
<b>12</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>45</b>
<b>13</b>	<b>Konformitätserklärung.....</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>Glossar.....</b>	<b>47</b>
<b>15</b>	<b>Index.....</b>	<b>49</b>

## 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 Schnittstellenmoduls Modbus TCP/IP-Modul (Best.-Nr. LRZ 935).

Über die Modbus TCP/IP-Schnittstelle kann das Temperiergerät mit einem PC oder Netzwerk verbunden und von dort aus über den LAUDA Befehlsatz angesteuert werden. Die dafür nutzbaren Schnittstellenfunktionen sind in den Kapiteln und beschrieben.

Die USB-Schnittstelle ist für Software-Updates für das Modbus TCP/IP-Modul Advanced vorgesehen.

### 1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

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

Das Schnittstellenmodul darf ausschließlich in den folgenden Bereichen verwendet werden:

- Bereiche Produktion, Qualitätswesen, Forschung und Entwicklung im industriellen Umfeld

Das Schnittstellenmodul ist ein Zubehörartikel und dient dazu das LAUDA Temperiergerät zu steuern und zu überwachen. Das Schnittstellenmodul wird in das Gerät eingebaut und an die 24 Volt-Versorgung angeschlossen. 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 an einem nicht kompatiblen Gerät
- Betrieb in Außenaufstellung
- Betrieb in explosionsgefährdetem Bereich
- Betrieb nach unvollständig ausgeführter Montage
- Betrieb mit defekten oder nicht normgerechten Kabeln oder Anschlüssen
- Betrieb unter medizinischen Bedingungen gemäß DIN EN 60601-1 beziehungsweise IEC 601-1

## 1.2 Kompatibilität

Das Schnittstellenmodul ist für folgende LAUDA Gerätelinien als Zubehör verfügbar:

### ■ Integral IN



#### **Kein Betrieb typgleicher Schnittstellen**

*Je Temperiergerät darf stets nur eine Modbus TCP/IP-Schnittstelle oder eine OPC UA-Schnittstelle verwendet werden.*

*Modbus TCP/IP- und OPC UA-Schnittstellen gleichzeitig sind nicht zulässig. In dieser Betriebsanleitung und in den Gerätemenüs wird für diese beiden Schnittstellen aufgrund der identischen Hardware auch der Begriff "Comm. Module" (Communication Module) verwendet.*



#### **Kein Betrieb mehrerer Feldbussysteme**

*Ein Betrieb in Kombination mit anderen Feldbussystem wie CAN-, EtherCAT- oder Profinet-Schnittstelle ist ebenfalls nicht zulässig ist, da nur ein Feldbussystem gleichzeitig unterstützt wird.*

## 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 1.7 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 7.

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 Lizenztexte

Die Lizenztexte für die im Temperiergerät verwendete Software erhalten Sie über den integrierten Webserver im Comm.Module

1. Tippen Sie in die Adresszeile Ihres Browsers `https://<ID-Adresse der Modbus TCP/IP-Schnittstelle>` ein und bestätigen Sie Ihre Eingabe.
2. Navigieren Sie auf der Webseite zum Abschnitt *Links* und klicken Sie dort auf *Licenses*. Auf dieser Seite werden Ihnen alle verwendeten Software-Komponenten und die Software-Lizenzbedingungen angezeigt. Hinweise zum Webserver, siehe ↗ Kapitel 7.4 „Webserver“ auf Seite 38

## 1.7 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

E-Mail: [service@lauda.de](mailto: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 Webseite 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 9.

#### Aufbau der Warnhinweise

Warnzeichen	Art der Gefahr
	Warnung vor einer Gefahrenstelle.
Signalwort	Bedeutung
<b>WARNUNG!</b>	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.
<b>HINWEIS!</b>	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 vorkonfektionierte 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



#### HINWEIS! Transportschaden

##### Geräteschaden

- 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 elektro-  
statische 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 44.



*Sollten Sie Schäden am Schnittstellenmodul feststellen, kontaktieren Sie umgehend den LAUDA Service, siehe ↪ Kapitel 1.7 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 7.*

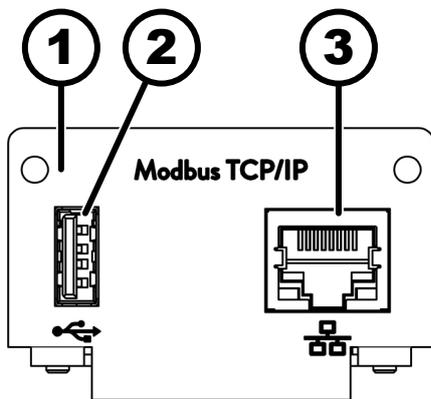
## 4 Gerätebeschreibung

### 4.1 Zweckbestimmung

Das Modbus TCP/IP-Modul Advanced wurde zu folgenden Zwecken entwickelt:

- Temperiergeräte in ein Modbus TCP/IP-Netzwerk einbinden.
- Temperiergeräte über den LAUDA Modbus-Register steuern.

### 4.2 Aufbau



- 1 Blende mit Bohrungen für Befestigungsschrauben M3 x 10
- 2 USB-Buchse Host, USB 2.0 Typ A
- 3 Ethernet-Schnittstelle (10/100 Mbit/s, RJ 45 mit 2 LEDs \*)

\* Die beiden LEDs zeigen an, ob die Schnittstelle verbunden ist und ob Daten übertragen werden (Link/Activity).

Abb. 1: Modbus TCP/IP-Modul

## 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 Schachtöffnung 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.

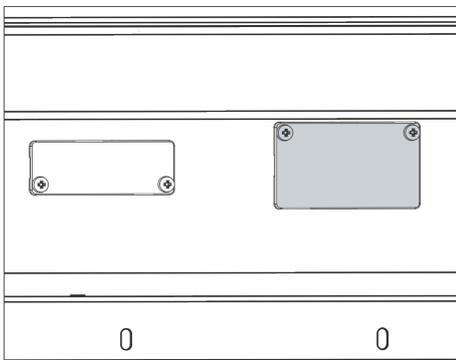


Abb. 2: Deckel demontieren (Prinzipiskizze)

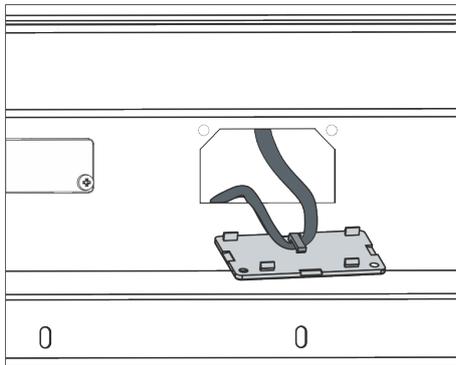


Abb. 3: LiBus-Flachbandkabel lösen (Prinzipische Skizze)

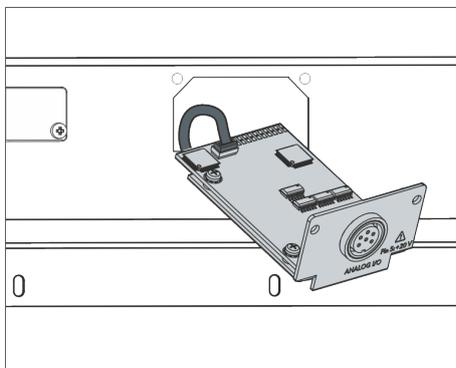


Abb. 4: Schnittstellenmodul anschließen (Prinzipische Skizze)

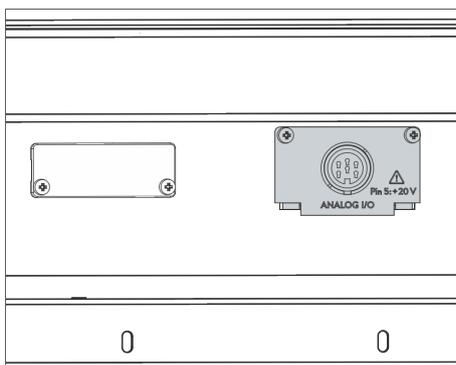


Abb. 5: Blende befestigen (Prinzipische Skizze)

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

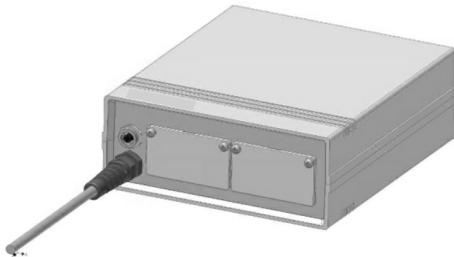


Abb. 6: LiBus-Modulbox, Best.-Nr. LCZ 9727

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.

## 6 In Betrieb nehmen

Die verbaute Modbus TCP/IP-Schnittstelle startet automatisch mit dem Einschalten des LAUDA Temperiergeräts.



Die Startzeit bis zur Verfügbarkeit der Schnittstelle beträgt etwa 30 Sekunden. Bitte warten Sie diese Zeit ab, bevor Sie die Schnittstelle mit den entsprechenden Befehlen ansprechen.

Sie können die Verfügbarkeit der Schnittstelle wie folgt prüfen:

- Testbefehl schicken
- Anzeige im Gerätemenü (Hauptmenü → Module → Comm. Module)  
*Achtung! Bei geöffnetem Hauptmenü während dem Start der Schnittstelle wird die Anzeige nicht automatisch aktualisiert.*
- Erreichbarkeit des Webservers der Schnittstelle → Kapitel 7.4 „Webserver“ auf Seite 38

### 6.1 Kontaktbelegung Modbus TCP/IP-Schnittstelle

Die Modbus TCP/IP-Schnittstelle ist mit Standardbuchsen des Typs RJ45 ausgestattet (8P8C-Modularstecker gemäß CFR Part 68). Für den Anschluss sind handelsübliche Ethernet-Kabel zu verwenden, die mindestens der Kategorie CAT5e entsprechen (8P8C-Belegung mit verdrehten Paaren).

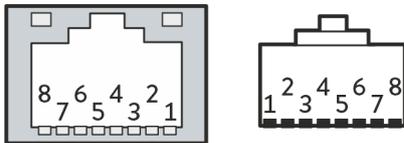


Abb. 7: RJ45-Kontakte Buchse / Stecker

Tab. 1: Kontaktbelegung RJ45

Kontakt	Signal 10Base-T / 100Base-TX
1	Tx+
2	Tx-
3	Rx+
4	-
5	-
6	Rx-
7	-
8	-

## 6.2 Software-Update

### 6.2.1 Software-Update am Temperiergerät

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 1.7 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 7.
  - Keine Software-Warnung: Nehmen Sie das Temperiergerät wie gewohnt in Betrieb.

### 6.2.2 Software-Update am Modbus TCP/IP-Modul Advanced

Die Software des Schnittstellenmoduls LRZ 935 wird unabhängig von der Gerätesoftware aktualisiert. Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

1. Bereiten Sie einen USB-Stick mit der neuen von LAUDA zur Verfügung gestellten Software (.raucb-Datei) vor. Gegebenenfalls den USB-Stick formatieren bevor Sie die .raucb-Datei darauf kopieren.



*Es darf sich nur die aktuelle .raucb-Datei auf dem Stick befinden.*

2. Schalten Sie das Temperiergerät nach Einbau der neuen Schnittstelle ein.
3. Stellen Sie sicher, dass Datum und Uhrzeit am Temperiergerät korrekt eingestellt sind. Das ist wichtig für die Prüfung der digitalen Signatur der raucb-Datei.
4. Stecken Sie den vorbereiteten USB-Stick in die USB-Buchse des Schnittstellenmoduls.



*Nicht die USB-Buchse des Temperiergerätes verwenden.*



Abb. 8: Software-Update starten

- Wählen Sie im Hauptmenü des Temperiergerätes *Module* → *Comm. Module* → *Module SW Update* → *SW Update* → *ja* um das Update zu starten.



### HINWEIS! Defekt durch Unterbrechung des Update-Vorgangs

Achtung! Einmal gestartet, kann der Update-Vorgang nicht angehalten werden und darf durch äußere Eingriffe nicht abgebrochen werden.

- Schalten Sie das Gerät während dem Update-Vorgang nicht aus.
- Ziehen Sie den USB-Stick während dem Update-Vorgang nicht ab.

- ▶ Der Status wechselt auf [Flashing] und der Fortschritt wird in % angezeigt.
- Am Ende des Update-Vorgangs startet das Schnittstellenmodul neu, dies kann zu Warnmeldungen beziehungsweise Fehlermeldungen führen. Führen Sie deshalb einen Neustart durch, wie im nächsten Punkt beschrieben.
  - Führen Sie einen Neustart des Thermostats durch. Hierfür schalten Sie den Thermostaten am Hauptschalter aus und schalten Sie ihn nach 60 Sekunden wieder ein. Nach dem Wiedereinschalten warten Sie weitere 30 Sekunden, damit das Schnittstellenmodul seinen Bootvorgang beenden kann.
    - ▶ Das Software-Update an dem Modbus TCP/IP-Modul ist abgeschlossen. Nach erfolgter Aktualisierung kann die Software-Version im Hauptmenü unter *Gerätestatus* → *Software-Versionen* → *Comm. Module* überprüft werden.

## 7 Betrieb

Über die Modbus TCP/IP-Schnittstelle können Sie Ihr Temperiergerät mit einem PC direkt verbinden oder in ein lokales Netzwerk einbinden. Dies ermöglicht die Steuerung mittels LAUDA Befehlssatz/Register.

### Unterstützte Netzwerkprotokolle, Standards

DHCP-Client	- RFC2132, 3046, 2563
HTTP	- RFC 1945, 2616, 2617, 2388 822 (TXT, CSS, RAW, JPEG, GIF, PNG, ICO, XML, TIFF, MPEG, MP3, ...)
TCP	- RFC792, 793, 1122, 6298
UDP	- RFC1035
IGMP	- RFC1112, 2236 (V1, 2, 3)
TLS	- RFC2246 (TLS 1.0), RFC4346 (TLS 1.1) and RFC5246 (TLS 1.2)
X.509	- RFC5280
WebSocket	- RFC6455
Auto-IP	- RFC3927
mDNS	- RFC6762
Modbus TCP	- <a href="https://modbus.org/specs.php">https://modbus.org/specs.php</a>

### Befehlsdurchsatz

Der via Ethernet erreichbare Befehlsdurchsatz ist von vielen Faktoren abhängig; dazu zählen unter anderem folgende Kriterien:

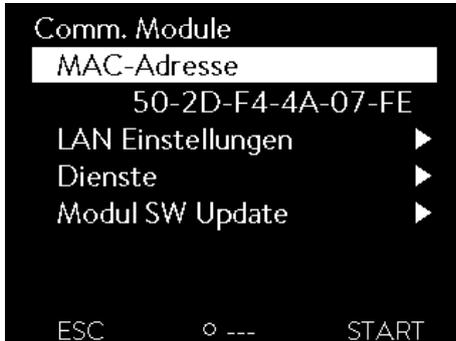
- Idealerweise befinden sich Temperiergerät und Leitstand / PC im selben (Sub-)Netz; andernfalls sollten möglichst wenige Router oder Switches zwischengeschaltet sein.
- Eine Kabelverbindung (LAN) mit dem Leitstand / PC ist für die Datenübertragung meist zuverlässiger als eine Verbindung über Funk (WLAN).
- Eine zu hohe Netzwerkauslastung kann den Befehlsaustausch deutlich verlangsamen.

Der Datenaustausch zwischen dem Temperiergerät über das Comm. Modul und einer externen Applikation erfolgt über die Ethernet-Schnittstelle des Comm. Moduls nach dem Befehl-Antwort-Prinzip. Das heißt, ein neuer Befehl wird generell immer erst dann gesendet, wenn der vorherige Befehl vom Temperiergerät beantwortet wurde.

Unter idealen Bedingungen können Befehle in einem Rhythmus von 100 ms an das Temperiergerät gesendet werden. Bei mehreren aktiven Modbus TCP/IP-Verbindungen, hoher Netzauslastung oder Beteiligung einer Wi-Fi-Verbindung kann es notwendig sein, dass die Befehle mit einer Periode von mehr als 1 s erfolgen.

Für manche zyklischen Befehle (zum Beispiel *Istwert externe Temperatur*) ist eine Übertragungsrate von 500 ms sinnvoll. Eine langsamere Übertragung führt zur Verschlechterung des Regelverhaltens, sofern dieser Wert im Temperiergerät als Regelgröße verwendet wird.

## 7.1 Menüstruktur



**i** 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:

Hauptmenü → Module → Comm. Module

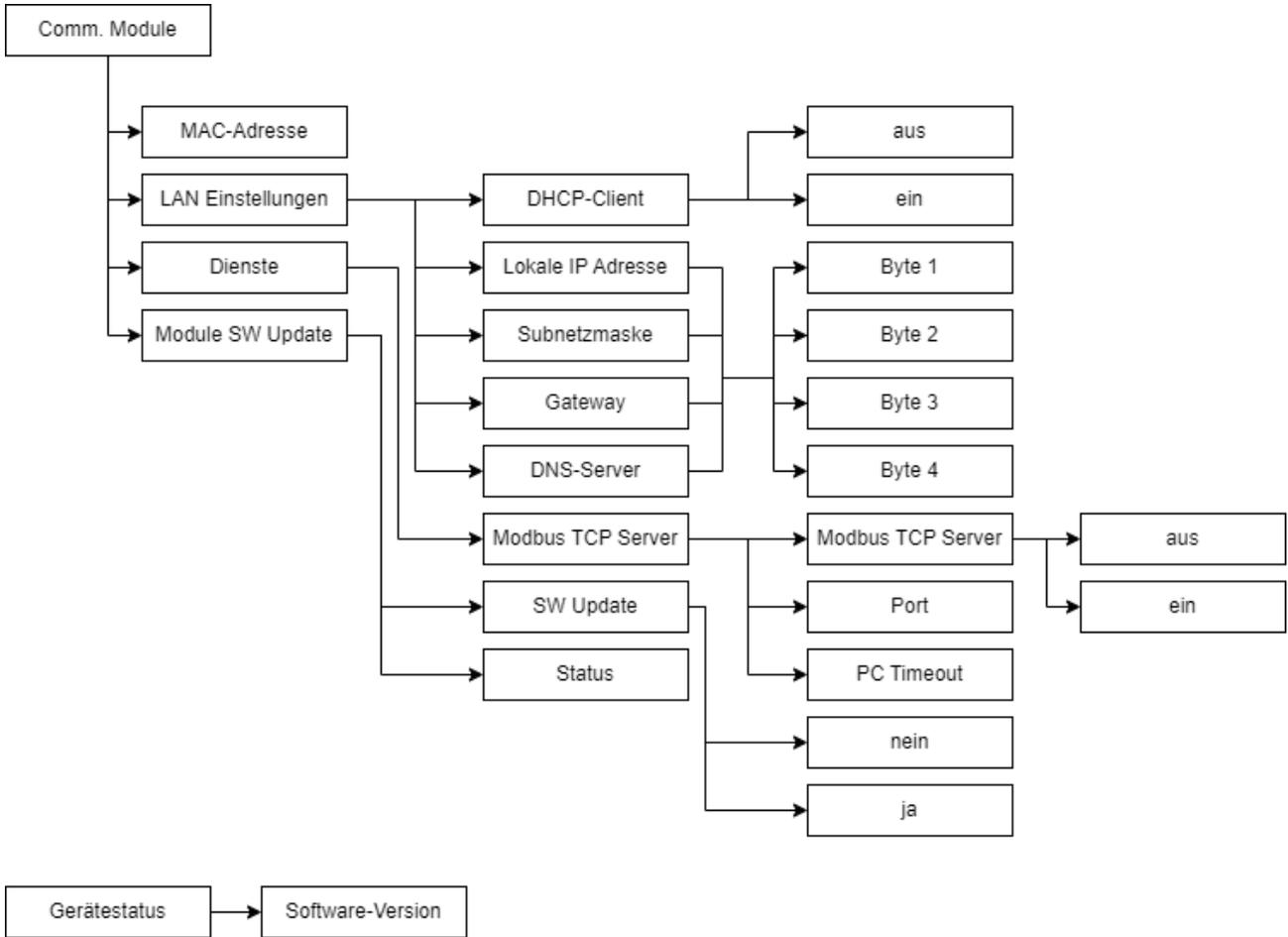


Abb. 9: Menü Modbus-Schnittstelle

## 7.2 Netzwerkverbindung herstellen

Das Comm. Module verfügt über ein eigenes Ethernet-Interface, welches als RJ45 an dem Modul herausgeführt ist. Die hier beschriebenen Einstellungen beziehen sich auf die Ethernet-Schnittstelle des Comm. Modules unter den Menüpunkten *Modules* → *Comm. Module* → *LAN Einstellungen*.

Bevor Sie das Temperiergerät von einem PC aus oder im lokalen Netzwerk über die Modbus Schnittstelle ansprechen können, müssen Sie folgende Vorbereitungen treffen:

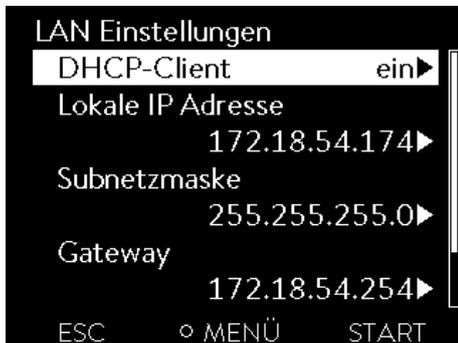


Abb. 10: LAN Einstellungen

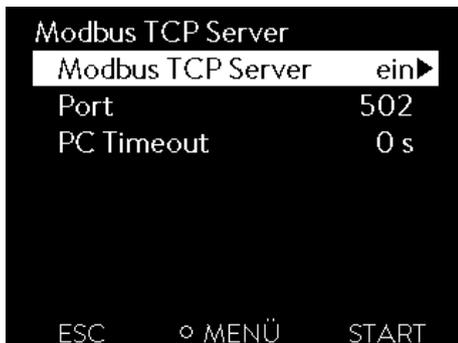


Abb. 11: Modbus TCP Server

1. Verwenden Sie ein Ethernet-Kabel (Cat. 5e oder höher), um die Modbus-Schnittstelle des Temperiergeräts mit der Gegenstelle zu verbinden. Als Gegenstelle sind beispielsweise folgende Systeme verwendbar: PC, Switch, Router oder WLAN-Access-Point
2. Nehmen Sie unter dem Menüpunkt *Modules* → *Comm. Module* → *LAN Einstellungen* alle Einstellungen vor, die das verbundene System/Netzwerk für die Kommunikation erwartet. Bei Auslieferung ist der DHCP Service eingeschaltet (default) und die nötigen Einstellungen sollten automatisch bezogen werden. Überprüfen sie diese Einstellungen.

3. Werkseitig ist der Modbus TCP Server deaktiviert. Wählen Sie Menüpunkte *Modules* → *Comm. Module* → *Dienste* → *Modbus TCP Server* → *ein* um den Modbus TCP Server zu aktivieren.
4. Standardmäßig wird der Port 502 für Modbus TCP verwendet, bei Bedarf kann der Port verändert werden. Wählen Sie *Modules* → *Comm. Module* → *Dienste* → *Modbus TCP Server* → *Port* um den Port zu ändern.



Wenden Sie sich an Ihren Systemadministrator, um die benötigten Informationen zu erhalten, und beachten Sie folgende Hinweise:

- Werkseitig ist die Modbus TCP/IP-Schnittstelle des Temperiergeräts für den Betrieb an einem DHCP-Server vorbereitet: Mit der Einstellung *DHCP-Client = ein* wird die benötigte Konfiguration automatisch vom Netzwerk übernommen, sobald die Kabelverbindung hergestellt ist.
- Ist dies nicht gewünscht, zum Beispiel bei Betrieb an einem Einzelsystem oder als Prozessschnittstelle, müssen Sie den Eintrag *DHCP-Client* deaktivieren. Anschließend geben Sie die Netzwerkeinstellungen manuell ein, siehe ↪ Kapitel 7.2.1 „Netzwerkeinstellungen mit statischer IP-Adresse“ auf Seite 21.
- Der Modbus TCP Port ist per default „502“ und kann bei Bedarf angepasst werden

## 7.2.1 Netzwerkeinstellungen mit statischer IP-Adresse

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um das Temperiergerät manuell mit einem System oder Netzwerk zu verbinden:

- Die Modbus TCP/IP-Schnittstelle ist mittels Ethernet-Kabel mit einem Einzelsystem (PC) oder einer Netzwerkkomponente (Hub, Switch, Router, WLAN-Access Point) verbunden.
  - Die lokale IP-Adresse, die das Temperiergerät erhält, gehört dem gleichen Adressbereich an wie das verbundene System. Sie wird von keinem anderen System im Netzwerk verwendet.
1. Wählen Sie die Menüpunkte *Module* → *Comm. Module* → *LAN Einstellungen*.
  2. Wählen Sie für den Eintrag *DHCP-Client* den Wert *aus*.
    - ▶ Die Einträge zur Eingabe der IP-Adressen sind aktiviert.
  3. Geben Sie nacheinander die IP-Adressen für die folgenden Einträge ein.



### Eingabe von IP-Adressen

IP-Adressen werden *byteweise* eingegeben:

- Wählen Sie das Feld *Byte 1*.
- Geben Sie den ersten Zahlenwert der 4-stelligen IP-Adresse ein und bestätigen Sie die Eingabe.
- Wiederholen Sie den Vorgang für die Felder *Byte 2*, *Byte 3* und *Byte 4*.

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <i>Lokale IP-Adresse</i> | - Geben Sie die gewünschte IP-Adresse ein, zum Beispiel 120.0.1.12. Über diese IP-Adresse ist das Temperiergerät von verbundenen Systemen aus erreichbar, siehe ↪ Kapitel 7.2.2 „Netzwerkverbindung prüfen“ auf Seite 22.  |
| <i>Subnetzmaske</i>      | - Geben Sie die zugehörige Subnetzmaske ein, zum Beispiel 255.255.192.0.   |
| <i>Gateway</i>           | - Geben Sie die IP-Adresse des Gateways ein (zum Beispiel 120.0.0.13), das für die Kommunikation mit benachbarten Netzwerken verwendet wird.<br><br>Hinweis: Die Konfiguration der Gateway-Adresse ist dann erforderlich, wenn Temperiergerät und Leitstand (zum Beispiel PC) sich in verschiedenen Subnetzen (VLANs / LANs) befinden. |
| <i>DNS-Server</i>        | - Geben Sie die IP-Adresse des DNS-Servers ein (zum Beispiel 120.0.1.40), der für die Namensauflösung der verbundenen Systeme verwendet wird.<br><br>Hinweis: Die Eingabe der Adresse des DNS-Servers ist nicht erforderlich.  |

## 7.2.2 Netzwerkverbindung prüfen

### Ping-Abfrage

Mit dem Konsolenbefehl `ping` kann von einem verbundenen System aus leicht überprüft werden, ob die Schnittstelle erreichbar ist. Dabei wird eine einfache Anfrage (Echo Request) an die konfigurierte lokale IP-Adresse gesendet. Bei Erreichbarkeit werden in der Regel vier Antworten und die jeweilige Übertragungsdauer zurückgeliefert.

Voraussetzung: Das Temperiergerät ist eingeschaltet und mit einem Einzelsystem bzw. dem Netzwerk verbunden.

1. Öffnen Sie an einem verbundenen System den Kommandozeileninterpreter (Konsole).



#### Konsole starten

An jedem Betriebssystem ist ein Kommandozeileninterpreter nutzbar. Unter Windows 10 oder Windows 11 erfolgt der Zugriff zum Beispiel auf folgende Weise:

Start (Rechtsklick) → Ausführen → `cmd.exe`

2. Geben Sie den Befehl "ping" und die IP-Adresse der Schnittstelle ein:

Syntax: `ping xxx.xxx.xxx.xxx`

Beispiel: `ping 172.18.54.2`.



#### IP-Adresse Comm. Module

Die eingestellte bzw. bezogene IP-Adresse kann im Menü `Module` → `Comm. Module` → `LAN Einstellungen` eingesehen werden.

3. Bestätigen Sie die Eingabe mit [Enter]

- ▶ Sofern erreichbar, beantwortet die Schnittstelle die Anfrage umgehend.

Ist die Gegenstelle nicht erreichbar, sollten Sie prüfen, ob folgende Kriterien erfüllt sind:

- Die Schnittstelle ist mit demselben Netzwerk verbunden wie das Testsystem.
- Die getestete Adresse entspricht der Adresse, die im Menü der Schnittstelle angezeigt wird.
- Die konfigurierten Netzwerkeinstellungen sind korrekt.

Kontaktieren Sie gegebenenfalls Ihren Systemadministrator.

```
Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users>ping 120.0.1.12
Pinging 120.0.1.12 with 32 bytes of data:
Reply from 120.0.1.12: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 120.0.1.12:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\Users>
```

Abb. 12: Beispiel einer Ping-Abfrage

## 7.2.3 Zeitsynchronisation und NTP-Server

### Systemuhrzeit und Synchronisation

Das LAUDA Modbus TCP/IP-Schnittstellenmodul Ihres Temperiergeräts verfügt über eine integrierte Systemuhrzeit. Um höchste Genauigkeit zu gewährleisten, gleicht das System diese Uhrzeit regelmäßig mit einem voreingestellten externen NTP-Server (Network Time Protocol) ab.

Die voreingestellten NTP-Server sind:

- 0.1lauda.pool.ntp.org
- 1.1lauda.pool.ntp.org

- 2.lauda.pool.ntp.org
- 3.lauda.pool.ntp.org



*Diese NTP-Server sind im LAUDA Modbus TCP/IP-Schnittstellenmodul fest eingestellt und können nicht vom Kunden verändert werden. Der standardmäßige NTP-Port ist 123. Stellen Sie sicher, dass dieser Port in Ihrem Netzwerk für ausgehende Verbindungen freigegeben ist.*

## Fallback-Mechanismus

Sollte keine Verbindung zu einem der voreingestellten NTP-Server möglich sein und die letzte erfolgreiche Synchronisation länger als eine Stunde zurückliegen, greift ein interner Sicherheitsmechanismus:

- Das System gleicht die Schnittstellenuhrzeit mit der internen Uhrzeit des Temperiergeräts ab.
- Bei einer Abweichung wird die Schnittstellenuhrzeit auf die Uhrzeit des Temperiergeräts eingestellt.

Dieser Mechanismus stellt sicher, dass Ihr LAUDA Schnittstellenmodul auch ohne Verbindung zu dem externen NTP-Server mit einer möglichst genauen Zeit arbeitet. Weitere Details zur Uhrzeit des LAUDA Temperiergeräts entnehmen sie bitte der Betriebsanleitung des entsprechenden Geräts.

## 7.3 Funktionen der Schnittstelle

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".

### 7.3.1 Allgemeine Hinweise zu Modbus TCP

Modbus TCP/IP ist ein Kommunikationsprotokoll, das häufig in industriellen Anwendungen zur Übertragung von Steuerungsinformationen und Daten zwischen Geräten wie Sensoren, Aktoren und Steuerungssystemen verwendet wird. Modbus TCP/IP ist die Adaption des Modbus RTU/ASCII-Protokolls auf das TCP/IP-Protokoll, was die Nutzung des Modbus-Protokolls über Ethernet-basierte Netzwerke ermöglicht. Dies bietet den Vorteil einer einfacheren Integration in bestehende Netzwerkstrukturen und die Nutzung von Standard-TCP/IP-Geräten und -Infrastrukturen. Detaillierte Information zu Modbus können aus der Spezifikation entnommen werden, welche unter [www.modbus.org](http://www.modbus.org) verfügbar ist.

## Netzwerkeinstellungen

Für die Verwendung von Modbus TCP/IP müssen bestimmte Netzwerkeinstellungen konfiguriert werden:

- IP-Adresse: Jedes Gerät im Netzwerk benötigt eine eindeutige IP-Adresse.
- Subnetzmaske: Die Subnetzmaske definiert, welche IP-Adressen im lokalen Netzwerk liegen.
- Gateway: Optional für die Kommunikation über verschiedene Netzwerke hinweg.
- Port: Standardmäßig wird Port 502 für Modbus TCP/IP verwendet, dieser kann bei Bedarf geändert werden

Die nötigen Einstellungen können in dem Module Menü vorgenommen werden, siehe auch Abb. 9

Es ist wichtig, darauf zu achten, dass keine IP-Adresskonflikte vorliegen und dass Firewalls und Router richtig konfiguriert sind, um den Datenverkehr auf dem entsprechenden Port zu ermöglichen.

Das Modbus TCP/UP-Modul ermöglicht das Schreiben und Lesen von Gerätedaten. Die geschieht über definierte Register über deren Adressen. Die konkrete auszuführende Funktion wird über den im Standard vergebenen Function Code vorgegeben. LAUDA Temperiergeräte unterstützen grundsätzlich zwei Typen von Register:

- Holding Registers: Sind read-write Register, die typischerweise für Konfigurationseinstellungen oder Steuerungsbefehle verwendet werden.
- Input Registers: Sind read-only Register, die in der Regel Messwerte oder Statusinformationen enthalten.

Die Holding oder Input Register werden über Function Codes gelesen oder geschrieben. Das LAUDA Schnittstellenmodul unterstützt die folgenden Public Function Codes:

- 0x03 Read Holding Registers (Adressbereich: 40001 – 49999)
- 0x04 Read Input Registers (Adressbereich: 30001 – 39999)
- 0x06 Write Single Register (Adressbereich: 40001 – 49999)
- 0x10 Write Multiple Registers

Es werden die folgenden Register und Datenformate zum Kommunizieren benutzt:

- 16 und 32 Bit Datenregister. Bei 32 Bit Variablen/Parameter müssen zwei Register ausgelesen werden, respektive geschrieben werden.
- Big-Endian-Ordnung: Die höherwertigen Bytes werden per Definition als erstes übertragen.
- Zahlenwerte: Das Datenformat (Vorzeichenbehaftet, Nachkommastellen, ...) kann der entnommen werden.
- Enum: Die Dekodierung kann der entnommen werden.

Eine Modbus TCP Nachricht hat den folgenden Aufbau (wie in der Modbus Spezifikation definiert):



Modbus Protokoll	Beschreibung
Transaction ID	Beliebige vom Client gesetzte Zahl zur eindeutigen Zuordnung der Antwort auf die Anfrage.
Protocol ID	In der Modbus Spezifikation definiert als 0
Length	Anzahl der folgenden Bytes
Unit ID	Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Ist für Modbus TCP irrelevant, da IP-Adressen für die Adressierung genutzt werden. In diesem Fall sollte nach Standard der Wert 0xFF geschickt werden.
Function Code	Von LAUDA unterstützte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0x03 Read Holding Registers</li> <li>• 0x04 Read Input Registers</li> <li>• 0x06 Write Single Register</li> <li>• 0x10 Write Multiple Registers</li> </ul>
Data	In Abhängigkeit des Function Codes werden hier die Starting Address, Anzahl der Register, Nutzdaten, Registerwerte, ... übergeben. Details können der Modbus Specification entnommen werden.



Der Wertebereich für die einzelnen Register/Parameter ist von der spezifischen Konfiguration des Temperiergeräts abhängig. Beispiel: Das verwendete Temperier-Medium bestimmt die maximale Temperatur, die maximale Temperatur wiederum bestimmt den Wertebereich für  $T_{ih}$  und dieser bestimmt den gültigen Wertebereich für  $T_{set}$ . Der Thermostat prüft intern bei Schreibbefehlen den erlaubten Wertebereich und verwirft ungültige Eingaben über die Modbus Schnittstelle.

Aus diesem Grund sollte nach jedem Schreiben über

- 0x06 Write Single Register
- 0x10 Write Multiple Registers

das Register über den entsprechende Function Code erneut gelesen werden und überprüft werden, ob der Schreibbefehl korrekt umgesetzt wurde.

### 7.3.2 Register-Tabelle

Nachfolgend die Register-Tabelle, welche alle unterstützten Modbus Register beschreibt. Die Tabellenspalten werden dabei wie folgt interpretiert:

- **ID:** LAUDA eindeutige Funktions ID
- **Funktion:** Beschreibung des Registers/Funktion.
- **Einheit:** Die Maßeinheit, in der die Registerdaten interpretiert werden sollen, z.B. °C, RPM, % etc.
- **Zugriff:** r = read, lesender Zugriff; w = write, schreibender Zugriff. Achtung, dies dient lediglich der Information für den Anwender. Die Zugriffsart wird über das Protokoll mit den Function Codes realisiert.
- **Function Code:** Unterstützter Function Code für das Register.
- **Register-Adresse:** Die spezifische Adresse des Registers.

- **Index:** Abhängig von der Software-Implementierung wird ein Offset zur Adressierung verwendet. Dabei gilt folgender Zusammenhang:  
 Holding Registers (40001 – 49999)
  - Index = Register-Adresse – 40001
  - Funktionscodes: 03 (Read), 06 (Write Single)
 Input Registers (30001 – 39999)
  - Index = Register-Adresse – 30001
  - Funktionscode: 04 (Read Input Registers)
- **Anzahl Register:** Gibt die Anzahl der nötigen Register an. Standardmäßig handelt es sich bei Modbus Register um 16Bit Register (2 Byte). Für gewisse Gerätedaten sind jedoch 16Bit nicht ausreichend, aus diesem Grund werden diese Daten über 2 Register als 32Bit Wert abgebildet (4 Byte).
- **Auflösung:** Gibt an, mit wie vielen Nachkommastellen der Rohwert interpretiert werden muss.
- **Type:** Zeigt den Datentypen eines Registers:
  - Signed: Der Wert ist Vorzeichen behaftet.
  - Unsigned: Vorzeichenloser Wert
  - Enum: Der Wert wird entsprechend der Codierung aus der Funktionsbeschreibung decodiert.
  - Bit mask: Der Wert ist bitweise codiert. Die Codierung kann der Funktionsbeschreibung entnommen werden.



#### Modbus-Adressierung – Startindex 0

In Abhängigkeit von der verwendeten Modbus-Client Software kann es sein, dass die Eingabe der vollen Register-Adresse (z.B. 40001) erlaubt ist und intern auf den korrekten Index ausgerechnet wird oder der nachfolgende Index verwendet wird. Details dazu finden sie in der Dokumentation ihrer Client-Software/Prozessleitstand-Software.

Prüfen Sie den verwendeten Startindex in Ihrem Leitsystem und stellen Sie sicher, dass die korrekte Offset-Berechnung verwendet wird. Beachten Sie, dass unser System mit Index 0 beginnt!

Die Tabelle zeigt eine Übersicht aller definierten Register, es ist jedoch zu beachten, dass manche Register nur bei bestimmten Thermostat-Typen oder verbautem Zubehör unterstützt werden. Die unterstützten Register können über die ID in der ersten Spalte in der jeweiligen Betriebsanleitung des Temperiergeräts nachgesehen werden.

Tab. 2: Register-Tabelle

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
1	Sollwert Temperatur	°C	w	0x06	40001	0	1	0.01	signed
2	Sollwert Temperatur	°C	r	0x03	40001	0	1	0.01	signed

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
3	Badtemperatur (Vorlauftemperatur) mit Auflösung 0,01 °C	°C	r	0x04	30001	0	1	0.01	signed
5	Geregelte Temperatur (intern / extern Pt / extern Analog / extern Seriell)	°C	r	0x04	30002	1	1	0.01	signed
6	Vorlaufdruck / Pumpendruck, relativ zur Atmosphäre	bar	r	0x04	30014	13	1	0.01	unsigned
7	Externe Temperatur TE(Pt)	°C	r	0x04	30015	14	1	0.01	signed
8	Externe Temperatur TE (Analogeingang)	°C	r	0x04	30016	15	1	0.01	signed
9	Badniveau (Füllstand)	-	r	0x04	30017	16	1	1	unsigned
11	Reglerstellgröße mit Auflösung Promille [0,1 %]	%	r	0x04	30018	17	1	0.1	signed
12	Durchfluss	L/min	r	0x04	30023	22	1	0.01	unsigned
15	Istwert externe Temperatur (über Schnittstelle). <b>Achtung:</b> Setzt voraus das die externe Regelung aktiviert ist (ID 66,67). Der Wert von ID15 kann über ID5 zurückgelesen werden.	°C	w	0x06	40027	26	1	0.01	signed
17	Leistungsstufe Pumpe (1 - 6 oder 1 - 8)	-	w	0x06	40019	18	1	1	unsigned
18	Leistungsstufe Pumpe	-	r	0x03	40019	18	1	1	unsigned
23	Betriebsart Kühlung (0 = aus / 1 = ein / 2 = automatisch)	-	w	0x06	40021	20	1	1	enum
24	Betriebsart Kühlung (0 = aus / 1 = ein / 2 = automatisch)	-	r	0x03	40021	20	1	1	enum
25	Abschaltpunkt Übertemperatur T_Max	°C	r	0x04	30019	18	1	1	unsigned
26	Begrenzung Vorlauftemperatur TiH (oberer Grenzwert)	°C	w	0x06	40002	1	1	0.1	signed
27	Begrenzung Vorlauftemperatur TiH (oberer Grenzwert)	°C	r	0x03	40002	1	1	0.1	signed
28	Begrenzung Vorlauftemperatur TiL (unterer Grenzwert)	°C	w	0x06	40003	2	1	0.1	signed
29	Begrenzung Vorlauftemperatur TiL (unterer Grenzwert)	°C	r	0x03	40003	2	1	0.1	signed
30	Sollwert Vorlaufdruck / Pumpendruck (bei Einstellung Druckregelung)	bar	w	0x06	40020	19	1	0.01	unsigned
31	Sollwert Vorlaufdruck / Pumpendruck (bei Einstellung Druckregelung)	bar	r	0x03	40020	19	1	0.01	unsigned
32	Sollwert Temperatur Tset im Safe Mode	°C	w	0x06	40022	21	1	0.01	signed
33	Sollwert Temperatur Tset im Safe Mode	°C	r	0x03	40022	21	1	0.01	signed

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
34	Timeout Kommunikation über Schnittstelle (1 - 99 [s]; 0 = Off)	s	w	0x06	40023	22	1	1	unsigned
35	Timeout Kommunikation über Schnittstelle (1 - 99 [s]; 0 = Off)	s	r	0x03	40023	22	1	1	unsigned
36	Sollwert Durchflussregelung	L/min	w	0x06	40028	27	1	0.1	unsigned
37	Sollwert Durchflussregelung	L/min	r	0x03	40028	27	1	0.1	unsigned
38	Regelparameter Xp	-	w	0x06	40008	7	1	0.1	unsigned
39	Regelparameter Xp	-	r	0x03	40008	7	1	0.1	unsigned
40	Regelparameter Tn	s	w	0x06	40009	8	1	1	unsigned
41	Regelparameter Tn	s	r	0x03	40009	8	1	1	unsigned
42	Regelparameter Tv	s	w	0x06	40010	9	1	1	unsigned
43	Regelparameter Tv	s	r	0x03	40010	9	1	1	unsigned
44	Regelparameter Td	s	w	0x06	40011	10	1	0.1	unsigned
45	Regelparameter Td	s	r	0x03	40011	10	1	0.1	unsigned
46	Regelparameter KpE	-	w	0x06	40012	11	1	0.01	unsigned
47	Regelparameter KpE	-	r	0x03	40012	11	1	0.01	unsigned
48	Regelparameter TnE	s	w	0x06	40013	12	1	1	unsigned
49	Regelparameter TnE	s	r	0x03	40013	12	1	1	unsigned
50	Regelparameter TvE	s	w	0x06	40014	13	1	1	unsigned
51	Regelparameter TvE	s	r	0x03	40014	13	1	1	unsigned
52	Regelparameter TdE	s	w	0x06	40015	14	1	0.1	unsigned
53	Regelparameter TdE	s	r	0x03	40015	14	1	0.1	unsigned
54	Korrekturgrößenbegrenzung	K	w	0x06	40016	15	1	0.1	unsigned
55	Korrekturgrößenbegrenzung	K	r	0x03	40016	15	1	0.1	unsigned
56	Regelparameter XpF	-	w	0x06	40017	16	1	0.1	unsigned
57	Regelparameter XpF	-	r	0x03	40017	16	1	0.1	unsigned
58	Sollwertoffset	K	w	0x06	40004	3	1	0.1	signed
59	Sollwertoffset	K	r	0x03	40004	3	1	0.1	signed
60	Regelparameter Prop_E	K	w	0x06	40018	17	1	1	unsigned
61	Regelparameter Prop_E	K	r	0x03	40018	17	1	1	unsigned
62	Tastatur Master (entspricht "KEY"): 0 = freischalten / 1 = sperren	-	w	0x06	40024	23	1	1	enum

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
63	Zustand Tastatur Master: 0 = frei / 1 = gesperrt	-	r	0x03	40024	23	1	1	enum
64	Tastatur Fernbedieneinheit Command: 0 = freischalten / 1 = sperren	-	w	0x06	40025	24	1	1	enum
65	Zustand Tastatur (Fernbedieneinheit): 0 = frei / 1 = gesperrt	-	r	0x03	40025	24	1	1	enum
66	Regelung auf Regelgröße X: 0 = intern / 1 = extern Pt / 2 = extern Analog / 3 = extern Seriell / 5 = extern Ethernet / 6 = extern EtherCAT / 7 = extern Pt 2 / 8 = extern OPC UA / 9 = extern Modbus TCP	-	w	0x06	40005	4	1	1	enum
67	Regelung auf Regelgröße X: 0 = intern / 1 = extern Pt / 2 = extern Analog / 3 = extern Seriell / 5 = extern Ethernet / 6 = extern EtherCAT / 7 = extern Pt 2 / 8 = extern OPC UA / 9 = extern Modbus TCP	-	r	0x03	40005	4	1	1	enum
68	Offsetquelle X für Sollwert: 0 = aus / 1 = extern Pt / 2 = extern Analog / 3 = extern Seriell / 5 = extern Ethernet / 6 = extern EtherCAT / 7 = extern Pt 2 / 8 = extern OPC UA / 9 = extern Modbus TCP	-	w	0x06	40006	5	1	1	enum
69	Offsetquelle X für Sollwert: 0 = aus / 1 = extern Pt / 2 = extern Analog / 3 = extern Seriell / 5 = extern Ethernet / 6 = extern EtherCAT / 7 = extern Pt 2 / 8 = extern OPC UA / 9 = extern Modbus TCP	-	r	0x03	40006	5	1	1	enum
70	Durchflussregelung aktivieren: 0 = ausschalten / 1 = einschalten	-	w	0x06	40029	28	1	1	enum
71	Zustand Durchflussregelung: 0 = aus / 1 = ein	-	r	0x03	40029	28	1	1	enum
72	Safe Mode aktivieren: 0=aus / 1= ein	-	w	0x06	40026	25	1	1	enum
73	Zustand Safe Mode: 0 = aus / 1 = ein	-	r	0x03	40026	25	1	1	enum
74	Gerät ein- / ausschalten (Standby): 0 = einschalten / 1 = ausschalten	-	w	0x06	40007	6	1	1	enum
75	Zustand Standby: 0 = Gerät ist eingeschaltet / 1 = Gerät ist ausgeschaltet	-	r	0x03	40007	6	1	1	enum

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
107	Gerätelinie / Geräteserie (0 = Proline, 1 = XT, 2 = Kryomat, 3 = ECO, 5 = VC, 6 = PRO, 7 = INT, 8 = UNI)	-	r	0x04	30005	4	1	1	enum
108	SW-Version Regelsystem	-	r	0x04	30079	78	1	1	unsigned
109	SW-Version Schutzsystem	-	r	0x04	30055	54	1	1	unsigned
110	SW-Version Fernbedieneinheit (Command)	-	r	0x04	30056	55	1	1	unsigned
111	SW-Version Kühlsystem	-	r	0x04	30057	56	1	1	unsigned
112	SW-Version Schnittstellenmodul Analog	-	r	0x04	30058	57	1	1	unsigned
113	SW-Version Durchflussregeleinheit (MIDxx)	-	r	0x04	30075	74	1	1	unsigned
114	SW-Version Schnittstellenmodul RS232/485 bzw. Profibus / Profinet / CAN	-	r	0x04	30078	77	1	1	unsigned
115	SW-Version Schnittstellenmodul Ethernet	-	r	0x04	30071	70	1	1	unsigned
116	SW-Version Schnittstellenmodul EtherCAT	-	r	0x04	30072	71	1	1	unsigned
117	SW-Version Schnittstellenmodul Kontakt	-	r	0x04	30059	58	1	1	unsigned
118	SW-Version Magnetventil Kühlwasser	-	r	0x04	30060	59	1	1	unsigned
119	SW-Version Magnetventil Nachfüllautomatik	-	r	0x04	30061	60	1	1	unsigned
120	SW-Version Magnetventil Niveaustand	-	r	0x04	30062	61	1	1	unsigned
121	SW-Version Magnetventil, Absperrventil 1	-	r	0x04	30063	62	1	1	unsigned
122	SW-Version Magnetventil, Absperrventil 2	-	r	0x04	30064	63	1	1	unsigned
123	SW-Version Hochtemperaturkühler	-	r	0x04	30069	68	1	1	unsigned
124	SW-Version Pumpe 0	-	r	0x04	30065	64	1	1	unsigned
125	SW-Version Pumpe 1	-	r	0x04	30066	65	1	1	unsigned
126	SW-Version Heizsystem 0	-	r	0x04	30067	66	1	1	unsigned
127	SW-Version Heizsystem 1	-	r	0x04	30068	67	1	1	unsigned
128	SW-Version Externe Pt-Schnittstelle 0	-	r	0x04	30070	69	1	1	unsigned
129	SW-Version Externe Pt-Schnittstelle 1	-	r	0x04	30073	72	1	1	unsigned
130	Gerätestatus (-1 = Störung, 0 = OK)	-	r	0x04	30003	2	1	1	enum
131	Störungsdiagnose Bits (0=inaktiv, 1=aktiv; Bit 0 = Sammelfehler, Bit 1 = Sammelalarm, Bit 2 = Sammelwarnung, Bit 3 = Übertemperatur, Bit 4 = Unterniveau, Bit 5 = Überniveau )	-	r	0x04	30004	3	1	1	bit mask
137	Fehlerstatus (0=inaktiv, 1=aktiv)	-	r	0x04	30009	8	1	1	enum

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
138	Alarmstatus (0=inaktiv, 1=aktiv)	-	r	0x04	30010	9	1	1	enum
139	Warnstatus (0=inaktiv, 1=aktiv)	-	r	0x04	30011	10	1	1	enum
140	Unterniveaularm (0=inaktiv, 1=aktiv)	-	r	0x04	30012	11	1	1	enum
141	Übertemperaturalarm (0=inaktiv, 1=aktiv)	-	r	0x04	30013	12	1	1	enum
142	SW-Version Base	-	r	0x04	30074	73	1	1	unsigned
154	Vorlaufdruck Durchflussregeleinheit, relativ zur Atmosphäre	bar	r	0x04	30024	23	1	0.01	unsigned
155	Sollwert Druckbegrenzung bei aktiver Durchflussregelung	bar	w	0x06	40030	29	1	0.1	unsigned
156	Sollwert Druckbegrenzung bei aktiver Durchflussregelung	bar	r	0x03	40030	29	1	0.1	unsigned
157	Überdruckabschaltpunkt bei aktiver Durchflussregelung	bar	r	0x04	30025	24	1	0.1	unsigned
158	Stellgröße Führungsregler bei Externregelung	°C	r	0x04	30020	19	1	0.01	unsigned
160	Ventilstellung des Durchflussreglers	%	r	0x04	30026	25	1	1	unsigned
161	Seriennummer alphanumerisch (10 Zeichen)	-	r	0x04	30006	5	2	1	unsigned
162	Abschaltpunkt Übertemperatur Tank	°C	r	0x04	30021	20	1	1	unsigned
163	Abschaltpunkt Übertemperatur Rücklauf	°C	r	0x04	30022	21	1	1	unsigned
164	Solldruck für Drucküberlagerung	bar	w	0x06	40041	40	1	0.1	unsigned
165	Solldruck für Drucküberlagerung	bar	r	0x03	40041	40	1	0.1	unsigned
166	Tankdruck der Drucküberlagerung	bar	r	0x04	30030	29	1	0.1	unsigned
167	Hysterese Drucküberlagerung	bar	w	0x06	40042	41	1	0.1	unsigned
168	Hysterese Drucküberlagerung	bar	r	0x03	40042	41	1	0.1	unsigned
169	Zustand der Befüll-/Entleereinheit: (0=Initialisierung, 1=Ruhezustand, 2=Vortemperieren, 3=Entleerung, 4=Applikationswechsel, 5=Dichtigkeitstest, 6=Befüllung, 7=Pause, 8=Nachbefüllung, 9=Außerbetriebnahme)	-	r	0x04	30029	28	1	1	enum
170	Aktion an die Befüll-/Entleereinheit: (0=keine Aktion, 1=Entleerung starten, 2=Befüllung starten)	-	w	0x06	40031	30	1	1	enum
171	Entleertemperatur	°C	w	0x06	40032	31	1	0.1	unsigned
172	Entleertemperatur	°C	r	0x03	40032	31	1	0.1	unsigned
173	Druckvorgabe beim Dichtigkeitstest	bar	w	0x06	40033	32	1	0.1	unsigned
174	Druckvorgabe beim Dichtigkeitstest	bar	r	0x03	40033	32	1	0.1	unsigned

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
175	Dauer des Dichtigkeitstests	s	w	0x06	40034	33	1	1	unsigned
176	Dauer des Dichtigkeitstests	s	r	0x03	40034	33	1	1	unsigned
177	Max. zulässige Druckdifferenz beim Dichtigkeitstest	bar	w	0x06	40035	34	1	0.01	unsigned
178	Max. zulässige Druckdifferenz beim Dichtigkeitstest	bar	r	0x03	40035	34	1	0.01	unsigned
179	Entlüftungszeit am Ende des Befüllvorgangs	s	w	0x06	40036	35	1	1	unsigned
180	Entlüftungszeit am Ende des Befüllvorgangs	s	r	0x03	40036	35	1	1	unsigned
181	Ziel Füllstand Ausgleichsbehälter des Temperiergeräts beim Befüllvorgang	-	w	0x06	40037	36	1	1	unsigned
182	Ziel Füllstand Ausgleichsbehälter des Temperiergeräts beim Befüllvorgang	-	r	0x03	40037	36	1	1	unsigned
183	Status Nachfüllautomatik für den Tank der Befüll/Entleereinheit (0=aus, 1=ein)	-	w	0x06	40038	37	1	1	enum
184	Status Nachfüllautomatik für den Tank der Befüll/Entleereinheit (0=aus, 1=ein)	-	r	0x03	40038	37	1	1	enum
185	Nachfüllautomatik Start (Füllstand untere Grenze -> Nachfüllen ein)	%	w	0x06	40039	38	1	1	unsigned
186	Nachfüllautomatik Start (Füllstand untere Grenze -> Nachfüllen ein)	%	r	0x03	40039	38	1	1	unsigned
187	Nachfüllautomatik Ende (Füllstand obere Grenze -> Nachfüllen aus)	%	w	0x06	40040	39	1	1	unsigned
188	Nachfüllautomatik Ende (Füllstand obere Grenze -> Nachfüllen aus)	%	r	0x03	40040	39	1	1	unsigned
189	Befüll/Entleersystem Vorlaufdruck	bar	r	0x04	30027	26	1	0.01	unsigned
190	Befüll/Entleersystem Tank Füllstand	%	r	0x04	30028	27	1	1	unsigned
191	SW-Version Linux Kommunikationsmodul (OPC UA, Modbus TCP)	-	r	0x04	30076	75	1	1	unsigned
192	SW-Version Befüll-Entleer-System (FD 50)	-	r	0x04	30077	76	1	1	unsigned
193	Rampe stoppen (0) / starten (1) / pausieren (2)	-	w	0x06	40043	42	1	1	enum
194	Rampen-Status: aus = 0, an = 1, pause = 2	-	r	0x03	40043	42	1	1	enum
195	Rampe Temperaturgradient	K/h	w	0x06	40044	43	1	0.01	signed
196	Rampe Temperaturgradient	K/h	r	0x03	40044	43	1	0.01	signed
197	Rampendauer	min	w	0x10	40045	44	2	1	unsigned
198	Rampendauer	min	r	0x03	40045	44	2	1	unsigned
199	Rampe Zieltemperatur	°C	w	0x06	40047	46	1	0.01	signed

ID	Funktion	Einheit	Zugriff	Function Code	Register-Adresse	Index	Anzahl Register	Auflösung	Type
200	Rampe Zieltemperatur	°C	r	0x03	40047	46	1	0.01	signed
203	Betriebsstundenzähler Fluid	h	r	0x04	30031	30	2	1	unsigned
204	Betriebsstundenzähler Gesamtgerät	h	r	0x04	30033	32	2	1	unsigned
205	reserviert	-	r	0x04	30035	34	2	-	-
206	Betriebsstundenzähler Heizung 1	h	r	0x04	30037	36	2	1	unsigned
207	Betriebsstundenzähler Heizung 2	h	r	0x04	30039	38	2	1	unsigned
208	Betriebsstundenzähler Pumpe 1	h	r	0x04	30041	40	2	1	unsigned
209	Betriebsstundenzähler Pumpe 2	h	r	0x04	30043	42	2	1	unsigned
210	Betriebsstundenzähler Pumpe 1 über 200°C	h	r	0x04	30045	44	2	1	unsigned
211	Betriebsstundenzähler Pumpe 2 über 200°C	h	r	0x04	30047	46	2	1	unsigned
212	Betriebsstundenzähler Kühltssystem (kein Standby)	h	r	0x04	30049	48	2	1	unsigned
213	Betriebsstundenzähler Kompressor 1	h	r	0x04	30051	50	2	1	unsigned
214	Betriebsstundenzähler Kompressor 2	h	r	0x04	30053	52	2	1	unsigned
215	Typ der Temperierflüssigkeit: 0: FLUID undefined, 1: n/a, 2: KRYO 95, 3: KRYO 70A, 4: n/a, 5: KRYO 65, 6: KRYO 51, 7: KRYO 30, 8: KRYO 20, 9: AQUA 90, 10 :ULTRA 350, 11: ULTRA 301, 12: USER defined 1, 13: USER defined 2, 14: USER defined 3	-	r	0x04	30008	7	1	1	enum

### 7.3.3 Beispiel: 0x03 Read Holding Registers

Der Function Code Read Holding Register wird benutzt, um ein oder mehrere Holding Registers zu lesen. Dabei wird die Anzahl der zu lesende Register in der Anforderung vom Client mit übergeben.

Beispiel zum Auslesen der Sollwerttemperatur Tset

1. Der Client sendet eine Anfrage, um das „Read Holding Register“ mit der Adresse 40001 (Index: 0) zu lesen, welches nach Tabelle Tset entspricht: 00 00 00 00 00 06 FF 03 00 00 00 01

Tab. 3: Tset

Bytes (Hex)	Client / Leitstand
00 00	Transaction ID (beliebige Zahl zur eindeutigen Zuordnung der Antwort auf die Anfrage)
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 06	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 6 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 2 Bytes Startadresse, 2 Bytes Anzahl der zu lesenden Register)
FF	Unit Identifier: Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Ist für Modbus TCP irrelevant, da IP-Adressen für die Adressierung genutzt werden. In diesem Fall sollte nach Standard der Wert 0xFF geschickt werden.
03	Function Code „Read Holding Register“
00 00	Startadresse 0 soll gelesen werden
00 01	Anzahl der zu lesenden Register, hier 1 Register

2. Der Server antwortet mit dem aktuellen Register-Wert: 00 00 00 00 00 05 FF 03 02 06 A4

Tab. 4: Register-Wert

Bytes (Hex)	Server / LAUDA Thermostat
00 00	Transaction ID wie im Client Request
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 05	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 5 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 1 Byte Anzahl folgender Bytes, 2 Bytes Wert des Registers/Variable)
FF	Unit Identifier: Wert wie im Request vom Client.
03	Function Code „Read Holding Register“
02	Anzahl der folgenden Bytes
06 A4	Der Wert von Tset in Dezimal beträgt damit 1700. Der Tabelle kann entnommen werden, das Tset zwei Nachkommastellen besitzt und die Einheit °C besitzt. Damit ergibt sich ein Wert von 17,00 °C.

## 7.3.4 Beispiel: 0x04 Read Input Registers

Der Function Code Read Input Register wird benutzt, um ein oder mehrere Input Registers zu lesen. Dabei wird die Anzahl der zu lesende Register in der Anforderung vom Client mit übergeben.

### Beispiel zum Auslesen der Temperatur *Tint*

1. Der Client sendet eine Anfrage, um das „Read Input Register“ mit der Adresse 30001 (Index: 0) zu lesen, welches nach Tabelle *Tint* entspricht: 00 03 00 00 00 06 FF 04 00 00 00 01

Tab. 5: *Tint*

Bytes (Hex)	Client / Leitstand
00 03	Transaction ID (beliebige Zahl zur eindeutigen Zuordnung der Antwort auf die Anfrage)
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 06	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 6 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 2 Bytes Startadresse, 2 Bytes Anzahl der zu lesenden Register)
FF	Unit Identifier: Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Ist für Modbus TCP irrelevant, da IP-Adressen für die Adressierung genutzt werden. In diesem Fall sollte nach Standard der Wert 0xFF geschickt werden.
04	Function Code „Read Input Register“
00 00	Startadresse 0 soll gelesen werden
00 01	Anzahl der zu lesenden Register, hier wird 1 Register ausgelesen

2. Der Server antwortet mit dem aktuellen Register-Wert: 00 03 00 00 00 05 FF 04 02 07 B6

Tab. 6: Register-Wert

Bytes (Hex)	Server / LAUDA Thermostat
00 03	Transaction ID wie im Client Request
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 05	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 5 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 1 Byte Anzahl folgender Bytes, 2 Bytes Wert des Registers/Variable)
FF	Unit Identifier: Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Wert wie im Request vom Client.
04	Function Code „Read Input Register“
02	Anzahl der folgenden Bytes
07 B6	Der Wert von <i>Tint</i> in Dezimal beträgt damit 1974. Der Tabelle kann entnommen werden, das <i>Tint</i> zwei Nachkomma stellen besitzt und die Einheit °C besitzt. Damit ergibt sich ein Wert von 19,74°C.

Beispiel zum Auslesen der Seriennummer –  
32 Bit-Werte/2xRegister

1. Der Client sendet eine Anfrage, um das „Read Input Register“ mit der Adresse 30013 (Index: 12) zu lesen, welches nach Tabelle die Seriennummer enthält: 00 05 00 00 00 06 FF 04 00 0C 00 02

Tab. 7: Seriennummer

Bytes (Hex)	Client / Leitstand
00 05	Transaction ID (beliebige Zahl zur eindeutigen Zuordnung der Antwort auf die Anfrage)
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 06	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 6 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 2 Bytes Startadresse, 2 Bytes Anzahl der zu schreibenden Register)
FF	Unit Identifier: Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Ist für Modbus TCP irrelevant, da IP-Adressen für die Adressierung genutzt werden. In diesem Fall sollte nach Standard der Wert 0xFF geschickt werden.
04	Function Code „Read Input Register“
00 0C	Startadresse 12 soll gelesen werden
00 02	Anzahl der zu lesende Register, hier werden 2 Register ausgelesen

2. Der Server antwortet mit dem aktuellen Register-Wert:  
00 05 00 00 00 07 FF 04 04 0E 4E 23 FA

Tab. 8: Register-Wert

Bytes (Hex)	Server / LAUDA Thermostat
00 05	Transaction ID wie im Client Request
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 07	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 7 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 1 Byte Anzahl folgender Bytes, 4 Bytes Wert des Registers/Variable)
FF	Unit Identifier: Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Wert wie im Request vom Client.
04	Function Code „Read Input Register“
04	Anzahl der folgenden Bytes
0E 4E 23 FA	Die Seriennummer setzt sich aus zwei Registern zusammen, dabei wird das höherwertige Byte zuerst übertragen. Der hexadezimal Wert entspricht einem dezimal Wert von 240002042.

## 7.3.5 Beispiel: 0x06 Write Single Register

### Beispiel zum Schreiben der Temperatur Tset

Der Function Code Write Single Register ermöglicht das Ändern eines einzelnen 16-Bit-Werts in einem Holding Register.

1. Der Client sendet eine Anfrage, um den Wert 10,00 °C in das „Write Single Register“ mit der Adresse 40001(Index: 0) zu schreiben, welches nach Tabelle Tset entspricht:  
00 04 00 00 00 06 FF 06 00 00 03 E8

Tab. 9: Tset

Bytes (Hex)	Client / Leitstand
00 04	Transaction ID (beliebige Zahl zur eindeutigen Zuordnung der Antwort auf die Anfrage)
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 06	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 6 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 2 Bytes Startadresse, 2 Bytes Anzahl der zu schreibenden Register)
FF	Unit Identifier: Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Ist für Modbus TCP irrelevant, da IP-Adressen für die Adressierung genutzt werden. In diesem Fall sollte nach Standard der Wert 0xFF geschickt werden.
06	Function Code „Write Single Register“
00 00	Startadresse 0 soll gelesen werden
03 E8	Der zu schreibende Register Wert in hex, entspricht in Dezimal 1000 und bei zwei Nachkommastellen ergibt sich 10,00°C.

2. Der Server antwortet mit einem Echo auf die Anfrage mit dem aktuellen/korrekt gesetzten Register-Wert:  
00 04 00 00 00 06 FF 06 02 03 E8

Tab. 10: Register-Wert

Bytes (Hex)	Server / LAUDA Thermostat
00 04	Transaction ID wie im Client Request
00 00	Protocol Identifier ist nach Modbus Spezifikation immer 0
00 06	Anzahl der folgenden Bytes beträgt 5 Bytes (1 Byte Unit Identifier, 1 Byte Function Code, 1 Byte Anzahl folgender Bytes, 2 Bytes Wert des Registers/Variable)
FF	Unit Identifier: Wird für das Netzwerkrouting verwendet und vom Client gesetzt. Wert wie im Request vom Client.
06	Function Code „Read Input Register“
00 00	Startadresse
03 E8	Der zu schreibende Register Wert in hex, entspricht in Dezimal 1000 und bei zwei Nachkommastellen ergibt sich 10,00°C.

## 7.3.6 Kommunikationsüberwachung

### Timeout

Das Register mit der ID 34 *Timeout Kommunikation über Schnittstelle* (Register 40052) erlaubt den Timeout-Wert für die Kommunikationsüberwachung einzustellen. Bei einer Einstellung größer als 0 Sekunden wird die Kommunikationsüberwachung der Schnittstelle aktiviert. Eine Einstellung des Timeout-Werts ist ebenso über das Gerätemenü des Schnittstellenmoduls möglich (PC Timeout).

Wenn kein Lese- oder Schreibbefehl über die Dauer des eingestellten Timeouts über alle Modbus-Verbindungen an das Temperiergerät gesendet wird, ist der Timeout abgelaufen und ein Verbindungsabbruch wird erkannt.

In diesem Fall wird der *Alarm 22* ausgelöst und das Temperiergerät

- stoppt die Pumpe, die Heizung und die Kältemaschine, wenn die Safe Mode Funktion ausgeschaltet ist.
- startet den Safe Mode, wenn die Safe Mode-Funktion eingeschaltet ist beziehungsweise vom Temperiergerät unterstützt wird.



#### Safe Mode

Details zum Safe Mode können Sie der Betriebsanleitung des Temperiergeräts entnehmen.

## 7.4 Webserver

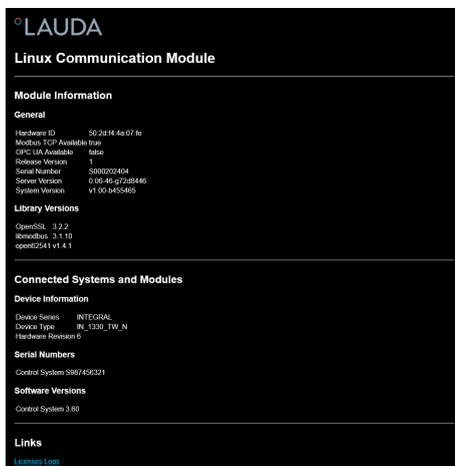


Abb. 13: Integrierter Webserver

Das Comm. Module ist mit einem integrierten Webserver ausgestattet. Der Webserver dient ausschließlich zur Visualisierung geräteinterner Daten, wie Software-Versionen und Software-Lizenzen.

Der Webserver startet bei Systemstart automatisch. Den Webserver können Sie aufrufen, indem Sie die im Comm. Module konfigurierte IP-Adresse (Port 80) in die Adresszeile eines Webbrowsers eingeben.

Um die konfigurierte IP-Adresse einzusehen wählen Sie die Menüpunkte *Module* → *Comm. Module* → *LAN Einstellungen* aus.

## 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 1.7 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 7.

## 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 1.7 „Kontakt LAUDA“ auf Seite 7.

### 9.1 Alarmer, Fehler und Warnungen auf dem Display des Temperiergeräts

Die Schnittstelle kennt folgende Alarm- Fehler- und Warnmeldungen, welche im Störfall auf dem Display des Temperiergeräts angezeigt werden:

Code	Typ	Name	Beschreibung
72	Fehler	Timeout Comm Module L	Kommunikationsfehler zwischen dem Temperiergerät und dem Modul. Starten sie das Temperiergerät neu, sollte der Fehler noch anliegen überprüfen sie die Kabelverbindung zwischen dem Temperiergerät und dem Modul.
9	Alarm	T ext fehlt	Die Regelgröße steht auf Extern Modbus TCP. Der Alarm wird ausgelöst, wenn kein Wert T ext (ID 15) vom Temperiergerät empfangen wird (z.B. Timeout Integral ~500ms).
22	Alarm	Verbindungsabbruch	Das eingestellte Timeout im Modul Menu wurde ausgelöst, da in der vorgegebenen Zeit kein Schreib oder Lesebefehl über die Schnittstelle/vom Leitstand empfangen wurde. Das Temperiergerät verhält sich dabei wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Safe-Mode deaktiviert: Gerät wechselt in den Standby Modus</li> <li>■ Safe-Mode aktiviert: Gerät wechselt in den Safe-Mode.</li> </ul> Hinweis: Details zum Safe Mode entnehmen sie bitte der Betriebsanleitung des Temperiergeräts.
54	Warnung	T set (Modul) ausserh. Ber.	Die Warnung wird ausgelöst, wenn versucht wird, über die Schnittstelle einen Wert für Tset außerhalb der Grenzwerte zu schreiben (z.B. Verletzung der Grenzen Tih oder Til).

## 9.2 Modbus Fehlermeldungen

Auszug aus den unterstützten Fehlermeldungen:

Exception Code	Name	Beschreibung
0x01	Illegal Function	Die vom Modul empfangene Funktion (Function Code) ist nicht erlaubt oder wird nicht unterstützt. Die folgenden Functions-Codes werden unterstützt: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 0x03 Read Holding Registers</li> <li>■ 0x04 Read Input Registers</li> <li>■ 0x06 Write Single Register</li> <li>■ 0x10 Write Multiple Register</li> </ul>
0x02	Illegal Data Address	Die angeforderte Daten-Adresse ist nicht erlaubt, nicht verfügbar oder für einen 32 Bit-Wert wird versucht nur eins von zwei Registern zu schreiben.
0x03	Illegal Data Value	Ein Wert in der Anfrage ist nicht zulässig.

Bei der Modbus Kommunikation sendet der Client Anfragen an den Server und es können vier mögliche Fälle auftreten:

1. Wenn der Server die Anfrage ohne Fehler empfängt und die Anfrage normal bearbeiten kann, sendet er eine normale Antwort zurück.
  - ▶ a. Die angeforderte Funktion (Function Code) wird erfolgreich beantwortet und umgesetzt
  - ▶ b. Der Funktionscode der Antwort entspricht dem Funktionscode der Anfrage
2. Wenn der Server die Anfrage aufgrund eines Kommunikationsfehlers oder Verbindungsfehlers nicht empfängt, kann keine Antwort zurückgesendet werden
  - ▶ a. Abhängig vom Client-Programm wird typischerweise eine Zeitüberschreitung/Timeout für die Anfrage erkannt. Nähere Informationen entnehmen sie bitte der Dokumentation ihres Client-Programms.
3. Wenn der Server die Anfrage empfängt, aber einen Kommunikationsfehler erkennt (Protokoll-Fehler), wird keine Antwort zurückgesendet
  - ▶ a. Abhängig vom Client-Programm wird typischerweise eine Zeitüberschreitung/Timeout für die Anfrage erkannt. Nähere Informationen entnehmen sie bitte der Dokumentation ihres Client-Programms.
4. Wenn der Server die Anfrage ohne Kommunikationsfehler empfängt, sie aber nicht bearbeiten kann (zum Beispiel eine Anfrage zum Lesen auf ein nicht existierendes Register), sendet der Server eine Exception Response zurück, die den Client über die Art des Fehlers informiert.
  - ▶ a. Der Funktionscode der Antwort = der Funktionscode der Anfrage + 0x80.
  - ▶ b. Der Exception Code wird angegeben, um den Grund des Fehlers anzuzeigen.

Für weitere Information siehe „MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b3“, Quelle: <https://modbus.org>

## 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 44.

## 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
<b>Schnittstellenmodul</b>		
Bestellnummer	[-]	LRZ 934
Größe Modulschacht, B x H	[mm]	51 x 27
Außenabmessungen (ohne Steckverbinder), B x H x T	[mm]	56 x 36 x 83
Gewicht	[kg]	0,1
Betriebsspannung	[V DC]	24
maximale Stromaufnahme	[A]	0,3
<b>Ethernet-Anschluss</b>		
Ausführung	[-]	1x RJ45-Buchse, 8-polig
<b>USB-Anschluss (Host)</b>		
Ausführung	[-]	1x Buchse USB 2.0, Typ A (für zukünftige Erweiterungen vorgesehen)
Lebensdauer	[-]	Das Schnittstellenmodul ist für 20.000 Betriebsstunden ausgelegt.
<b>Umgebungsbedingungen</b>		
relative Luftfeuchte	[%]	maximale relative Luftfeuchte 80 % bei Umgebungstemperatur 31 °C, relative Luftfeuchte linear abnehmend auf 50 % bei 40 °C.
Höhenlage bis	[m]	2000
Umgebungstemperaturbereich	[°C]	5 – 40
Temperaturbereich bei Lagerung und Transport	[°C]	-20 – 60
Verschmutzungsgrad gemäß EN 60664-1 / VDE 0110-1	[-]	2
IP-Schutzart im eingebauten Zustand	[IP]	21

## 13 Konformitätserklärung



### EU-KONFORMITÄTSERLÄRUNG

**Hersteller:** LAUDA DR. R. WOBSE GMBH & CO. KG  
Laudaplatz 1, 97922 Lauda-Königshofen, Deutschland

Hiermit erklären wir in alleiniger Verantwortung, dass die nachfolgend bezeichneten Produkte

**Produktlinie:** Zubehör **Seriennummer:** ab S250000001

**Typen:** Schnittstellenmodule  
LRZ 912, LRZ 914, LRZ 915, LRZ 918, LRZ 926, LRZ 927, LRZ 928, LRZ 929, LRZ 930,  
LRZ 931, LRZ 932, LRZ 933, LRZ 934, LRZ 935, LCZ 9727

aufgrund ihrer Konzipierung und Bauart in der von uns in Verkehr gebrachten Ausführung allen einschlägigen Bestimmungen der nachfolgend aufgeführten Richtlinien entsprechen:

EMV-Richtlinie 2014/35/EU  
RoHS-Richtlinie 2011/65/EU in Verbindung mit (EU) 2015/863

Der Betrieb der Produkte ist nur in eingebautem und angeschlossenem Zustand gemäß Betriebsanleitung zulässig.

Angewandte Normen:

- EN IEC 61326-1:2021

Bevollmächtigter für die Zusammenstellung der technischen Unterlagen:

Dr. Jürgen Dirscherl, Leiter Forschung & Entwicklung

Lauda-Königshofen, 27.02.2025

Dr. Alexander Dinger,  
Leiter Qualitäts- und Umweltmanagement

## 14 Glossar

### Auto-IP

Auto-IP ist ein standardisiertes Verfahren, beim dem sich zwei oder mehr Teilnehmer auf gleiche Netzwerkkonfiguration einigen.

### DHCP-Client (Dynamic Host Configuration Protocol Client)

Ein DHCP-Client ermöglicht die automatische Einbindung der Ethernet-Schnittstelle in ein bestehendes Netzwerk. Dadurch ist die manuelle Einbindung der Schnittstelle an das bestehende Netzwerk nicht mehr nötig.

### DNS Server (Domain Name Service Server)

Der Domain Name Service ist eine Datenbank, in der überwiegend Informationen zu Namen und IP-Adressen der Rechner gespeichert werden. Über ein DNS wird zum Beispiel eine Webadresse oder URL (Uniform Resource Locator) zu einer IP-Adresse aufgelöst. Der Ethernet-Schnittstelle wird die IP-Adresse des DNS Servers angegeben, der im angeschlossenen Netzwerk vorhanden ist.

### Gateway

Über ein Gateway werden unterschiedliche Netzwerke miteinander verbunden. Hier wird eine IP-Adresse vergeben, über die ein Gateway im lokalen Netzwerk zu erreichen ist.

### IP-Adresse (Internet Protocol Address)

Jedes Gerät innerhalb eines Datennetzwerks benötigt eine Adresse, damit es eindeutig identifiziert werden kann. Nur so ist gesichert, dass zum Beispiel der Datenstrom beim richtigen Gerät ankommt. Beim Aufruf einer Internetseite überträgt der Browser stets auch die IP-Adresse Ihres Geräts. Denn nur so weiß der Web-Server, wohin er das gewünschte Datenpaket senden soll. Das Internet Protocol (IP) ist ein weit verbreiteter Netzwerkstandard, in dem vorgeschrieben ist, wie Informationen ausgetauscht werden dürfen.

### IP-Version

Gibt Auskunft über den Internet Standard: IPv4 oder IPv6.

Ein bekanntes Beispiel für eine IP-Adresse ist 192.168.0.1. Diese Adresse ist nach dem Standard IPv4 aufgebaut: Vier Zahlen im Bereich von 0 bis 255, jede Zahl von der nächsten mit einem Punkt getrennt. Mit diesem System lässt sich jedoch nur eine begrenzte Zahl von Kombinationen darstellen.

Daher gibt es IP-Adressen, die nach dem Standard in Version 6 (IPv6) aufgebaut sind. Sie sind daran zu erkennen, dass sie aus acht Zeichenblöcken bestehen, die neben Ziffern auch Buchstaben enthalten wie in diesem Beispiel: fe80:0010:0000:0000:0000:0000:0000:0001. Da dies ziemlich unübersichtlich aussieht, darf eine lange Kette aus Nullen durch einen Doppelpunkt ersetzt werden. Die IPv6-Adresse aus dem Beispiel würde in verkürzter Form dann so aussehen: fe80:0010::1.

### Lokale IP-Adresse

Die lokale IP-Adresse ist eine Adresse der Ethernet-Schnittstelle im lokalen Netzwerk. Über diese Adresse ist die Ethernet-Schnittstelle im lokalen Netzwerk zu erreichen. Falls der DHCP-Client deaktiviert ist, müssen die lokale IP-Adresse und die lokale Maske manuell eingerichtet (konfiguriert) werden. Für die manuelle Einstellung setzen sie sich zuerst mit ihrer eigenen IT-Abteilung in Verbindung.

### Lokale Maske

Lokale (Subnet) Masken werden eingesetzt, um die starre Klassenaufteilung der IP-Adressen in Netzen und Rechner flexibel an die tatsächlichen Gegebenheiten anzupassen.

### MAC (Media Access Control)

Media Access Control ist eine weltweit nahezu einmalige Hardware-Adresse, die zur eindeutigen Identifizierung des Gerätes in einem Ethernet-Netzwerk dient.

### NTP (Network Time Protocol)

Network Time Protocol ist ein Standard zur Synchronisierung der Uhrzeit und des Datums in den Netzwerken.

<b>Port</b>	Unter Port ist eine Nummer zu verstehen, die für den Verbindungsaufbau zwischen zwei Netzwerkteilnehmern verwendet wird. Der Port ist ein Teil der Netzwerkadresse. Standardmässig verwendet die Modbus/TCP-Schnittstelle den Port 502.
<b>Prozessschnittstelle</b>	Als Prozessschnittstelle bezeichnet man beim LAUDA Temperiergerät die Schnittstelle, die mittels LAUDA Schnittstellenbefehlssatz eine Steuerung beziehungsweise Überwachung des Temperiergerätes via Ethernet ermöglicht.
<b>TCP (Transmission Control Protocol)</b>	In diesem Netzwerkprotokoll ist definiert, auf welche Art und Weise Daten zwischen Netzwerkkomponenten ausgetauscht werden sollen.

## 15 Index

<b>B</b>	
Bestimmungsgemäßer Gebrauch . . . . .	5
<b>C</b>	
Copyright . . . . .	6
<b>E</b>	
Entsorgung	
Altgerät . . . . .	44
Verpackung . . . . .	44
<b>F</b>	
Fehlanwendung . . . . .	5
<b>G</b>	
Garantie . . . . .	6
<b>I</b>	
IP-Adresse . . . . .	21
<b>K</b>	
Kommunikationsüberwachung . . . . .	38
Kompatibilität . . . . .	6
Kontakt . . . . .	7
Kontaktbelegung . . . . .	15
<b>L</b>	
LAN-Einstellungen	
manuell . . . . .	21
Lizenztexte . . . . .	7
<b>M</b>	
Menüstruktur . . . . .	19
Modbus TCP/IP	
Register-Tabelle . . . . .	25
Modbus TCP/IP-Schnittstelle	
Menüstruktur . . . . .	19
Modul	
Aufbau . . . . .	11
Modulbox . . . . .	14
Modulschacht . . . . .	12
<b>N</b>	
NTP-Server . . . . .	22
<b>P</b>	
Personalqualifikation (Übersicht) . . . . .	9
Ping-Abfrage . . . . .	22
<b>R</b>	
Register-Tabelle . . . . .	25
Reinigung . . . . .	39
<b>S</b>	
Schnittstelle	
Befehlsdurchsatz . . . . .	18
Kontaktbelegung . . . . .	15
Modbus TCP/IP . . . . .	18
Schnittstellenfunktionen . . . . .	23
Schnittstellenmodul	
Auspacken . . . . .	10
Außerbetriebnahme . . . . .	43
Einbau . . . . .	12
Modulbox . . . . .	14
Wartung . . . . .	39
Service . . . . .	7
Sicherheitshinweise	
Allgemein . . . . .	8
Schnittstellenmodul . . . . .	9
Software	
Ping-Abfrage . . . . .	22
Software-Update . . . . .	16
Update am Modbus TCP/IP-Modul . . . . .	16
Störung . . . . .	40
<b>T</b>	
Technische Änderungen . . . . .	6
<b>U</b>	
Update am Temperiergerät . . . . .	16
<b>W</b>	
Webserver . . . . .	38

## Z

Zeitsynchronisation . . . . . 22

Zweckbestimmung . . . . . 11

Hersteller:

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

Telefon: +49 (0)9343 503-0

E-Mail: [info@lauda.de](mailto:info@lauda.de) ° Internet: <https://www.lauda.de>