

BECKHOFF New Automation Technology

Handbuch | DE

Beckhoff RT Linux[®]

Betriebssystem

Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise zur Dokumentation	5
1.1 Symbolerklärung	6
1.2 Ausgabestände der Dokumentation	6
2 Einrichtung und Installation	7
2.1 Bootfähigen USB-Stick erstellen	7
2.2 BIOS-Einstellungen überprüfen	8
2.3 Beckhoff RT Linux® installieren	8
2.4 Industrie-PCs mit Arm® Prozessoren: Image aktualisieren	10
3 Erste Schritte	11
3.1 IP-Adresse ermitteln	11
3.2 Package-Server konfigurieren	13
3.2.1 Erstellung einer Authentifizierungsdatei für APT	13
3.2.2 Verweis auf den Unstable-Bereich des Beckhoff Repositorys	14
3.3 TwinCAT installieren	15
4 Netzwerkkonfiguration	16
4.1 Statische IP-Adresse einrichten	16
4.2 Firewall	16
4.2.1 Firewall deaktivieren und aktivieren	17
4.2.2 Port freigeben	17

1 Hinweise zur Dokumentation

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

Das Fachpersonal ist verpflichtet, stets die aktuell gültige Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiterentwickelt.

Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.

Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® und XPlanar® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.



EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Fremdmarken

In dieser Dokumentation können Marken Dritter verwendet werden. Die zugehörigen Markenvermerke finden Sie unter: <https://www.beckhoff.com/trademarks>.

1.1 Symbolerklärung

In der Dokumentation werden folgende Warnhinweise verwendet. Lesen und befolgen Sie die Warnhinweise.

Warnhinweise, die vor Sach- oder Umweltschäden warnen:

HINWEIS

Es besteht eine mögliche Gefährdung für Umwelt und Geräte.

Hinweise, die weitere Informationen oder Tipps anzeigen:



Dieser Hinweis gibt wichtige Informationen, die beim Umgang mit dem Produkt oder der Software helfen. Es besteht keine unmittelbare Gefahr für Produkt, Mensch und Umwelt.

1.2 Ausgabestände der Dokumentation

Tab. 1: Änderungshinweise für die Dokumentation.

Version	Änderungen
1.0	• Erste Version

2 Einrichtung und Installation

Dieses Kapitel bieten eine detaillierte Anleitung zur Installation von Beckhoff RT Linux® auf einem Industrie-PC. Im ersten Abschnitt werden die Schritte zur Erstellung eines bootfähigen USB-Sticks unter Verwendung des Rufus-Tools erläutert. Im zweiten Abschnitt werden die notwendigen Schritte zur Konfiguration der BIOS-Einstellungen beschrieben, um sicherzustellen, dass der Industrie-PC von diesem USB-Stick booten kann. Schließlich wird im dritten Abschnitt der gesamte Installationsprozess behandelt.

2.1 Bootfähigen USB-Stick erstellen

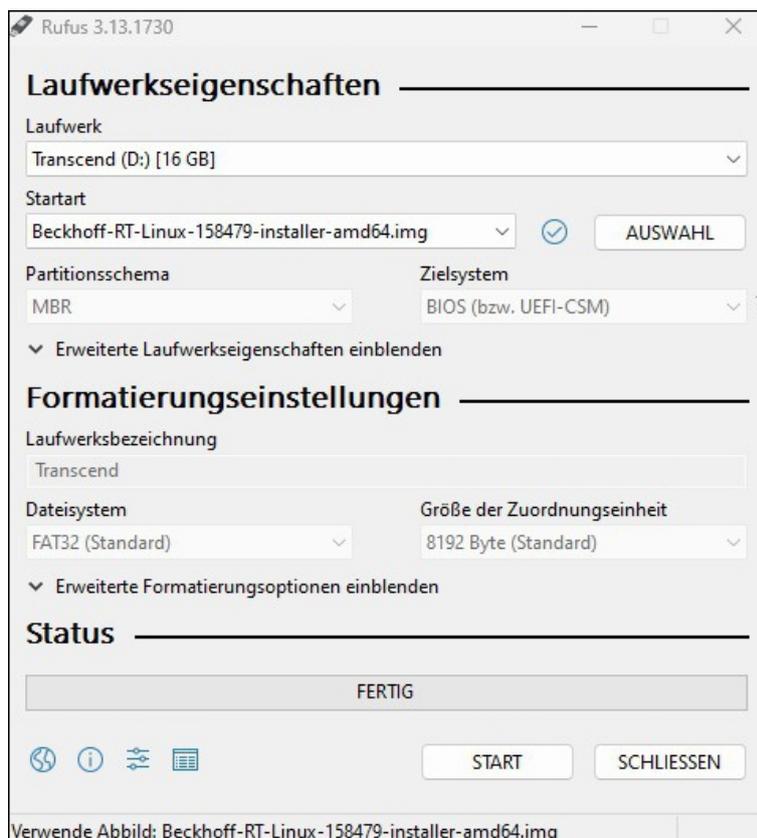
Bevor Sie Beckhoff RT Linux® auf einem Industrie-PC installieren können, müssen Sie einen bootfähigen USB-Stick erstellen und das aktuelle Image auf den USB-Stick aufspielen. Benutzen Sie dafür ein Flashtool wie beispielsweise Rufus. Anschließend können Sie den Industrie-PC vom USB-Stick starten und Beckhoff RT Linux® installieren.

Voraussetzungen für diesen Arbeitsschritt:

- Rufus-Tool heruntergeladen unter <https://rufus.ie/>
Hinweis : Beachten Sie, dass neuere Versionen von rufus möglicherweise nicht mit Tools für Festplattenverschlüsselung kompatibel sind. Empfohlen wird daher die Verwendung von Rufus 3.13.
- Image für die Installation von Beckhoff RT Linux® und USB-Stick mit mindestens 2 GB Speicherplatz.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Starten Sie das Rufus-Tool auf einem PC mit Windows Betriebssystem.
2. Klicken Sie auf **Select** und wählen Sie das Image aus, welches Sie auf den USB-Stick aufspielen möchten.



3. Wählen Sie unter **Device** einen USB-Stick als Ziellaufwerk aus. Wenn nur ein externes Laufwerk mit ihrem PC verbunden ist, dann wird der USB-Stick automatisch ausgewählt.
4. Klicken Sie auf **Start**, um das Image auf den USB-Stick aufzuspielen.
⇒ Der Vorgang kann einige Minuten dauern. Brechen Sie den Vorgang nicht ab, bis die Meldung **Ready** erscheint. Sie haben erfolgreich einen bootfähigen USB-Stick erstellt und können im nächsten Schritt Beckhoff RT Linux® auf dem Industrie-PC installieren.

2.2 BIOS-Einstellungen überprüfen

Überprüfen Sie die BIOS-Einstellungen, um den Industrie-PC von dem zuvor erstellten USB-Stick starten zu können. Für Beckhoff RT Linux® muss der Bootmodus im BIOS auf UEFI stehen.

Starten Sie das BIOS-Setup und passen Sie den Bootmodus an, wenn die Einstellungen auf Ihrem Industrie-PC abweichen.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Starten Sie Industrie-PC neu und drücken Sie **[Entf]**, um das BIOS-Setup zu starten.
Das Fenster BIOS-Setup erscheint.
 2. Stellen Sie unter **Boot > Boot mode select** die Option **UEFI** ein.
 3. Drücken Sie **[F4]**, um die Einstellungen zu speichern und das BIOS-Setup zu verlassen.
Das Gerät wird neu gestartet.
- ⇒ Sie haben das BIOS erfolgreich konfiguriert und können im nächsten Schritt Beckhoff RT Linux® installieren.

2.3 Beckhoff RT Linux® installieren

Schließen Sie den bootfähigen USB-Stick mit Beckhoff RT Linux® Image an einen Industrie-PC an und starten das Gerät.

Voraussetzungen:

- Bootfähiger USB-Stick Beckhoff RT Linux® Image.
- Min. 4 GB freien Speicherplatz auf der Speicherkarte.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Schließen Sie den USB-Stick mit Beckhoff RT Linux® Image an den Industrie-PC an.
2. Starten Sie den Industrie-PC und drücken Sie **[F7]**, um in das Bootmenü zu gelangen.
3. Wählen Sie den UEFI-Eintrag für den USB-Stick aus und bestätigen mit **[Enter]**.
Der Industrie-PC bootet vom USB-Stick und der Beckhoff-Installer wird ausgeführt.
4. Wählen Sie die Option **TC/LUR Install**, um Beckhoff RT Linux® zu installieren.



5. Wählen Sie die passende Festplatte als Ziel für die Installation aus.



6. Vergeben Sie ein Passwort und folgen Sie den weiteren Installationsanweisungen.



⇒ Starten Sie den Industrie-PC neu. Beckhoff RT Linux® wird geladen.

2.4 Industrie-PCs mit Arm® Prozessoren: Image aktualisieren

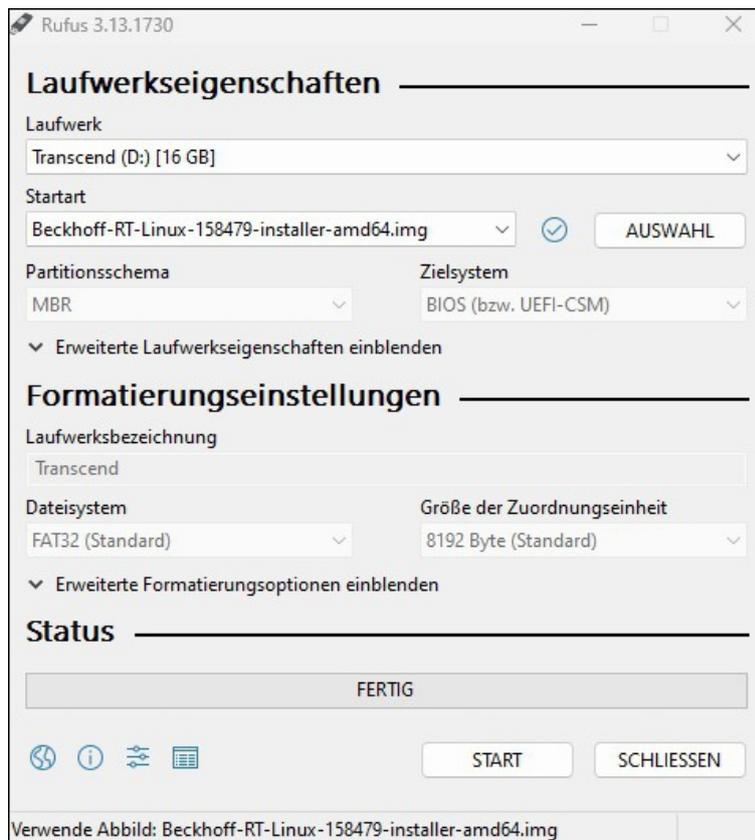
Bei Industrie-PCs mit Prozessoren der Reihe Arm® wird das Image direkt auf die MicroSD-Karte kopiert. Verwenden Sie dazu ein Flashtool wie beispielsweise Rufus.

Voraussetzungen:

- Kartenleser für MicroSD-Karten
- Rufus-Tool heruntergeladen unter: <https://rufus.ie/>

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Starten Sie das Rufus-Tool auf einem PC mit Windows Betriebssystem.
2. Klicken Sie auf **Select** und wählen Sie das Image aus, welches Sie auf die MicroSD-Karte kopieren möchten.



3. Wählen Sie unter **Device** die MicroSD-Karte als Ziellaufwerk aus.
 4. Klicken Sie auf **Start**, um das Image auf die MicroSD-Karte zu kopieren.
- ⇒ Der Vorgang kann einige Minuten dauern. Brechen Sie den Vorgang nicht ab, bevor die Meldung Ready erscheint. Booten Sie anschließend den Industrie-PC von der MicroSD-Karte und starten Sie Beckhoff RT Linux®.

3 Erste Schritte

Das nachfolgende Kapitel beschreibt die grundlegenden ersten Schritte mit Beckhoff RT Linux®. Vorausgesetzt wird ein Industrie-PC mit vorinstalliertem Beckhoff RT Linux®-Betriebssystem oder alternativ ein aktuelles Image für die Installation des Betriebssystems.

Erster Systemstart

Verbinden Sie sämtliche Netzkabel mit dem Industrie-PC und schalten Sie die Spannungsversorgung ein. Wenn Sie einen Bildschirm an das Gerät angeschlossen haben, sehen Sie den Boot-Bildschirm.

Dann erscheinen während der Boot-Phase von Beckhoff RT Linux® verschiedene Meldungen, die mit der Anmeldeaufforderung enden. Melden Sie sich mit Benutzer „Administrator“ und dem Passwort „1“ in der Konsole an. Das Passwort sollte sofort nach der Anmeldung geändert werden (siehe: Standardpasswort ändern).

```
Debian GNU/Linux BTN-000twtq7 tty1

BTN-000twtq7 login: Administrator
Password:
Linux BTN- 000twtq7 6.12.9-bhf1 #178445 SMP PREEMPT_RT Fri Jan 10 10:43:52 UTC 2025 aarch64

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Wed Feb 5 09:37:45 2025
```

3.1 IP-Adresse ermitteln

Für alle anschließenden Arbeiten mit dem Industrie-PC und dem System ist die IP-Adresse des Systems erforderlich. Mithilfe der IP-Adresse ist beispielsweise ein Remote-Zugriff über SSH, den Beckhoff Device-Manager (Webinterface) oder die Arbeit mit TwinCAT möglich.

IP-Adresse ermitteln mit Bildschirm

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die IP-Adresse zu ermitteln, um über das Netzwerk auf das Gerät zuzugreifen. Wenn Sie einen lokalen Bildschirm angeschlossen haben, können Sie sich mit dem Benutzer "Administrator" und dem Passwort "1" anmelden.

Geben Sie den Befehl `ip addr show` in der Konsole ein, damit alle verfügbaren Ethernet-Schnittstellen im System ausgegeben werden:

```
Administrator@BTN-000twtq7 ip addr show
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
   link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
   inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
   inet6 ::1/128 scope host noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: end1: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc mq state DOWN group default qlen 1000
   link/ether 00:01:05:3d:69:12 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
3: end0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
   link/ether 00:01:05:3d:69:13 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
   inet 192.17.42.14/22 metric 1024 brd 192.17.43.255 scope global dynamic end0
       valid_lft 689597sec preferred_lft 689597sec
   inet6 fe80::201:5ff:fe3d:6913/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
Administrator@BTN-000twtq7:~$
```

Standardmäßig sind die Ethernet-Schnittstellen so konfiguriert, dass sie eine IP-Adresse von einem lokalen DHCP-Server erhalten. In diesem Beispiel ist das die IP-Adresse: 192.17.42.14 die für die Schnittstelle `end0` vergeben wurde, über die der Industrie-PC mit dem Netzwerk verbunden wurde.

IP-Adresse ermitteln ohne Bildschirm

Sie können auf das System per SSH von einem Windows-System aus zugreifen. Zu diesem Zweck werden einige grundlegende Netzwerkdiensttools und Befehle in PowerShell verwendet.

Identifizieren Sie zunächst mit dem Befehl `ipconfig` die Netzwerkschnittstelle Ihres Windows-Systems. Suchen Sie in der Ausgabe nach der gewünschten Netzwerkverbindung und notieren Sie sich die Schnittstellenummer, die mit `%??` bezeichnet wird. Diese Nummer wird benötigt, um die IPv6-Link-Local-Adresse korrekt anzupingen. Die Ausgabe in PowerShell könnte wie folgt aussehen:

```
Ethernet adapter Ethernet 5:
  Connection-specific DNS Suffix . . : example.com
  Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::5197:ef72:a352:b7f7%17
  IPv4 Address. . . . . : 172.17.42.17
  Subnet Mask . . . . . : 255.255.252.0
  Default Gateway . . . . . : 172.17.40.1
```

Verwenden Sie den Befehl `ping ff02::1%??`, um zu prüfen, welche IPv6-fähigen Geräte im lokalen Netzwerk aktiv und erreichbar sind. Das `%??` steht für die Schnittstellenummer (Interface-Index), die spezifiziert, über welche Netzwerkschnittstelle der Ping gesendet werden soll. Angenommen, die Schnittstellenummer Ihrer Netzwerkschnittstelle ist 17, dann würde der Befehl wie folgt aussehen:

```
ping ff02::1%17
```

Bei einem erfolgreichen Ping, erhalten Sie eine Liste der Antworten von den verschiedenen Geräten im Netzwerk:

```
Pinging ff02::1%10 with 32 bytes of data:
Reply from fe80::201:5ff:fe50:5911: icmp_seq=1 ttl=64 time<1 ms
Reply from fe80::201:5ff:fe3d:6913: icmp_seq=1 ttl=64 time<1 ms
...
```

Abhängig von Ihren Netzwerk- und Firewall-Einstellungen, kann es zu einer Zeitüberschreitung der Anforderung kommen. Dies ist jedoch kein Problem und Sie können mit dem Befehl `Get-NetNeighbor` fortfahren.

Verwenden Sie folgenden Befehl in PowerShell, um die MAC-Adresse des Zielsystems zu ermitteln:

```
Get-NetNeighbor -LinkLayerAddress 00-01-05* -AddressFamily IPv6
```

Die Ausgabe listet die MAC-Adressen und die zugehörigen IPv6-Adressen aller Geräte im Netzwerk auf, deren MAC-Adresse mit 00-01-05 beginnt. Identifizieren Sie das Beckhoff RT Linux®-System anhand der MAC-Adresse auf dem Typenschild des Industrie-PCs und notieren Sie sich die IPv6-Adresse.

Verwenden Sie den folgenden Ping-Befehl, um sicherzustellen, dass das Zielsystem erreichbar ist. Ersetzen Sie `%??` durch die entsprechende Schnittstellenummer:

```
ping fe80::201:5ff:fe3d:6913%17
```

Schließlich können Sie eine SSH-Verbindung zum Zielsystem herstellen. Verwenden Sie dazu den folgenden Befehl:

```
ssh Administrator@fe80::201:5ff:fe3d:6913%17
```

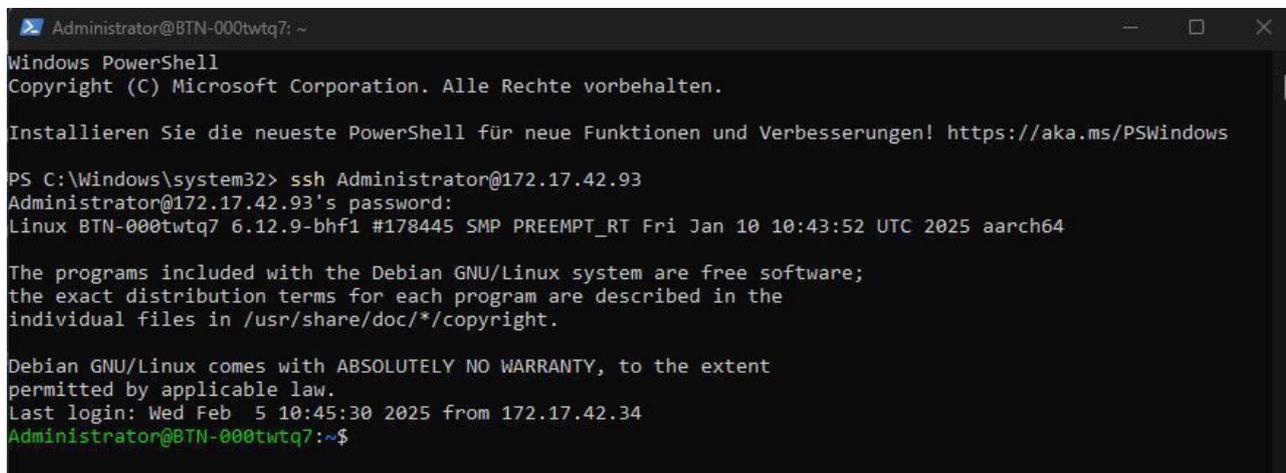


Abb. 1: Remote-Zugriff über SSH mit Hilfe der Windows PowerShell.

IP-Adresse ermitteln ohne PowerShell

Wenn PowerShell nicht verwendet werden kann, kann die IP-Adresse stattdessen mit dem EUI-64-Verfahren aus der MAC-Adresse abgeleitet werden. Eine typische MAC-Adresse besteht aus 48 Bit und wird in der Form `XX:XX:XX:XX:XX:XX` dargestellt. Beispiel: `00:1A:2B:3C:4D:5E`.

1. Die 48-Bit-MAC-Adresse in zwei 24-Bit-Hälften aufteilen.
 - Erste 24-Bit-Hälfte: `00:1A:2B`
 - Zweite 24-Bit-Hälfte: `3C:4D:5E`
2. 16-Bit-FFFE-Marke in der Mitte einfügen: Zwischen die beiden Hälften wird die 16-Bit-Sequenz `FFFE` eingefügt. Das ergibt eine 64-Bit-Adresse:
 - `00:1A:2B:FF:FE:3C:4D:5E`
3. Das 7. Bit des ersten Bytes invertieren (Universal/Local Bit). Bei der Beispieladresse `00:1A:2B:FF:FE:3C:4D:5E` wird das 7. Bit von `00` (binär `00000000`) zu `02` (binär `00000010`).
 - Neue Adresse: `02:1A:2B:FF:FE:3C:4D:5E`
4. In IPv6-Format umwandeln und Präfix hinzufügen: Die modifizierte 64-Bit-Adresse wird mit dem Link-Local-Präfix `fe80::` kombiniert, um die vollständige IPv6-Adresse zu erhalten:
 - Ergebnis der Umwandlung: `fe80::021a:2bff:fe3c:4d5e`
5. Mit einem Ping-Befehl `ping <IPv6-Adresse>` kann die Erreichbarkeit und Konnektivität eines Gerätes im lokalen Netzwerk überprüft werden.

3.2 Package-Server konfigurieren

Unter Beckhoff RT Linux® wird das Paketmanagement-Tool `apt` (Advanced Package Tool) verwendet, um von Beckhoff bereitgestellte Softwarepakete herunterzuladen und zu installieren. Diese Pakete werden von sogenannten Package-Servern bereitgestellt, die eine Authentifizierung (Login) erfordern, bevor man auf sie zugreifen kann.

Damit Beckhoff RT Linux® auf den Package-Server von Beckhoff zugreifen und Pakete herunterladen kann, müssen Login-Daten in einer Konfigurationsdatei hinterlegt werden. Ohne diese Informationen können keine Updates oder Installationen von Paketen von diesem Server durchgeführt werden.

Als Login-Daten werden die Anmeldedaten ihres myBeckhoff-Accounts verwendet. Registrieren Sie sich unter [myBeckhoff](#), wenn Sie noch kein Benutzerkonto freigeschaltet haben.

3.2.1 Erstellung einer Authentifizierungsdatei für APT

Das Verzeichnis `/etc/apt/auth.conf.d/` ist für die Authentifizierungsdateien von `apt` vorgesehen. Dateien in diesem Verzeichnis werden automatisch von `apt` gelesen und für die Authentifizierung verwendet. Erstellen Sie eine Datei mit dem Namen `bhf.conf` in diesem Verzeichnis mit dem Befehl:

```
sudo nano /etc/apt/auth.conf.d/bhf.conf
```

Hinterlegen Sie die Zugangsdaten für den Package-Server von Beckhoff in dieser Datei. Inhalt der Datei `bhf.conf`:

```
machine deb.beckhoff.com
login example@mail.com
password xyz123

machine deb-mirror.beckhoff.com
login example@mail.com
password xyz123
```

- **Machine:** Hier wird der Name des Package-Servers angegeben, zu dem sich `apt` verbinden soll (in diesem Fall `deb.beckhoff.com` und `deb-mirror.beckhoff.com`).
- **Login und Passwort:** Die Anmeldedaten Ihres myBeckhoff-Accounts werden zur Authentifizierung verwendet.

Um die Datei zu speichern, drücken Sie **[Ctrl] + [O]**. Um den Editor zu verlassen, drücken Sie **[Ctrl] + [X]**.

3.2.2 Verweis auf den Unstable-Bereich des Beckhoff Repositorys

Im nächsten Schritt muss die sogenannte Sources-List so modifiziert werden, dass während der Entwicklungsphase Pakete aus einem Unstable-Bereich des Beckhoff-Repositorys bezogen werden. Dazu muss die Paketquelle so geändert werden, dass sie auf diesen Unstable-Bereich verweist.

Öffnen Sie die Datei `bhf.list` mit dem Befehl `sudo nano /etc/apt/sources.list.d/bhf.list` und ändern Sie den bestehenden Eintrag durch Hinzufügen von `-unstable`:

```
https://deb.beckhoff.com/debian bookworm-unstable main
```

Wenn `apt` mit dem Befehl `apt update` oder `apt install` ausgeführt wird, versucht es, sich mit dem Package-Server zu verbinden, um Pakete zu beziehen. In diesem Fall überprüft `apt` die Authentifizierungsdateien unter `/etc/apt/auth.conf.d/`, um zu sehen, ob Anmeldedaten für einen Server vorliegen.

Falls die Daten vorhanden und korrekt sind, stellt `apt` automatisch die Verbindung her und kann Pakete vom Beckhoff Package-Server herunterladen.

3.3 TwinCAT installieren

Nachdem die Authentifizierungsdatei für `apt` erstellt und der Verweis auf den **Unstable-Bereich** des Beckhoff Repositorys angelegt wurde (Siehe: [Package-Server konfigurieren \[▶ 13\]](#)), können das System und die installierten Pakete aktualisiert werden:

```
sudo apt update
```

Anschließend kann die Installation von TwinCAT auf Industrie-PCs mit der Prozessorreihe Arm® mit folgendem Befehl gestartet werden:

```
sudo apt install tc31-xar-um
```

Für alle anderen Industrie-PCs wird die Installation stattdessen mit folgendem Befehl gestartet:

```
sudo apt install tc31-xar-um libtcrt
```

4 Netzwerkconfiguration

Unter Beckhoff RT Linux® wird die Netzwerkconfiguration mit dem Systemdienst `systemd-networkd` verwaltet. Der Dienst ist standardmäßig in `systemd` integriert und wird dazu verwendet, um Netzwerkconfigurationen zu verwalten und Netzwerkgeräte wie Ethernet-Schnittstellen, WLAN, VLANs oder virtuelle Netzwerkgeräte zu konfigurieren.

4.1 Statische IP-Adresse einrichten

Um eine statische IP-Adresse mit `systemd-networkd` zu konfigurieren, erstellen Sie eine Konfigurationsdatei im Verzeichnis `/etc/systemd/network/`. In dieser Konfigurationsdatei werden die entsprechenden Netzwerkeinstellungen für die Netzwerkschnittstelle definiert und Parameter wie IP-Adresse, Gateway und DNS-Server festlegen. Nach einem Neustart des Systems übernimmt der Dienst `systemd-networkd` automatisch die Einstellungen. Erstellen Sie für jede Netzwerkschnittstelle eine eigene Konfigurationsdatei mit den individuellen Netzwerkeinstellungen.

Standardmäßig sind die Ethernet-Schnittstellen so konfiguriert, dass sie eine IP-Adresse von einem lokalen DHCP-Server beziehen. Diese Standardkonfiguration wird als `/usr/lib/systemd/network/20-wired.network` vorinstalliert und sollte nicht editiert werden.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Ermitteln Sie mit dem Befehl `ip addr show` die verfügbaren Ethernet-Schnittstellen.

⇒ Beispiele für verfügbare Ethernet-Schnittstellen: `lo`, `end1`, `end0`

2. Erstellen Sie eine Konfigurationsdatei im Verzeichnis `/etc/systemd/network/` beispielsweise mit dem Namen `10-end0-static.network`.

⇒ Die Zahl 10 am Anfang des Dateinamens `10-end0-static.network` bestimmt die Reihenfolge, in der `systemd-networkd` diese Datei im Vergleich zu anderen Dateien verarbeitet. Dadurch kann die Priorität gesteuert werden.

```
sudo nano /etc/systemd/network/10-end0-static.network
```

3. Fügen Sie folgenden Inhalt ein und passen Sie die Werte an Ihre Netzwerkanforderungen an:

```
[Match]
Name=end0

[Network]
Address=192.168.1.100/24
Gateway=192.168.1.1
```

4. Speichern und schließen Sie die Konfigurationsdatei.
5. Laden Sie die Konfigurationsdateien mit folgendem Befehl neu, ohne den Netzwerkdienst neu zu starten.

```
networkctl reload
```

6. Überprüfen Sie, ob die Konfiguration korrekt geladen wurde. Lassen Sie sich den Netzwerkstatus mit `networkctl status` anzeigen. Überprüfen Sie mit `ip addr show` und `ip route show` die IP-Adresse und das Routing.

⇒ Diese Einstellungen stellen sicher, dass die statische IP-Konfiguration in der Datei `10-end0-static.network` Vorrang vor den DHCP-Einstellungen in der Datei `20-wired.network` hat.

4.2 Firewall

Unter Beckhoff RT Linux® wird `nftables` als Firewall verwendet, ein Framework des Netfilter-Projekts, das Paketfilterung, Netzwerkadressübersetzung (NAT) und andere Anwendungen ermöglicht. Die Firewall `nftables` ist das standardmäßige und empfohlene Firewall-Framework in Debian und ersetzt die alten `iptables` und verwandte Werkzeuge. Die Firewall ist standardmäßig restriktiv bezüglich eingehenden und weitergeleiteten Verbindungen. Erlaubt sind notwendige Verbindungen wie lokale Loopback-Kommunikation, SSH (Port 22), ICMP und ICMPv6. Alle ausgehenden Verbindungen sind zugelassen.

Der aktuelle Status und die Regeln von `nftables` werden mit folgendem Befehl angezeigt:

```
sudo nft list ruleset
```

Dieser Befehl gibt eine vollständige Übersicht über die momentan konfigurierten Firewall-Regeln. Die Konfigurationsdateien für `nftables` befinden sich unter dem Verzeichnis `/etc/nftables.conf.d` und enthalten eine erste Basiskonfiguration für das System.

4.2.1 Firewall deaktivieren und aktivieren

Die Firewall ist standardmäßig aktiv. Eine inaktive Firewall kann in vielen Fällen, z.B. in einer Testumgebung, nützlich oder sogar notwendig sein. In diesem Schritt wird gezeigt, wie Sie die Firewall deaktivieren können. Beachten Sie, dass ohne Firewall die eingehenden und ausgehenden Verbindungen nicht mehr überprüft werden. Deaktivieren Sie die Firewall niemals dauerhaft.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Stoppen Sie den entsprechenden Dienst.

```
sudo systemctl stop nftables
```

2. Sie müssen den Dienst deaktivieren, um zu verhindern, dass die Firewall beim Systemstart automatisch gestartet wird.

```
sudo systemctl disable nftables
```

3. Sie können den Status des Dienstes überprüfen, um sicherzustellen, dass `nftables` gestoppt und deaktiviert ist.

```
sudo systemctl status nftables
```

4. Der Status zeigt an, dass der Dienst gestoppt ist.

⇒ Durch diese Schritte wird die Firewall deaktiviert und es werden keine Firewall-Regeln mehr angewendet. Soll die Firewall wieder aktiviert werden, muss der Dienst neu gestartet und aktiviert werden:

```
sudo systemctl start nftables
sudo systemctl enable nftables
```

4.2.2 Port freigeben

● Automatische Portfreigabe für TwinCAT Functions



Ports, die für TwinCAT Functions erforderlich sind, werden nach der Installation der TwinCAT Functions automatisch freigegeben

Um einen Port in der Firewall freizugeben, muss eine Regel hinzugefügt werden, die eingehende Verbindungen auf diesem Port zulässt. Als Beispiel wird eine eingehende Verbindung für den TCP-Port 502 in einer separaten Konfigurationsdatei erstellt, die für die Modbus/TCP-Kommunikation erforderlich ist.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Ermitteln Sie mit dem Befehl `ip addr show` die verfügbaren Ethernet-Schnittstellen.

⇒ Beispiele für verfügbare Ethernet-Schnittstellen: `lo`, `end1`, `end0`

2. Wählen Sie eine Ethernet-Schnittstelle aus, die für die Modbus/TCP-Kommunikation konfiguriert werden soll.

3. Erstellen Sie eine Konfigurationsdatei im Verzeichnis `/etc/nftables.conf.d/` beispielsweise mit dem Namen `60-modbus.conf`

```
sudo nano /etc/nftables.conf.d/60-modbus.conf
```

4. Fügen Sie folgenden Inhalt ein und passen Sie die Werte an Ihre Netzwerkanforderungen an:

```
table inet filter {
  chain input {
    # accept ModbusTCP
    iifname "end1" tcp dport 502 accept
  }
}
```

5. Speichern und schließen Sie die Konfigurationsdatei.

6. Laden Sie die neue Regel mit dem Befehl

```
sudo systemctl reload nftables
```

7. Überprüfen Sie die Einstellungen und stellen Sie sicher, dass die Konfiguration korrekt angewendet wurde.

```
sudo nft list ruleset
```

Trademark statements

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® and XPlanar® are registered trademarks of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

Third-party trademark statements

Arm, Arm9 and Cortex are trademarks or registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries or affiliates) in the US and/or elsewhere.

Debian is a registered trademark owned by Software in the Public Interest, Inc.

The registered trademark Linux® is used pursuant to a sublicense from the Linux Foundation, the exclusive licensee of Linus Torvalds, owner of the mark on a worldwide basis.

Microsoft, Microsoft Azure, Microsoft Edge, PowerShell, Visual Studio, Windows and Xbox are trademarks of the Microsoft group of companies.

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/linux

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland
Telefon: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

